



Gozdarski inštitut Slovenije
Slovenian Forestry Institute

ZNANJE ZA GOZD

Zbornik ob 50. obletnici obstoja in delovanja
Gozdarskega inštituta Slovenije

KNOWLEDGE FOR THE FOREST

Proceedings on the Occasion of 50 Years
of the Existence and Activities
of the Slovenian Forestry Institute

1

Ljubljana, 1997

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

630(497.4)(066)
061.6(497.4 Ljubljana):630"1947/1977"

ZNANJE za gozd : zbornik ob 50. obletnici obstoja in delovanja
Gozdarskega inštituta Slovenije / [glavni urednik, editor Maja Jurc
; prevod, translation Andrej Kržan]. - Ljubljana : Gozdarski
inštitut Slovenije, 1977

ISBN 961-90316-3-6
1. Jurc, Maja
67019008

GDK 1/9:945.4"1947/1997" (497.12)

ISBN 961-90316-3-6

UDK 630(497.4)(066)

061.6(497.4 Ljubljana):630"1947/1977"

Gozdarski inštitut Slovenije
Slovenian Forestry Institute

ZNANJE ZA GOZD

Zbornik ob 50. obletnici obstoja in delovanja
Gozdarskega inštituta Slovenije

KNOWLEDGE FOR THE FOREST

Proceedings on the Occasion of 50 Years of the Existence and Activities of the
Slovenian Forestry Institute

1

Ljubljana, 1997

Izdaja / *Issued by*:
Gozdarski inštitut Slovenije

Izdavanje sofinancira / *Subsidies by*:
Ministrstvo za znanost in tehnologijo Republike Slovenije

Glavni urednik / *Editor*:
dr. Maja Jurc

Odgovorni urednik / *Chief*:
red. prof. dr. Milan Hočevnar

Člani uredniškega odbora / *Editorial board*:
dr. Maja Jurc, mag. Igor Smolej, mag. Mirko Medved

Prevod / *Translation*:
dr. Andrej Kržan

Lektor / *Lector*:
Marjeta Šivic, slov.
Charlotte Taft, angl.

Tehnični urednik / *Technical ed*:
Irena Tavčar, Igor Sirk

Oblikovanje naslovnice / *Design*:
Rudi Mutec, mag. Dušan Jurc

Dokumentacijska obdelava / *Indexing and classification*:
dr. Marjan Zupančič, mag. Teja Koler-Povh

Naslov uredništva / *Editor Office*:
1000 Ljubljana, Večna pot 2, Slovenija

Tisk / *Print*:
PLANPRINT d.o.o. - *Littera picta*;
1000 Ljubljana, Rožna dolina c. IV/32-34
Natisnjeno maja 1997 v 400 izvodih

Fotografija na naslovnici: *Loranthus europaeus* Jacq.- navadno ohmelje (mag. Dušan Jurc)

Po mnenju Ministrstva za znanost in tehnologijo št. 415-01-051/97 z dne 22. 4. 1997 sodi Zbornik med proizvode iz 13. točke tarifne številke 3 tarife davka od prometa proizvodov in storitev za katere se plačuje 5% davek od prometa proizvodov.



GOZDARSKA KNJIZNICA

GIS K GDK9
1552/1 3



COBISS

GIS BR - GOZD.
(066)

VSEBINA

I. UVOD

HOČEVAR, M., UVODNA BESEDA.....	1
------------------------------------	---

II. RAZVOJ GOZDARSKEGA INŠTITUTA SLOVENIJE OD 1947 DO 1997

ZUPANČIČ, M. / HOČEVAR, M., USTANOVITEV IN RAZVOJ GOZDARSKEGA INŠTITUTA SLOVENIJE DO 1997.....	9
--	---

III. OKOLJE IN GOZD

SMOLE, I. / KUTNAR, L., FITOCENOLOGIJA V POLSTOLETNI ZGODOVINI GOZDARSKEGA INŠTITUTA SLOVENIJE (GIS).....	37
---	----

KALAN, J., RAZVOJ GOZDNE PEDOLOGIJE NA GOZDARSKEM INŠTITUTU SLOVENIJE.....	49
--	----

KALAN, J. / KALAN, P., RAZVOJ IN POMEN PEDOLOŠKEGA LABORATORIJA NA GOZDARSKEM INŠTITUTU SLOVENIJE.....	55
--	----

ŠOLAR, M., RAZISKOVANJE POŠKODB GOZDOV ZARADI ONESNAŽENJA ZRAKA - MEJNIKI.....	61
--	----

SIMONČIČ, P. / SMOLEJ, I., EKOSISTEMSKE RAZISKAVE NA GOZDARSKEM INŠTITUTU SLOVENIJE.....	81
--	----

BATIČ, F., BIOINDIKACIJA IN STRESNA FIZIOLOGIJA - PRINCIPI PRI EKOSISTEMSKIH RAZISKAVAH GOZDNIH EKOSISTEMOV.....	93
--	----

BOGATAJ, N., SPREMEMBE OSUTOSTI GOZDNEGA DREVJA V OBDOBJU 1987-1996 NA 16x16 km MREŽI.....	103
--	-----

IV

MUTSCH, F. / KILIAN, W. / ENGLISCH, M., MONITORING RASTIŠČ PRI ZVEZNEM GOZDARSKEM INŠTITUTU NA DUNAJU. PREGLED.....	109
---	-----

IV. PROSTORSKE RAZSEŽNOSTI GOZDA

KOVAČ, M. / ŽONTA, I., RAZVOJ GOZDARSKEGA IN PROSTORSKEGA NAČRTOVANJA NA GIS....	119
---	-----

KOBLER, A. / JONOZOVIČ, M. / ADAMIČ, M., NEKATERI VIDIKI EKOLOŠKE NIŠE RJAVEGA MEDVEDA V OBMOČJU AČ VRHNIKA-POSTOJNA. GIS ANALIZA TELEMETRIČNO ZBRANIH PODATKOV.....	133
---	-----

ŠUBIC, A. / OGULIN, A., RAZVOJ METODOLOGIJE ZA PRESOJO VPLIVOV POSEGOV NA GOZD.....	143
---	-----

AKCA, A. / PAHL, A., OPAZOVANJE OKOLJA V NARODNEM PARKU HARZ: MONITORING GOZDNIH SISTEMOV Z INTEGRACIJO POSNETKOV NA TERENU, DALJINSKEGA ZAZNAVANJA IN GEOGRAFSKEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA.....	157
--	-----

KRUŽIČ, T., MODELIRANJE GOZDNEGA SESTOJA KOT PRIPOMOČEK PRI NAČRTOVANJU GOZDNE INVENTURE.....	171
---	-----

V. VARSTVO GOZDA

JURC, D., PREGLED RAZISKOVALNEGA DELA NA PODROČJU VARSTVA GOZDOV IN LOVSTVA NA GOZDARSKEM INŠTITUTU SLOVENIJE.....	181
--	-----

BOJOVIČ, S. / JURC, D., SODOBNE GENETSKE METODE V RAZISKAVAH BIODIVERZITETE V GOZDARSTVU.....	197
---	-----

MUNDA, A., RAZISKAVE ŠTOROVK (<i>ARMILLARIA</i> /FR. : FR./ STAUDE) V SLOVENIJI.....	211
---	-----

JURC, M. / MAGAN, N., RAZLIKA V <i>IN VITRO</i> RASTI GLIV <i>CYCLANEUSMA NIVEUM</i> (PERS.: FR.) DICOSMO, PEREDO & MINTER IN <i>CYCLANEUSMA MINUS</i> (BUTIN) DICOSMO, PEREDO & MINTER KOT POKAZATELJ NJIHOVE VRSTNE RAZLIČNOSTI.....	221
HALMSCHLAGER, E., VERJETEN POMEN <i>ARMILLARIA</i> SPP. IN <i>PHYTOPHTHORA</i> SPP. V KOMPLEKSU PROPADANJA HRASTOV PRELIMINARNI REZULATATI TRILETNIH RAZISKAV PROPADANJA HRASTA IZ DVEH RASTIŠČ VZHODNE AVSTRIJE.....	233
GLAVAŠ, M. / DIMINIČ, D. / HRAŠOVEC, B. / MARGALETIČ, J., ŠKODLJIVCI IN BOLEZNI V HRVAŠKIH GOZDNIH DREVESNICH ZABELEŽENI V LETU 1996.....	245
LUKIČ, N. / VOJINOVIČ, M., PROPADANJE ALEPSKEGA BORA (<i>PINUS HALEPENSIS</i> MILL.) NA OTOKU KORČULA.....	253
 <i>VI. BIOLOGIJA GOZDA</i> 	
HORVAT-MAROLT, S., RAZVOJ ŽLAHTNENJA GOZDNEGA DREVJA V SLOVENIJI IN VKLJUČEVANJE V EVROPSKE TOKOVE.....	259
KRAIGHER, H., PREGLED DELA IN PERSPEKTIVE RAZVOJA NA PODROČJU GOZDNE BIOLOGIJE.....	277
GRECS, Z. / KRAIGHER, H., INTERAKCIJE V MIKORIZOSFERI IN KOMPLEMENTARNOST NARAVNE OBNOVE GOZDA IN OBNOVE S SADNJO / SETVIJO.....	297
ŽITNIK, S. / BOŽIČ, G. / PAVLÉ, M. / KRAIGHER, H., GOSPODARJENJE IN ZAKONODAJA NA PODROČJU GOZDNIH GENSKIH VIROV V SLOVENIJI IN SREDNJI EVROPI.....	309
BRUS, R. / BOŽIČ, G., POPULACIJSKOGENETSKE RAZISKAVE GOZDNIH DREVESNIH VRST V SLOVENIJI.....	321
MUHS, H.-J., KARAKTERIZACIJA, TESTIRANJE IN RABA GOZDNIH GENSKIH VIROV.....	331

VI

KRSTINIČ, A. / KAJBA, D., OPLEMENITENJE KITAJSKE VRBE (<i>SALIX MATSUDANA</i> KOIDZ.) IN BELE VRBE (<i>SALIX ALBA</i> L.) Z POMOČJO HIBRIDIZACIJE IN SELEKCIJE.....	341
--	-----

VII. DELO V GOZDU

MEDVED, M. / WINKLER, I. / KOŠIR, B., RAZISKOVANJE GOSPODARJENJA IN PRIDOBIVANJA LESA V ZASEBNIH GOZDOVIH	351
ROBEK, R., POTI DO OKOLJU PRIJAZNE TEHNIKE V SLOVENIJI.....	367
POGAČNIK, N. / MEDVED, M., METODE ZBIRANJA PODATKOV ZA SPREMLJANJE GOSPODARJENJA NA KMETIJAH IN Z GOZDOM.....	375
ŽGAJNAR, L. / BITENC, B., GOZD - VIR ENERGIJE V SLOVENIJI. STVARNOST IN DILEME PRI RABI LESNE BIOMASE V ENERGETIKI.....	387
BEGUŠ, J. / MEDVED, M. / POGAČNIK, N. / SLAVC, J., IZOBRAŽEVANJE ZASEBNIH LASTNIKOV GOZDOV S PODROČJA VARNEGA DELA V GOZDU.....	401
SEVER, S. / HORVAT, D., ALI IMAMO ZASNOVO DRŽAVNIH GOZDOV?.....	419

VIII. GOZDARSKA KNJIŽNICA IN ZALOŽNIŠTVO

KOLER-POVH, T., GOZDARSKA KNJIŽNICA IN INDOK DEJAVNOST NEKOČ IN DANES.....	433
KOVAČ-KEREC, D., UPORABNIKI GOZDARSKE KNJIŽNICE V 50 LETNI ZGODOVINI GOZDARSKEGA INŠTITUTA SLOVENIJE.....	449
KOVAČ-KEREC, D., ZALOŽNIŠKA DEJAVNOST GOZDARSKEGA INŠTITUTA SLOVENIJE.....	455

BIGGS, B., NAZAJ V PRIHODNOST ZA GOZDARSTVO.....	457
---	-----

IX. POSTERSKA SEKCIJA

PAVLÉ, M., RAZVOJNI VIDIKI IZBIRE SEMENSKIH SESTOJEV PO EKOLOŠKIH KRITERIJIH.....	461
---	-----

JURC, D. / JURC, M. / BATIČ, F. / SIRK, I., MIKOTEKA IN HERBARIJ GOZDARSKEGA INŠTITUTA SLOVENIJE, DEL HERBARIJA LJU.....	463
--	-----

KALAN, P., VSEBNOST KOVIN V GOZDNIH TLEH TER IGLICAH IN LISTJU GOZDNEGA DREVJA NA PLOSKVAH 16 X 16 KM MREŽE V SLOVENIJI.....	465
---	-----

KALAN, P. / KOŠMELJ, K., ZDRUŽENI LABORATORIJSKI VZORCI TAL.....	467
---	-----

SIMONČIČ, P., FOLIARNE ANALIZE GOZDNEGA DREVJA NA 16 X 16 KM MREŽI.....	469
--	-----

URBANČIČ, M., TALNE RAZMERE NA PLOSKVAH SLOVENSKE 16 x 16 KILOMETRSKE BIOINDIKACIJSKE MREŽE.....	171
--	-----

X. DELAVCI GOZDARSKEGA INŠTITUTA SLOVENIJE OD 1947 DO 1997

SEZNAM VSEH DELAVCEV, ZAPOSLENIH NA GOZDARSKEM INŠTITUTU OD LETA 1947 DO 1997.....	473
---	-----

XI. BIBLIOGRAFIJA

BIBLIOGRAFIJA RAZISKOVALCEV GOZDARSKEGA INŠTITUTA SLOVENIJE OD LETA 1986 DO 1997.....	479
--	-----

CONTENTS

I. INTRODUCTION

HOČEVAR, M., OPENING REMARKS.....	1
--------------------------------------	---

*II. THE DEVELOPMENT OF THE SLOVENIAN FORESTRY
INSTITUTE FROM 1947 TO 1997*

ZUPANČIČ, M. / HOČEVAR, M., THE ESTABLISHMENT AND DEVELOPMENT OF THE SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE UNTIL 1997.....	9
---	---

III. THE ENVIRONMENT AND FOREST

SMOLE, I. / KUTNAR, L., PHYTOCENOLOGY IN THE HALF-CENTURY HISTORY OF THE SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE	37
KALAN, J., THE DEVELOPMENT OF FOREST PEDOLOGY AT THE SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE.....	49
KALAN, J. / KALAN, P., THE DEVELOPMENT AND MEANING OF THE LABORATORY FOR SOIL SCIENCE AT THE SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE.....	55
ŠOLAR, M., RESEARCH OF FOREST DECLINE CAUSED BY AIR POLLUTION TURNING-POINTS.....	61
SIMONČIČ, P. / SMOLEJ, I., ECOSYSTEM RESEARCH AT THE SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE.....	81
BATIČ, F., BIOINDICATION AND STRESS PHYSIOLOGY AS APPROACH OF FOREST ECOSYSTEM RESEARCH.....	93

BOGATAJ, N., TREE DEFOLIATION CHANGES IN THE PERIOD 1987-1996 ON THE 16x16 KM NET.....	103
MUTSCH, F. / KILIAN, W. / ENGLISCH, M., STANDORTSMONITORING AN DER FORSTLICHEN BUNDESVERSUCHSANSTALT WIEN EIN ÜBERBLICK.....	109
<i>IV. SPATIAL ASPECTS OF FOREST</i>	
ŽONTA, I. / KOVAČ, M., DEVELOPMENT OF THE FOREST MANAGEMENT AND LANDSCAPE PANNING ON THE SFI.....	119
KOBLER, A. / JONOZOVIČ, M. / ADAMIČ, M., SOME ASPECTS OF THE BROWN BEAR ECOLOGICAL NICHE IN THE AREA OF THE VRHNIKA-POSTOJNA HIGHWAY: A GIS ANALYSIS OF THE RADIOTRACKING DATA.....	133
ŠUBIC, A. / OGULIN, A., DEVELOPMENT OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT METHODOLOGY FOR THE FOREST LANDSCAPE.....	143
AKCA, A. / PAHL, A., UMWELTBEOBACHTUNG IM NATIONALPARK HARZ: MONITORING VON WALDÖKOSYSTEMEN DURCH INTEGRATION TERRESTRISCHER AUFNAHMEN, FERNERKUNDUNG UND GIS.....	157
KRUŽIČ, T., MODELLING A FOREST STAND TO SUPPORT A FOREST INVENTORY PLAN.....	171
<i>V. FOREST PROTECTION</i>	
JURC, D., REVIEW OF RESEARCH WORK ON FOREST PROTECTION AND GAME MANAGEMENT AT THE SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE.....	181
BOJOVIČ, S. / JURC, D., MODERN GENETIC METHODS IN THE RESEARCH OF BIODIVERSITY IN FORESTRY.....	197

MUNDA, A., RESEARCH ON HONEY FUNUS (<i>ARMILLARIA</i> [FR. : FR.] STAUDE) IN SLOVENIA.....	211
JURC, M. / MAGAN, N., DIFFERENCE ON <i>IN VITRO</i> GROWTH OF FUNGI <i>Cyclaneusma niveum</i> (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter AND <i>Cyclaneusma minus</i> (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter AS A INDICATE OF THEIR SPECIES DIFFERENCES.....	221
HALMSCHLAGER, E., DIE ROLLE VON <i>ARMILLARIA</i> SPP. UND <i>PHYTOPHTHORA</i> SPP. IM KRANKHEITSSYNDROM DER EICHEN VORLÄUFIGE ERGEBNISSE EINER DREIJÄHRIGEN UNTERSUCHUNG IN ZWEI ERKRANKTEN EICHENBESTAENDEN IN OSTÖSTERREICH.....	233
GLAVAŠ, M. / DIMINIĆ, D. / HRAŠOVEC, B. / MARGALETIČ, J., PESTS AND DISEASES IN CROATIAN FORESTS NURSERIES IN 1996	245
LUKIĆ, N. / VOJINOVIĆ, M., DECLINE OF ALEPPO PINE (<i>PINUS HALEPENSIS</i> MILL.) ON ISLAND KORČULA.....	253
 <i>VI. FOREST BIOLOGY</i>	
HORVAT-MAROLT, S., THE DEVELOPMENT OF FOREST TREE IMPROVEMENT IN SLOVENIA AND ITS INCORPORATION INTO EUROPEAN CURRENTS.....	259
KRAIGHER, H., A REVIEW OF DEVELOPMENT IN THE FIELD OF FOREST BIOLOGY AND ITS PERSPECTIVES.....	277
GRECS, Z. / KRAIGHER, H., INTERACTIONS IN THE MYCORRHIZOSPHERE AND COMPLEMENTARITY OF NATURAL REGENERATION AND REGENERATION WITH PLANTING / SOWING.....	297
ŽITNIK, S. / BOŽIČ, G. / PAVLÉ, M. / KRAIGHER, H., MANAGEMENT AND REGULATION IN THE FIELD OF FOREST GENETIC RESOURCES IN SLOVENIA AND IN CENTRAL EUROPE.....	309
BRUS, R. / BOŽIČ, G., POPULATION GENETIC RESEARCH ON FOREST TREE SPECIES IN SLOVENIA.....	321

MUHS, H-J., CHARACTERISATION, TESTING AND USE OF FOREST GENETIC RESOURCES.....	331
KRSTINIĆ, A. / KAJBA, D., IMPROVEMENT OF CHINESE WILLOW (<i>SALIX MATSUDANA</i> KOIDZ.) AND WHITE WILLOW (<i>SALIX ALBA</i> L.) BY HYBRIDIZATION AND SELECTION.....	341
 <i>VII. WORK IN THE FOREST</i>	
MEDVED, M. / WINKLER, I. / KOŠIR, B., EDUCATION OF PRIVATE FOREST OWNERS IN THE FIELD OF SAFETY WORK IN FOREST.....	351
ROBEK, R., WAYS TOWARD ENVIRONMENTALLY FRIENDLY FOREST TECHNIQUE IN SLOVENIA.....	367
POGAČNIK, N. / MEDVED, M., METHODS OF MONITORING FARM AND ESPECIALLY FOREST MANAGEMENT.....	375
ŽGAJNAR, L. / BITENC, B., THE FOREST - AN ENERGY SOURCE IN SLOVENIA. REALITY AND QUESTIONS ON THE USE OF WOODEN BIOMASS IN ENERGETICS.....	387
BEGUŠ, J. / MEDVED, M. / POGAČNIK, N. / SLAVC, J., EDUCATION OF PRIVATE FOREST OWNERS IN THE FIELD OF SAFETY WORK IN FOREST.....	401
SEVER, S. / HORVAT, D., DO WE HAVE A CONCEPT FOR STATE FORESTS ?.....	419
 <i>VIII. FORESTRY LIBRARY AND PUBLISHING ACTIVITY</i>	
KOLER-POVH, T., PAST AND PRESENT ACTIVITIES OF FOREST LIBRARY AND INDOC SERVICE.....	433

KOVAČ-KEREC, D., FORESTRY LIBRARY USERS IN 50 YEARS HISTORY OF THE SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE.....	449
--	-----

KOVAČ-KEREC, D., PUBLISHING ACTIVITY OF SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE.....	455
--	-----

BIGGS, B., BACK TO THE FUTURE FOR FORESTRY.....	457
--	-----

IX. POSTER SECTIONS

PAVLÉ, M., DEVELOPMENTAL ASPECTS OF SELECTION OF SEED STANDS AFTER ECOLOGICAL CRITERIA.....	461
---	-----

JURC, D. / JURC, M. / BATIČ, F. / SIRK, I., MIKOTEKA AND HERBARIUM OF SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE, PART OF LJU HERBARIUM.....	463
--	-----

KALAN, P., THE METAL CONTENT IN FOREST SOIL, FOREST TREE NEEDLES AND LEAVES ON PLOTS IN THE 16X16 KM SLOVENIAN FOREST NETWORK.....	465
---	-----

KALAN, P. / KOŠMELJ, K., COMPOSITE LABORATORY SOIL SAMPLES.....	467
SIMONČIČ, P., FOLIAR ANALYSIS OF FOREST TREES IN THE 16 X 16 KM NET.....	469

URBANČIČ, M., SOIL CONDITIONS IN THE PLOTS OF THE SLOVENIAN 16 X 16 KM BIOINDICATION NETWORK.....	471
---	-----

X. EMPLOYEES OF THE SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE FROM 1947 TO 1997

EMPLOYEES OF THE SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE FROM 1947 TO 1997.....	473
---	-----

XI. BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAPHY OF THE RESEARCHERS AT THE SFI FROM 1986 TO 1997.....	479
---	-----

UVODNA BESEDA

Milan HOČEVAR*

Gozdarski inštitut Slovenije slavi pol stoletja obstoja. Navada je, da se takšne obletnice tudi primerno zaznamuje, predvsem pa so primeren mejnik za pogled na prehojeno pot in dosežene rezultate ter obenem priložnost za zahvalo vsem, ki so po svojih močeh prispevali k uspešnemu delovanju inštituta vse do danes. Kot že mnogokrat v naši zgodovini, nam sredstva velikih slavic ne dopuščajo, obletnico zaznamujemo zato s skromno priložnostno svečanostjo in organizacijo mednarodnega simpozija na temo Znanje za gozd. Ob tej priliki izdajamo pričujoči Zbornik referatov in predstavitveno knjižico: Gozdarski inštitut Slovenije 1997.

Ko se ob 50-letnici obstoja Gozdarskega inštituta Slovenije oziramo na prehojeno pot, težave in uspehe, seveda niso toliko pomembne podrobnosti kot vprašanje ali je bila smer prava. Le če vemo, kje stojimo danes, bomo namreč znali določiti pravilno pot v bodočnost. Mislim, da na postavljeno vprašanje lahko odgovorimo pritrdilno.

Za gozd je 50 let kratko obdobje, prekratko, da bi lahko z gotovostjo trdili, da so gozdovi za katere nas danes zavidajo kolegi po Evropi, izključna zasluga slovenske gozdarske vede. Je pa seveda res, da bi slovenski gozdarji v tem času z napačnim delom gozdove lahko tudi povsem uničili, podobno kot se je to v dogajalo drugod po svetu. Vsakoletna krčenja tropskih gozdov, in ne samo teh, ki presegajo površino slovenskih, to neovrgljivo dokazujejo.

Razmeroma močna nevarnost, da se kaj takega zgodi, je bila prisotna prav prva leta po 2. svetovni vojni tudi pri nas, to je v času, ko se je rojevala ideja o ustanovitvi lastnega gozdarskega raziskovalnega inštituta. Gozdni fondi so bili zaradi premočnih sečenj še v predvojnih časih oslabljeni, novonastala socialistična država pa je v gozdu znova videla predvsem najenostavnejši način za pridobivanje prepotrebnih finančnih sredstev brez večjih lastnih vložkov.

* Red . prof . dr . direktor . Gozdarski inštitut Slovenije . Ljubljana . Večna pot 2 . SLO

Planske sečnje in brigadni, golosečni način gospodarjenja so se vse do leta 1952 zajedali v naše najlepše gozdove ter zahtevali daleč več kot je znašala naravna zmogljivosti gozdov. Posledice v gozdu so bile zaradi neprimerne koncentracije sečenj v pristopnejših področjih še toliko hujše. V takih razmerah se je rojevala odločna zavest, da je potrebno nadaljni razvoj gozdnega in lesnega gospodarstva postaviti na znanstvene temelje, za katere skrbi usposobljena znanstveno raziskovalna organizacija. Z odločbo z dne 26. aprila 1947 je bil Gozdarski inštitut Slovenije tudi formalno ustanovljen. V letih, ki so sledila, inštitut ni menjaval samo imena in gospodarje, temveč tudi vsebino svojega dela.

Prvi raziskovalni načrt, tako imenovani tematski plan, je upošteval predvsem nujne potrebe takratne gozdarske operative, vendar je istočasno predpisoval, da morajo imeti naloge znanstveno-teoretski ali znanstveno-operativni značaj. Omembno vredno je dejstvo, da je že ta prvi dokument usmerjal raziskovalce v sodelovanje s tujino in nalagal skrb za izobraževanje gozdarskih strokovnjakov. Kljub temu, da je temeljni značaj raziskav v polstoletnem obdobju ostal isti (edina razlika je, da danes govorimo o temeljnih in aplikativnih raziskavah), pa so se težišča raziskav le močno prilagajala potrebam časa kot to lahko razberemo za posamezna strokovna področja iz preglednih člankov v poglavju 2 tega Zbornika, mogoče pa jih je razbrati tudi iz pregleda bibliografije delavcev inštituta, ki je tudi predstavljena v prilogi.

Znanstveno-raziskovalnega razvoja inštituta pa ni moč razumeti brez poznavanja sprememb družbenega okolja in notranje organizacije, ki so pregledno predstavljene v zgodovinskem pregledu Ustanovitev in zgodovinski razvoj inštituta, ki odpira 2. poglavje, takoj po tem uvodu. Za bralca, ki ga zanimajo posamezne osebnosti, ki so od leta 1947 do 1997 delovale za krajši ali daljši čas na Inštitutu in dajale pečat njegovemu delu, pa je prav gotovo zanimiv tudi kadrovski pregled.

Danes je Gozdarski inštitut Slovenije javna raziskovalna institucija nacionalnega pomena, ki deluje na področju gozdov in gozdnega prostora, gozdarstva, divjadi in lovstva. Inštitut, katerega ustanovitelj je vlada Republike Slovenije, deluje ustrezno svojemu okoljsko naravnemu poslanstvu pod okriljem Ministrstva za

znanost in tehnologijo, Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvom in prehrano in Ministrstva za okolje in prostor.

Od prvih začetkov, ko je bila skrb inštituta predvsem obnova in ureditev takoj po vojni precej devastiranih gozdov, se je inštitut v pol stoletja razvil v sodobno raziskovalno inštitucijo z obsežnim raziskovalnim programom. Zadnja desetletja so prinesle bistvene družbene in socialne spremembe, ki se v veliki meri odražajo tudi v odnosu človeka do gozda in gozdarstva. Moderne tehnologije na eni strani človeka osvobajajo in mu zagotavljajo več prostega časa, na drugi strani pa ogrožajo njegov nadaljni obstoj s tem, da onesnažujejo okolje in povzročajo propadanje naravnih ekosistemov. Delovanje inštituta je danes usmerjeno v celostno reševanje problemov slovenskega gozda in gozdarstva pri čemer je v zadnjem času zaznaven premik na področje širše problematike okolja in prostora. Močno je poudarjeno tudi področje bioloških raziskav, ki se ukvarjajo z razumevanjem temeljnih procesov odziva vegetacije na okoljske stese. Nekatere zanimive rezultate aktualnih znanstvenih raziskav predstavljajo v pričujočem Zborniku objave naših mlajših znanstvenih sodelavcev. Z njimi se postavljamo ob bok raziskovalnemu delu, ki ga predstavljajo nekateri povabljeni kolegi iz tujine.

Nove zahteve so spremenile tudi naravo raziskovalnega dela. Gozd še nadalje ostaja torišče raziskav, vendar ne več edini laboratorij. Sodobne raziskave niso več mogoče brez moderno opremljenih laboratorijev in uporabe vseh možnosti sodobne informatike. To zahteva od raziskovalcev vedno več znanja, raziskave pa postajajo vedno dražje. Kronično pomanjkanje finančnih sredstev tako ostaja stična točka pionirjev in modernih raziskovalcev.

Sodobni okoljski problemi dobivajo globalni značaj, ki jih ena sama inštitucija ne more obvladati. Nujno je sodelovanje s sorodnimi institucijami doma in v tujini. Že tradicionalno je sodelovanje med Gozdarskim inštitutom in Oddelkom za gozdarstvo, Biotehniške fakultete v Ljubljani, ki obsega tako skupno raziskovalno dejavnost kot vključevanje sodelavcev inštituta v pedagoško delo na Univerzi. Obenem postajajo vse tesnejši stiki s tistimi inštitucijami, ki tudi delujejo na okoljskem in ekološkem področju, tako doma kot v tujini. Od mednarodnih

projektov je tu potrebno predvsem omeniti vključevanje v vseevropski monitoring propadanja gozdov (ICP Forest), sodelovanje z Avstrijo in v zadnjem času z Evropsko Zvezo ter sodelovanje s skupnostjo Alpe-Jadran.

Pred 50 leti je država jasno spoznala, da potrebuje gozdarsko raziskovalno ustanovo in zagotovila zanjo za tiste čase redka finančna sredstva za izgradnjo stavbe in za sprotno, čeprav skromno delovanje. Skoraj 50 let kasneje, leta 1993 je nova država Slovenija stala pred isto odločitvijo. Odločila se je enako, torej da je potrebno Gozdarski inštitut kot osrednjo ustanovo na področju gozdarstva ohraniti, ni pa enako smelo uredilila tudi njegovo financiranje. Tako se Gozdarski inštitut ravno ob 50-letnici zopet bolj kot z znanstveni problemi, ukvarja z vprašanjem preživetja in zagotavljanjem finančnih sredstev za normalno delo.

Ker potreba po lastni, gozdarski raziskovalni in razvojni dejavnosti ni vprašljiva, je naloga slovenske države, da preko sistema pravnega reda in oblastnih institucij zagotovi inštitutu takšen status, da bo lahko v bodoče usmerjal vse sile v znanstveno-raziskovalno delo in reševanje specifično slovenskih problemov.

OPENING REMARKS

Milan HOČEVAR*

The Slovenian Forestry Institute is celebrating the one half century of its existence. It is a custom to mark such occasions appropriately, but most of all it is a fitting event at which to look at the path behind us and the achievements accomplished, while at the same time it is an opportunity to thank all that have contributed their best abilities to the successful operations of the institute up to the present day. As so often happens in our history, our funds do not permit a large celebration so we are marking this anniversary by holding a modest gathering and by organizing an international symposium on the theme: Knowledge for the Forest. For this occasion we are also publishing the present proceedings and an introductory booklet: The Slovenian Forestry Institute 1997.

On the fiftieth anniversary of the Slovenian Forestry Institute, when we look at the path we have taken, the troubles and successes, the details are not as important as the question: was the direction taken the right one? I think that we can answer this question with a yes. Only if we know where we are today will we be able to choose the right path in the future.

Fifty years is a short period for a forest. Too short to allow us to say that the forests which are the envy of our European colleagues are such exclusively due to the forestry science in Slovenia. However, it is also true that this was a period in which Slovenian foresters could have completely destroyed the forests by working wrongly, as was done in other places in the world. The annual shrinking of tropical forests, among others, which exceed the area of Slovenian forests, prove this beyond a doubt.

There was a relatively large danger that something like that could happen in Slovenia in the years immediately after the second world war, which was also the time when the idea of establishing our own forestry research institute came about. The forest resources were still weakened from too much prewar logging

* Red . prof . , dr . , direktor , Gozdraski inštitut Slovenije , Ljubljana , Večna pot 2 , SLO

and the newly established socialist state again viewed the forest as the simplest source for obtaining much needed monetary funds without a large input. Up to 1952 planned logging and the brigade-like clear cutting management method ate into our forests, demanding more of them than was their natural capacity. The consequences were even worse due to improper logging concentration in readily accessible areas. Under such conditions, the realization was dawning that the future development of forestry and logging should be founded on scientific principles defined by a scientific research organization. The Slovenian Forestry Institute was formally established by a decree dated April 27, 1947. In the following years the institute not only changed its name and its masters, but also the content of its work.

The first research plan, the so-called thematic plan, primarily took account of the needs of the forestry operative, while at the same time prescribing the scientific-theoretical or scientific-operative character of the projects. It should be pointed out that this first document already directed researchers toward cooperation with foreign professionals and gave them the responsibility for the education of forestry experts. Although the basic character of research over half a century has remained the same (the only difference is that today we talk of basic and applied research), the research focuses have adjusted to the needs of the times. This may be seen for several professional fields from the review articles in Chapter 2 of these proceedings, but it may also be seen in the review of the bibliography of Institute employees that is presented in the appendix.

The scientific research development of the Institute cannot be understood without knowledge of the changes in the social environment and in the internal organization. These are presented in the historic overview: Establishment and the Historic Development of the Institute, which opens Chapter 2 following this introduction. Those readers interested in the various personalities that worked at the Institute for shorter or longer periods between 1947 to 1997, and left their mark on the Institute, will be interested in the personnel review.

Today, the Slovenian Forestry Institute is a public research institution of national importance active in the area of forests and forest landscapes, forestry, wildlife,

and hunting. The Institute that was founded by the Republic of Slovenia acts, in accordance with its environmentally oriented legacy, under the auspices of the Ministry for Science and Technology, the Ministry for Agriculture, Forestry and Food and the Ministry of Environment and Physical Planning.

From its inception, when its main concern was the renewal and ordering of the considerably devastated forests immediately after the war, the Institute has developed, over the course of fifty years, into a modern research institution with an extensive research program. The past few decades have brought considerable social changes which have been reflected, to a large extent, in the approach of man toward the forest and forestry. On one side modern technologies liberate man and give him more free time, but on the other side they endanger his continued existence by polluting the environment and causing the destruction of natural ecosystems. Today, the activities of the Institute are directed toward comprehensively solving the problems of Slovenian forests and forestry. In recent times there has been a significant shift toward more general environmental and landscape questions. A strong emphasis has been given to biological studies dealing with the basic process of vegetation response to environmental stress. Some interesting results from current research performed by our younger scientific colleagues are presented in the present proceedings. With these results, we have placed ourselves side by side with the research work presented by several invited foreign colleagues.

New needs have changed the nature of research work. The forest continues to stay at the center of our research, but it is not the only laboratory anymore. Modern research is no longer possible without modern well equipped laboratories and the utilization of all possibilities given by modern information facilities. This requires an increasing level of knowledge from researchers while, at the same time, research is becoming increasingly expensive. Thus, a chronic lack of financial resources remains a common point for pioneers and modern researchers alike.

Modern environmental problems are gaining a global character that cannot be dealt with by a single institution. Therefore, cooperation among related domestic

and foreign institutions is a necessity. Cooperation between the Slovenian Forestry Institute and the Forestry Department of the Biotechnical Faculty in Ljubljana is already a tradition. This cooperation covers a common research area, as well as the involvement of the Institute collaborators in the educational work at the university. At the same time, we are developing ever closer contacts with those institutions working in the environmental and ecological field in Slovenia, as well as abroad. For international projects, it is necessary to mention our participation in the all-European monitoring of forest deterioration (ICP Forest), cooperation with Austria, and, in recent years, cooperation with the European Union and with the Alpe-Adria group.

Fifty years ago the state realized its need for a research forestry institution and provided, at that time, the rare financial means for the construction of the building and a continued, if modest, operation. In 1993, almost fifty years later, the new Slovenian state stood facing the same question. It made the same decision, namely, that it is necessary to keep the Slovenian Forestry Institute as the central forestry research institution, but it was not as decisive in arranging its financing. As a consequence, the Slovenian Forestry Institute celebrates its fiftieth anniversary concerned more with the question of its survival and providing financial means for normal work than with scientific problems.

Because the need for our own forestry research and development activity is beyond doubt, it is the obligation of the Slovenian state to use the legal system and its government institutions to provide the Institute with a status that will make it possible to direct all its capabilities into scientific- research work and into solving specific Slovenian problems in the future.

GDK 945.4:946.3:(497.12) "1947-1997"

USTANOVITEV IN RAZVOJ GOZDARSKEGA INŠTITUTA SLOVENIJE DO 1997

Marjan ZUPANČIČ,* Milan HOČEVAR**

Izvleček

Prizadevanja za ustanovitev gozdarskega inštituta so se pojavila v Sloveniji že pred drugo svetovno vojno, uresničena pa so bila šele v letu 1947. V letih 1947 do 1956 je bila zgrajena inštitutska zgradba v Ljubljani z ustrežno infrastrukturo, ustanovljene raziskovalne postaje in osnovane številne poskusne ploskve po vsej Sloveniji. Kljub težavnim razmeram v povojnem času so snovalci inštituta začeli svoje poslanstvo uspešno in na visoki intelektualni ravni. Raziskave v prvem, pionirskem obdobju so bile usmerjene predvsem v reševanje aktualnih, problemov gozdarske in lesnopredelovalne operative, vendar z jasnimi znanstveno-teoretičnim pristopom. V zadnjih 50-ih letih je inštitut večkrat menjal ime in gospodarje in z nastankom slovenske države v letu 1993 zaživel kot javni raziskovalni zavod nacionalnega pomena, katerega ustanovitelj je postala vlada Republike Slovenije. Delovanje inštituta je danes usmerjeno v celostno reševanje problemov na področju gozdnih ekosistemov, gozdarstva in ekologije divjadi pri čemer je v zadnjem času zaznaven premik na področje širše problematike okolja in gozdnega prostora.

Ključne besede: gozdarstvo, raziskovanje, zgodovina, gozdarski inštitut, Slovenija

THE ESTABLISHMENT AND DEVELOPMENT OF THE SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE UNTIL 1997

Abstract

The efforts to establish a Slovenian Forestry Institute appeared in Slovenia prior to the second world war, however, they were realized only in 1947. The years 1947 to 1956 brought the construction of the institute building with the appropriate infrastructure in Ljubljana, the formation of research stations and numerous research plots throughout Slovenia. Despite difficult conditions in the post-war era the founders started their work with success and on a high intellectual level. The research in this initial period was oriented toward solving current problems of the forestry and wood processing operative. The work was based on a clear scientific-theoretical approach. In the past 50 years the Institute changed names and masters but with the establishment of an independent Slovenian state it became a public research institute of national importance with the Slovenian state as its founder. Today the activity of the Institute is directed toward comprehensively solving problems in the area of forest ecosystems, forestry, and wildlife ecology. Work in recent times has been marked by a discernible shift to the more general area of environmental and landscape problems.

Key words: forestry, research, history, forestry institute, Slovenia

* Dr., dipl. inž. gozd., 4281 Mojstrana, Ul. Jakoba Aljaža 16, SLO

** Dr., red. prof., Gozdarski inštitut Slovenije, 1000 Ljubljana, Večna pot 2, SLO

1 UVOD

Ta pogled na 50 let zgodovine našega inštituta gotovo ne more biti kakšen temeljit zgodovinski pregled. Za kaj takega se bo treba še posebej potruditi. Tukaj naj se predvsem spomnimo starejše generacije slovenskih gozdarjev, ki so zgradili temelje gozdarskega raziskovanja in šolstva. Njihovo delo je vredno vsega spoštovanja zlasti glede na hudo svinčeno dobo, v kateri se je to dogajalo.

Takoj na začetku je treba reči, da ima gozdarsko raziskovanje svoje posebnosti. Gozdarska znanost, ki je zasnovana na svetovnih in domačih izsledkih temeljnih bioloških in ekoloških znanosti, že od vsega začetka pa tudi tehniških in ekonomskih ved, je veda z zahtevnim interdisciplinarnim značajem. Bolj kakor katera druga veda je gozdarska znanost vpeta v specifični slovenski prostor in mora zato upoštevati njene naravne danosti, kar onemogoča neposredno prenašanje tujih izkušenj, obenem pa terja razvoj lastnega znanja za reševanje specifično slovenskih problemov. Gozdarstvo ni znanost tehnoloških revolucij, pač pa znanost dolgotrajnega potrpežljivega dela. Vsa spoznanja je treba preverjati in dopolnjevati v teku dolgih desetletij. K temu nas sili tudi dolgotrajnost življenjskega ciklusa gozda. Hitre spremembe so lahko le uničenje gozda. Temu primerno mora biti gozdarsko raziskovanje izraženo dolgoročno. Raziskovalec, ki se loti dolgoročnega raziskovanja, mora upoštevati s svojo človeško časovno omejenost in začeto delo pravočasno prepustiti mlajšemu nasledniku. Temu primerno naj bi bilo tudi financiranje raziskovanj izraženo dolgoročno, stalno in zagotovljeno. Takega financiranja je bilo v našem gozdarskem raziskovanju zaenkrat zelo malo.

Zgodovina našega inštituta se ne začne leta 1947 z odločbo takratne vlade Ljudske republike Slovenije o ustanovitvi "Gozdarskega inštituta Slovenije", ampak že mnogo prej. Če je Evropa domovina odgovornega gozdarstva po načelu trajnosti, potem Slovenija še zdaleč ni nepomembna med evropskimi deželami. Naj omenimo samo pogozdovanje Krasa, ki je bilo veliko delo takratnega gozdarstva na slovenskih tleh. Čeprav tujerodna, pa vendar domača so imena strokovnjakov, kot Ressel, Hufnagl, Guttenberg, Salzer, Dimitz, Rossipal, Goll, Schollmayer, Putick itd., ki so veliko prispevali tudi za poglobljanje

gozdarske vede na Slovenskem. Prva svetovna vojna kot ena od največjih katastrof za naš narod je prekinila tudi obetajoči razvoj gozdarske vede in stroke. Med obema vojnama se je ta razvoj vendarle uspešno nadaljeval. Od imen naj omenim najprej inž. Antona Šivica, ki je kasneje zaslužen dobiti posebno priznanje dunajske Visoke šole za kulturo tal, pa tudi inž. Viktorja Novaka in inž. Mirka Šušteršiča. Nadalje ne smemo spregledati inž. Stanka Sotoška, ki je l. 1938 v Mariboru ustanovil Gozdarski Vestnik. Že leta 1936 je Stanko Sotošek dal pobudo za ustanovitev "gozdarske poskusne postaje" pri Gozdarski šoli v Mariboru.

V začetku leta 1941 na predlog inž. Stanka Sotoška Kmetijska zbornica opravila anketo o stanju gozdarstva v Sloveniji, ki je zajela vse takratne pomembne strokovnjake gozdarske in sorodnih strok. Najvidnejši med njimi so nastopili v 21 predavanjih in odločno zahtevali ustanovitev slovenske gozdarske raziskovalne ustanove. Med predavatelji so bili tudi inž. Franjo Sevnik, inž. Jože Miklavžič, inž. Lojze Žumer in inž. Martin Čokl. Vsi ti so kasneje postali pomembni sodelavci Gozdarskega inštituta Slovenije. Anketo sta vodila inž. Martin Čokl, kot tajnik za gozdarstvo pri Kmetijski zbornici, in inšpektor inž. Anton Šivic. Druga svetovna vojna je ta prizadevanja prekinila (ustno sporočilo prof. inž. Martina Čokla).

2 USTANOVITEV

O ustanovitvi inštituta in o njegovih začetkih izvemo veliko v prvi številki inštitutskega zbornika, ki se je imenoval takratnemu času primerno po rusko "Izvestja" (CIVIDINI WRABER 1950). Misel na gozdarsko znanstveno in raziskovalno ustanovo se je pojavila tudi v partizanski vojski, kot omenja Kmecl (1988). V okviru takratnega Ministrstva za gozdarstvo Ljudske republike Slovenije je bil konec leta 1945 v oddelku za prosveto ustanovljen odsek za gozdarska raziskovanja, ki se je ukvarjal z organizacijo pridobivanja borove smole ter s študijem tehnologije in fiziologije smolarjenja, kar je bilo takrat zelo aktualno. Ta oddelek ima zasluge, da je našel in zagotovil izredno primerno zemljišče za inštitutsko stavbo, za kar smo mu lahko še danes hvaležni. Konec leta 1946 je takratni minister za kmetijstvo in gozdarstvo pooblastil inž. Franja Sevnika z nadaljnjim delom pri ustanovitvi gozdarskega inštituta. Priprave na ustanovitev so

se nadaljevale in 26. aprila 1947 je bila v Uradnem listu LRS objavljena odločba o ustanovitvi Gozdarskega inštituta Slovenije. Naloge inštituta so zapisane v 2. členu te odločbe.

Gozdarski inštitut:

- a) vodi, usmerja in združuje vse znanstveno delo v gozdarstvu in lesni industriji Slovenije;
- b) spremlja razvoj gozdarske in druge znanosti ter vzdržuje stike s podobnimi ustanovami v tuzemstvu in inozemstvu;
- c) proučuje posebne pogoje in činitelje gozdarstva in lesne industrije v Sloveniji ter z izsledki svojih raziskovanj daje pobude za naprednejše gospodarstvo;
- č) daje nasvete in strokovna mnenja s področja gozdarstva in lesne industrije;
- d) proučuje izvajanje znanstvenih izsledkov v praksi;
- e) izdaja poročila o svojem delu, razprave in druge strokovne publikacije;
- f) sodeluje pri usposabljanju in spopolnjevanju gozdarskih strokovnih kadrov.

Kljub nekoliko arhaičnemu besednjaku lahko rečemo, da so te naloge še danes aktualne. Hkrati z ustanovitvijo inštituta se je leta 1947 začela graditev sedanje inštitutske stavbe. Kot navaja Kmecl (1988), so takratne nacionalizacije, konfiskacije, razlastitve, agrarne reforme, prisilno delo popolnoma spremenile slovenski lastninski in družbeni svet. Te spremembe so spremljale solze, bolečine, nepojmljiva krutost, izguba neštetihi človeških življenj. Pri vsem tem je le nastajalo samobitno narodno gozdarstvo. Ustanovitev Gozdarskega inštituta l. 1947 in leto kasneje Gozdarskega oddelka na Fakulteti za agronomijo in gozdarstvo je bila vsega spoštovanja vreden dosežek takratne generacije gozdarjev. In teh gozdarjev ni bilo veliko. Le zelo redki maturanti so se v času med obema svetovnjima vojnama odločali za študij gozdarstva. Študirali so v Zagrebu, Beogradu ali celo na Dunaju in v Pragi. Službovali so po vsej kraljevini Jugoslaviji, predvsem v Bosni, na Hrvaškem, na dalmatinskih otokih, in nazadnje so le lahko zaživelii v svoji rodni Sloveniji. Od takratne gozdarske generacije naj omenimo samo nekaj imen v naključnem vrstnem redu, gotovo ne vseh, ki bi jih moral omeniti: prof. inž. Franjo Sevnik, prof. inž. Franjo Rainer, prof. inž. Stanko Sotošek, prof. inž. Ivan Klemenčič, inž. Alojz Žumer, inž. Rudolf Cividini, prof. inž.

Martin Čokl, inž. Jože Miklavžič, dr. ing. Miran Brinar, inž. Vladimir Beltram, direktor inž. Bogdan Žagar, inž. Franjo Jurhar, prof. inž. Zdravko Turk, prof. inž. Jože Šlander, inž. Tugomir Canjko, dr. inž. Rudolf Pipan, prof. dr. inž. Ivan Možina, prof. inž. Lojze Funkl, doc. inž. Franjo Sgerm in drugi. Od teh živijo v zelo visoki starosti le še štirje (dr. inž. M. Brinar, inž. T. Canjko, prof. inž. M. Čokl, doc. inž. F. Sgerm).

3 PIONIRSKO OBDOBJE

Začetni časi Gozdarskega inštituta niso mogli biti drugačni kot zelo težki. Pomanjkanje primernih prostorov, laboratorijske opreme, kvalificiranih sodelavcev, hudo skromno financiranje, vse to je terjalo od sodelavcev inštituta veliko idealizma in požrtvovalnosti. Z dograditvijo stavbe inštituta pod Rožnikom v Ljubljani v letu 1956 so bile prostorske stiske v glavnem rešene. Velike težave so bile z izobraženimi kadri, ki jih takratna oblast ni pustila dolgo na enem mestu in jih je pogosto premeščala. Predvsem v začetku petdesetih let je inštitut prestajal še vse drugačne stiske, ki so mu vzele nekaj najboljših ljudi, tudi inž. Marijo Kodrič in dr. Maksa Wrabra. Nekaj o teh časih lahko zaslutimo na inštitutskem hodniku, kjer najdemo nekakšno galerijo direktorjev inštituta. Tam je tudi skromna fotografija inž. Jožeta Jošta, ki je bil direktor inštituta samo v marcu in aprilu 1950, nato se je njegova življenska pot nadaljevala na Golem otoku. Šele po dolgih letih je prišel nazaj v domovino. V objavljenih virih o tem obdobju ne najdemo ničesar. To obdobje še vedno predstavlja nedotaknjeno praznino v zgodovinskem spominu našega inštituta. Pionirsko prvo desetletje inštituta je bilo kljub vsemu nepojmljivo hudemu in težkemu vendar obdobje postavljanja temeljev gozdarskega raziskovanja. Iz poročila (CIVIDINI WRABER 1950) razberemo, da je bilo delo zastavljeno na visoki intelektualni ravni. Obdobje do začetka petdesetih let je bilo čas brigadirskega načina dela v gozdu, čas velikih povojnih posekov, čas izvrševanja t.i. petletke in pri vsem tem obdobje delovne zagnanosti in pričakovanja boljše prihodnosti. Vsega tega si danes že ne moremo več predstavljati. Na sliki na inštitutskem hodniku poleg že omenjene galerije direktorjev vidimo sliko, ki kaže inž. Alojza Žumra s krampom v roki pri prostovoljnem delu pri rušenju starih stavb na inštitutskem zemljišču. Prostovoljno fizično delo je bilo takrat nekaj obveznega za vsakogar. Kot

povzemamo inštitutskih izvestij, je od prvih pionirjev inštituta treba omeniti prof. inž. Franja Sevnika kot ustanovitelja in prvega direktorja, nato inž. Alojza Žumra, inž. Rudolfa Cividinija. Junija 1947 sta se jim pridružila dr. inž. Vlado Tregubov in dr. Maks Wraber. Kasneje so se jim pridružili še nekateri drugi ugledni strokovnjaki. Pogoste reorganizacijske spremembe, ki so posredno ali neposredno zadele tudi inštitut, so prinesle in odnesle še marsikatero ime. Med zunanje sodelavce inštituta lahko štejemo predvsem sodelavce Gozdarskega oddelka Fakultete za agronomijo, gozdarstvo in kasneje veterino, kasnejše Biotehniške fakultete, pa tudi druge ugledne strokovnjake, npr. dr. Rudolfa Pipana, inž. Tugomirja Canjka.

Inštitut s svojo zavidanja vredno stavbo pod Rožnikom je bil od vsega začetka zamišljen kot ustanova, ki naj bi združevala vse raziskovalno delo na področju gozdarstva in lesarstva v Sloveniji. Žal se to kasneje ni uresničilo. Pionirji našega inštituta so že takoj na začetku zastavili delo s tisto velikopoteznostjo, ki je nujna za uspešno delo v gozdarskem raziskovanju. Zaradi takratnih reorganizacijskih pretresov jim žal ni bilo dano, da bi začeto nadaljevali. Osnovali so, povzeto po omenjenem poročilu, med drugim 13 raziskovalnih postaj po vsej Sloveniji, med njimi tudi pomožno raziskovalno postajo Rdeči breg nad Podvelko z nasadom tujerodnih drevesnih vrst. Poleg tega so izločili deset stalnih poskusnih ploskev, sicer so hoteli izločiti in opremiti skupaj kar 64 poskusnih ploskev s skupno površino 80 ha. Izločili so vzorni poskusni objekt Lehen na Pohorju s površino 400 ha in predlagali za izločitev še nadalje štiri s skupno površino skoraj 4000 ha. Predlagali so tri velike študijske objekte v Julijskih Alpah, med njimi dolino Male Pišnice, in enega v Karavankah s skupno površino 3400 ha. Trajno zaslugo so si pridobili z zavarovanjem pragozdnih rezervatov, od tega šest na Kočevskem ter po enega na Gorjancih in na Pohorju, s skupno površino 296 ha. Gozdne brigade so se jih že lotile s sekirami in žagami, toda na srečo do večjega uničenja po zaslugi Gozdarskega inštituta ni prišlo.

Trajna zasluga inštituta je tudi ustanovitev Gozdarske knjižnice, ki je zbrala gozdarsko knjižno gradivo nekdanje Banske uprave, Kmetijske zbornice, Gozdarskega društva, Gozdne direkcije v Ljubljani, Začasne državne uprave razlaščenih veleposestev, Okrožnega glavarstva in prevzela gradivo nekaj

manjših zasebnih zbirk. Velika začetna težava je bilo pomanjkanje najnovejše tuje literature.

Kmalu po ustanovitvi inštituta se je leta 1950 začela izdajateljska dejavnost z rednimi inštitutskimi zborniki in knjižno zbirko Strokovna in znanstvena dela. Prvi in dolgoletni urednik teh publikacij je bil inž. Martin Čokl.

Med trajne zasluge lahko štejemo tudi prizadevanja za ustanovitev Triglavskega narodnega parka v razširjenem obsegu, ki pa takrat še niso pokazala uspeha.

Sprejemanje delovnega načrta je bilo v prvi letih inštituta zelo zapleten postopek. Končno odobritev tematskega plana, kot so ga imenovali, je morala dati Zvezna planska komisija. Zavedali so se nevarnosti, da bi se inštitut po sili razmer izgubil v golem prakticizmu in čisti operativi, namesto da bi se ukvarjal z znanstvenooperativnimi in znanstvenoteoretičnimi nalogami, kot je napisano v omenjenem viru. Kot se je pokazalo pozneje, je bila ta bojazen utemeljena.

Med cilje takratne raziskovalne dejavnosti je spadala po omenjenem viru najprej "določitev gozdnih tipov oz. tipov rastišč, vegetacijskih oblik, gospodarsko tehničnih prijemov, biološke in tehnične kakovosti gozdnih sestojev." Izdelati je bilo treba najprej delovno metodiko in sicer predvsem z mrežo različnih raziskovalnih ploskev in objektov na terenu. Kartiranje rastlinskih združb in gozdnih talnih tipov se je začelo najprej na triglavskem področju. Posebno pozornost so posvetili visokovrednim smrekovim sestojem na Pokljuki in gospodarjenju z njimi po načelu stroge trajnosti.

Med pomembne naloge je spadala razmejitev "gozdnogospodarskih področij in lesnoindustrijskih bazenov". Gozdnogospodarska področja oz. območja, ki naj bi bila hkrati lesnoindustrijska območja, naj bi predstavljale zaokrožene naravne in gospodarske enote. Razvoj lesne industrije naj bi se ravnal po zmogljivostih gozdov v teh območjih. Žal se je lesna industrija kasneje razvijala čisto drugače. Razdelitev na gozdnogospodarska območja pa je ohranila svojo trajno vrednost.

Velik pomen so takrat pripisovali "razvoju gozdne in lesne kemije", ki naj bi pri takratnem racionalizatorstvu in inovatorstvu pomagala porabiti vse lesne ostanke oziroma odpadke. Med drugim so se veliko ukvarjali z destilacijo smrekovih iglic za pridobivanje eteričnih olj. Aktualna je bila suha destilacija borovih štorov in poogljevanje lesa.

Pomebna naloga gozdarskega inštituta je bila raziskovanje prebiralnih gozdov in prebiralnega gospodarjenja sploh. V dobi neusmiljenega petletkarskega izsekavanju slovenskih gozdov je iskanje rešitve v prebiralnem gospodarjenju več kot razumljivo. To naj bi tudi nadomestilo golosečno gospodarjenje z enodobnimi sestoji. Premena enodobnih smrekovih monokultur je bila pomembna raziskovalna naloga inštituta.

V teh pionirskih leth inštituta je bil tudi postavljen temelj za ureditev gozdnega semenarstva in drevesničarstva. Tako beremo v omenjenem viru: "V sodelovanju z Upravo za povzdigo gozdov in državnim gozdnogospodarskim podjetjem "Gozdne semenarne in drevesnice" je Gozdarski inštitut za prve nujne potrebe operative izvršil začasno razdelitev (rajonizacijo) slovenskega ozemlja na sedem semenarskih okolišev (rajonov)". To tako pomembno pionirsko delo se je kasneje izgubilo v neodgovornih improvizacijah in pravni neurejenosti.

Med raziskovalne naloge je spadalo preučevanje pragozdne vegetacije, vegetacije in klimatologije kraških mrazišč. Velik pomen je imelo tudi "preučevanje visokoplaninskega gospodarjenja in sicer razmejevanje pašnih in gozdnih zemljišč ter dviganje gornje meje gozdne vegetacije". Problem visokogorske gozdne paše je bil takrat gotovo zelo aktualen, sicer še danes ni rešen. S tem problemom se je še posebej ukvarjal Zavod za planinske gozdove pod vodstvom dr. inž. Vlada Tregubova.

V času velikih povojnih sečenj in množičnih pojavov gozdnih škodljivcev je imelo velik pomen tudi raziskovanje na področju varstva gozdov, tudi biologije lubadarjev in borovega prelca. Kot rezultat tega dela je nastal t. i. entomološki zaboje. V tej zvezi naj omenimo prof. inž. Jožeta Šlandra, ki je postal zaslužen zaradi zavzemanja za biološke načine varstva gozdov.

Velik pomen so takrat pripisovali "razvoju gozdne in lesne kemije", ki naj bi pri takratnem racionalizatorstvu in inovatorstvu pomagala porabiti vse lesne ostanke oziroma odpadke. Med drugim so se veliko ukvarjali z destilacijo smrekovih iglic za pridobivanje eteričnih olj. Aktualna je bila suha destilacija borovih štorov in poogljevanje lesa.

Pomebna naloga gozdarskega inštituta je bila raziskovanje prebiralnih gozdov in prebiralnega gospodarjenja sploh. V dobi neusmiljenega petletkarskega izsekavanju slovenskih gozdov je iskanje rešitve v prebiralnem gospodarjenju več kot razumljivo. To naj bi tudi nadomestilo golosečno gospodarjenje z enodobnimi sestoji. Premena enodobnih smrekovih monokultur je bila pomembna raziskovalna naloga inštituta.

V teh pionirskih leth inštituta je bil tudi postavljen temelj za ureditev gozdnega semenarstva in drevesničarstva. Tako beremo v omenjenem viru: "V sodelovanju z Upravo za povzdigo gozdov in državnim gozdnogospodarskim podjetjem "Gozdne semenarne in drevesnice" je Gozdarski inštitut za prve nujne potrebe operative izvršil začasno razdelitev (rajonizacijo) slovenskega ozemlja na sedem semenarskih okolišev (rajonov)". To tako pomembno pionirsko delo se je kasneje izgubilo v neodgovornih improvizacijah in pravni neurejenosti.

Med raziskovalne naloge je spadalo preučevanje pragozdne vegetacije, vegetacije in klimatologije kraških mrazišč. Velik pomen je imelo tudi "preučevanje visokoplaninskega gospodarjenja in sicer razmejevanje pašnih in gozdnih zemljišč ter dviganje gornje meje gozdne vegetacije". Problem visokogorske gozdne paše je bil takrat gotovo zelo aktualen, sicer še danes ni rešen. S tem problemom se je še posebej ukvarjal Zavod za planinske gozdove pod vodstvom dr. inž. Vlada Tregubova.

V času velikih povojnih sečenj in množičnih pojavov gozdnih škodljivcev je imelo velik pomen tudi raziskovanje na področju varstva gozdov, tudi biologije lubadarjev in borovega prelca. Kot rezultat tega dela je nastal t. i. entomološki zabož. V tej zvezi naj omenimo prof. inž. Jožeta Šlandra, ki je postal zaslužen zaradi zavzemanja za biološke načine varstva gozdov.

Brigadirski sistem dela v gozdu je spodbudil raziskave o verižnih motornih žagah, o polnojarmenikih, pa tudi "analizo ostankov in odpadkov raznih produktov gozdne lesne proizvodnje". Med takratnimi aktualnosti naj še omenimo "prototip racionaliziranega smolarskega noža lastne konstrukcije". Za prirastoslovna merjenja je bil v izdelavi "prototip hipsometra lastne konstrukcije za potrebe operative".

Ukvarjali so se tudi s tujerodnimi drevesnimi vrstami in sicer z zeleno duglazijo, sitko, zelenim borom, rdečim hrastom in in seveda kanadskim topolom. Žal se zastavljeno delo na nasadih tujerodnih vrst, ki terja izrazito dolgoročnost, kasneje ni nadaljevalo.

Sicer so bili sodelavci inštituta vsestransko aktivni kot svetovalci za prakso, kot učitelji in inštruktorji pri raznih tečajih. Sodelovanje s prakso je imelo zelo velik pomen. Ni manjkalo sodelovanja z gradbenim inštitutom glede gradbenih elementov iz lesa, z Inštitutom za elektrozveze glede lesenih drogov, pa še z mnogimi drugimi ustanovami po takratni Jugoslaviji. Sicer so člani inštituta sodelovali pri mnogih čisto operativnih delih, tudi "pri strokovnih in organizacijskih problemih zveznega značaja".

Tudi v času t.i. železne zavese ni manjkalo stikov s tujino. Omenjena so tri študijska potovanja, v Čehoslovaško, Švico in Avstrijo.

V sodelovanju z drugimi znanstvenimi in raziskovalnimi ustanovami je treba omeniti še delo na področju gozdarske terminologije, pri kategorizaciji zemljišč ter razmejevanju med gozdovi in pašniki, pri načrtu "kmetijske melioracije Pomurja", pri osnovanju protivetrnih pasov drevja v Pomurju.

Delo na področju varstva narave je obsegalo prizadevanje za zaščito razširjenega Triglavskega narodnega parka, pri ohranitvi zadnjih ostankov pragozdov, pri inventarizaciji nasadov in dreves tujerodnih vrst, pri zaščiti parkovnih nasadov, arboretumov ipd.

4 NA ZAČETKU DRUGEGA DESETLETJA

Ob desetletnici obstoja Gozdarskega inštituta v letu 1957 je zanimivo poročilo o njegovem delu napisal takratni direktor inž. Bogdan Žagar (1957). V uvodu avtor poudarja velik pomen lesne surovine, kar še vedno drži, če gledamo vsaj nekoliko dolgoročno in globalno. Les je bil takrat pri nas izrazito deficitna surovina in bo gotovo prej ali slej spet postal. Avtor poroča o preimenovanju v Inštitut za gozdarstvo in lesno industrijo v letu 1952, o tem kako je bil inštitut priključen Fakulteti za agronomijo in gozdarstvo, kako je imel inštitut še celo vrsto terenskih raziskovalnih objektov. Dalje poroča o preimenovanju v Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo v letu 1954. Po tem letu se je končalo proračunsko financiranje, inštitut pa je postal samostojni zavod v pristojnosti Sveta za kulturo in prosveto. Leta 1956 je bil imenovan upravni odbor inštituta in tako se je uveljavilo načelo družbenega upravljanja, ki je veljalo za kulturne in znanstvene ustanove. V tem letu je bila dograjena inštitutska stavba pod Rožnikom. Graditev je zaradi vsakovrstnih težav takratnega časa trajala celih devet let. Del dograjenih prostorov je takrat zasedel gozdarski oddelek takratne Fakultete za agronomijo in gozdarstvo.

Zanimiv je tudi pregled takratne raziskovalne tematike. Od ustanovitve naprej je bilo ves čas močno zastopano tudi lesarstvo in tako je imel inštitut gozdarski in lesarski oddelek. V obeh usmeritvah je bilo veliko dela za neposredne potrebe prakse. Veliko je bilo raznih gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtov za posamezne gospodarske enote. Ni manjkalo konkretnih načrtov cestnega omrežja, načrtov za preureditev posameznih lesnoindustrijskih obratov.

V gozdarski usmeritvi je bilo posebno pomembno topolarstvo. Od topola kot hitrorastoče vrste so zaradi pomanjkanju lesa veliko pričakovali. Aktualna je bila premena čistih in enodobnih smrekovih sestojev. Misel o sonaravnosti je bila že takrat prisotna. Tako je bil narejen obsežen načrt za premeno pohorskih smrekovih monokultur.

Takratni "pokrajinski gospodarski načrt" za trboveljski okraj in še nekaj podobnih načrtov je že pomenilo začetek današnjega načrtovanja rabe prostora.

Med stalne naloge inštituta je spadalo gozdno semenarstvo, predvsem delo s semenskimi sestoji in preskušanje kakovosti semena v laboratoriju za potrebe prakse. Velika pozornost je bila namenjena biologiji bukve in tehnologiji bukovega lesa. Za bukovino kot les najbolj razširjene drevesne vrste v Sloveniji naj bi se tako našlo čim več možnosti uporabe, da bi tako omilili pomanjkanje lesa iglavcev. Avtor še podrobneje našteva takratne raziskave na področju varstva gozdov, konzerviranja tal oz. preprečevanja erozije, urejanja gozdov, izrabe gozdov, lovstva, ekonomike gozdarstva in lesarstva. Posebej je treba omeniti dolgoletne raziskave kostanjevega raka, ki jih je vodila biologinja Stana Hočevar.

V tem času je inž. Jože Miklavžič navezal stike z dr. Joergom Barnerjem, takratnim docentom in kasneje profesorjem na univerzi v Freiburgu v jugozahodni Nemčiji. Ta je dolga leta spremljal razvoj gozdarskega inštituta in pri njem so doktorirali trije njegovi sodelavci (BARNER 1986).

V lesarstvu so bila takrat zelo aktualna raziskovanja v zvezi z lesnimi ploščami, katerim so pripisovali veliko prihodnost in za katere naj bi uporabili lesne odpadke in vsakovrstni drobni les. Ta pričakovanja so se kasneje pokazala kot pretirana. Sicer je bilo zelo aktualno sušenje lesa, površinska obdelava lesa, toplotne obdelave lesa, kemične predelave, zaščite lesa, lesnega strojništva. Avtor s ponosom navaja, da je inštitut razvil domača kemična sredstva in brusne papirje za površinsko obdelavo lesa, kar naj bi pomagalo pri osamosvojitvi od uvoza in naj bi prihranilo velike vsote deviznih dinarjev. Iz tega je razvidna takratna avtarkična usmerjenost gospodarstva.

Kot pravi avtor, "so vse inštitutske raziskave konkretne in življensko povezane z neposrednim razvojem našega gozdnega in lesnega gospodarstva". Inštitut, ki je takrat postal finančno samostojen, je iskal vire financiranja pri takratnih raziskovalnih skladih in v raziskovalnih naročilih gozdarske operative in lesne industrije. Ta naročila so pogosto terjala izdelavo konkretnih načrtov za potrebe prakse in niso imela veliko skupnega z raziskovalnim delom. Kljub temu je bilo takrat opravljeno nekaj dela s trajno znanstveno vrednostjo. Posebej je treba omeniti delo inž. Antona Šivica z naslovom Bibliografski in drugi za razvoj gozdarstva na Slovenskem pomembni podatki. To izredno obsežno delo z letnico

1960 je avtor natipkal lastnoročno v štirih izvodih. Delo obsega bibliografske podatke tudi najstarejših znanih virov, veliko število podatkov iz nekdanjih avstroogrskih virov, tudi iz takratnega dnevnega časopisja in seveda podatke vse do leta 1956. Upam, da se je to ogromno in nenadomestljivo delo ohranilo še v kakšnem izvodu in nujno bi bilo, da bi poskrbeli za njegovo objavo v večjem številu izvodov.

5 NA ZAČETKU TRETJEGA DESETLETJA

Ob dvajsetletnici inštituta leta 1967 najdemo v objavljenih virih dve poročili, ki ju je napisal takratni direktor dr. ing. Milan Ciglar (1967, 1968), in poročilo, ki ga je napisal ing. Lojze Funkl (1969). Za šestdeseta leta, ki so sledila svinčnim letom, lahko rečemo, da so bila doba odjuge v političnem in gospodarskem življenju. Svež, toda oster veter je prinesla gospodarska reforma leta 1965 in terjala svoj davek. Gospodarski položaj inštituta se je v tem letu zelo zaostрил. Nujna je bila racionalizacija in združevanje raziskovalnih zmogljivosti, kar je terjalo povezanost raziskovalnega dela Gozdarskega inštituta in gozdarskega oddelka Biotehniške fakultete. Petinsedemdeset odstotkov stroškov raziskovalnega dela so prevzele takratne gozdnogospodarske organizacije oz. njihovo združenje. Pomen raziskovalnih skladov, kot je bil predvsem Sklad Borisa Kidriča, se je takrat zelo zmanjšal.

Kot ugotavlja takratni direktor dr. ing. Milan Ciglar (1967), se prvotna zamisel, po kateri naj bi inštitut združeval vse raziskovalno delo na področju gozdarstva in lesarstva, ni uresničevala. Drobilo se je tisto, kar je bilo nekoč enotno in usklajeno. K temu je pripomogel takratni splošni politični in gospodarski razvoj. Nastajale so nove inštitucije in organizacije. Tako se je na gozdarskem oddelku Biotehniške fakultete pojavila še posebna lesarska smer in se kasneje razvila v samostojen oddelek. Poleg tega se je pojavil Inštitut za lesno industrijo, Biološki inštitut Slovenske akademije znanosti in umetnosti je prevzel delo na področju gozdne fitocenologije. V gozdarstvu in lesarstvu so se pojavljali biroji, ki so pogosto tudi brez potrebnih kvalifikacij prevzemali raziskovalna dela.

Raziskovalno delo gozdarskega inštituta in Gozdarskega oddelka Biotehniške fakultete je bilo v teh prvih dveh desetletjih med seboj dobro povezano, za kar je imelo zasluge predvsem Poslovno združenje gozdnogospodarskih organizacij. Taka usmeritev je bila gotovo primerna in racionalna. Povezanost je potrdilo tudi novo imenovanje inštituta, sprejeto pomladi 1968, in sicer Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti. Še naprej razdrobljeno je bilo raziskovalno delo na področju lesarstva, kar je po dvajsetih letih delovanja pripomoglo k zamrtju lesarskega oddelka na inštitutu.

Direktor Milan Ciglar (1967, 1968) še omenja takratne probleme inštituta, predvsem nevzpodbudni finančni položaj, ki ni privabljal sposobnih mlajših strokovnjakov. Poudarja potrebo po stabilnem dolgoročnem financiranju raziskovalnega dela, kar je za gozdarsko raziskovanje še posebno nujno. Povezanost s prakso in Poslovnim združenjem gozdnogospodarskih organizacij je takrat pomenila edino trdno osnovo za dolgoročno financiranje in načrtovanje raziskovalnega dela. Te povezanosti v drugih strokah takrat skoraj ni bilo in tako je gozdarstvo lahko veljalo kot dober zgled.

Iz omenjenih virov (CIGLAR 1967, 1968, FUNKL 1969), je razvidna raziskovalna tematika, ki je prevladovala v drugem desetletju obstoja inštituta. Omeniti je treba predvsem naslednje: "Melioracijski načrt za Gornjo Savsko dolino", "Melioracijski načrt za kras Slovenskega Primorja", biologija bukve, tehnologija bukovega lesa, semenarstvo, izotopi v gozdni genetiki, topolarstvo, lesne plantaže, urejanje gozdov in izdelava prirastnih oz. donosnih tablic, potem še številne naloge na področju rabe gozdov, gozdne mehanizacije, načrtovanja omrežja gozdnih cest, ukrepanja proti eroziji tal, naloge na področju gozdne ekonomike. Nadaljevalo se je delo na področju gozdne terminologije. Med stalne naloge inštituta je spadalo določevanje gozdnih boleznin in škodljivcev ter ukrepanje proti njim, zdravstveni pregled gozdnih drevesnic, tematika lesnih plantaž, razne stalne naloge na področju lovstva. Posebna zasluga raziskovanja na tem področju je spremljanje uspešne naselitve risa na Kočevskem in sploh preučevanje velike mesojede divjadi.

6 DOBA SOCIALISTIČNEGA SAMOUPRAVLJANJA

Po viharnem letu 1968 se je odjuga v političnem in gospodarskem življenju takratne Jugoslavije začela neopazno spreminjati v svinčeno sivino sedemdesetih let. S tem se je začela doba t.i. samoupravljanja. Režimovski politični aktivizem je zajel tudi Gozdarski inštitut. Filozofijo in logiko samoupravljanja nekoliko analizira Kmecl (1988), sicer je o tej dobi zaenkrat še zelo težko podati pravično sodbo. Značilno je bilo razlikovanje med t.i. proizvodnjo in t.i. porabo, kamor je spadala znanost, šolstvo, zdravstvo, kultura. pri čemer je bila t.i. poraba nekakšno nezaželeno breme in temu primerno v podrejenem položaju. Za ta čas je bilo značilno nekakšno samoupravno lastništvo in podjetništvo z rento položaja, kar je prišlo do izraza tudi v gozdarstvu. Gozdarski inštitut je bil pri tem le "porabnik".

V sedemdesetih letih se je zaradi novih delovnih področij obseg dela na inštitutu povečal. Na novo se je pojavila problematika poškodovanosti gozda zaradi onesnaženega zraka, ki je v osemdesetih letih dobila še poseben pomen. S tem so se postopno začele vsakoletne inventure poškodovanosti gozda. Zelo se je povečalo delo na področju načrtovanja rabe prostora. To področje je od leta 1971 do svoje nenadne smrti v letu 1977 vodil dr. dipl. ing. Milan Ciglar. Leta 1980 je računalništvo postalo nepogrešljivi del inštitutske dejavnosti in s tem se je začel razvijati odsek za gozdno informatiko. V tem odseku naj bi se združilo razdrobljeno delo na tem področju v Sloveniji, kar žal ni uspelo.

Pri financiranju raziskovalnega dela je imel veliko vlogo sistem samoupravnih raziskovalnih skupnosti s splošnimi in posebnimi raziskovalnimi skupnostmi, z raziskovalnimi skupnosti od republiške do občinske ravni (KMECL 1988).

Raziskovalna problematika, kot jo povzemamo po bibliografiji Zornove in Prežlja (1986), se je v sedemdesetih letih zelo razširila, kar se kaže tudi v številu nalog, objavljenih del, elaboratov, izvedenskih mnenj. Raziskovalne naloge so po tej bibliografiji dobro pokrivalo celotno področje gozdarstva in deloma celo lesarstva. K temu so pripomogli številni zunanji sodelavci inštituta kot avtorji ali soavtorji raziskav. To so bili predvsem pedagoški delavci na Gozdarskem oddelku

Biotehniške fakultete pa tudi številni strokovnjaki iz gozdarske prakse ali iz drugih raziskovalnih ustanov. Kot premalo pokrito področje lahko omenimo gozdno genetiko, gozdno semenarstvo in morda še kaj. Po objavljenih naslovih v omenjeni bibliografiji je opazno predvsem veliko število del na področju načrtovanja rabe prostora. Poleg številnih manjših krajinskih ureditvenih načrtov so nastali obsežni krajinski načrti v zvezi s koridorji plinovodov in daljnovodov v gozdnem prostoru (1976). Iz prejšnjega obdobja se je v manjšem obsegu nadaljevalo delo na področju topolarstva in lesnih plantaž, izdelan je bil gozdomelioracijski načrt za Haloze po zgledu takšnih načrtov v prejšnjem obdobju. Stalno je bilo prisotno fitocenološko kartiranje. Dobro je bilo zastopano področje lovstva, prirastoslovja, gozdne mehanizacije, gozdarske politike in ekonomike. Nekaj je bilo bolj temeljnih raziskav, predvsem na področju mikologije, preučevanje mikoflore v pragozdnih ostankih, biologije bukve pa tudi raziskave drevesnih korenin, propadanja jelke in krajevnih ras rdečega bora v Sloveniji.

Vse do leta 1982 so bili vsi raziskovalni programi na področju gozdarstva združeni pod vodstvom inštituta, ki je bil tako ustrezno ustanovitvenemu aktu v letu 1947 v resnici osrednja raziskovalna organizacija, ki je pokrivala vsa strokovna področja v gozdarski dejavnosti. Cepitev raziskovalnega programa na inštitut in gozdarski oddelek Biotehniške fakultete, je oslabila predvsem inštitut, ki je izgubil nosilce nekaterih pomembnih raziskovalnih področij, kot so npr.: gojenje, urejanje, ekonomika, obenem pa tudi močno osiromašila kadrovsko strukturo raziskovalcev zaradi upada števila raziskovalcev z akademskimi naslovi. Čas je obvladovalo t.i. "tozdiranje", to je drobitev prej enotnih delovnih organizacij oz. prejšne delovne povezanosti. Racionalnost in uspešnost raziskovalnega dela je s tem doživela težek udarec.

V tem času se je vendar zgodila ena integracija. Konec leta 1980 se je inštitutu priključil Biro za gozdarsko načrtovanje po uspešnem referendumu delavcev obeh ustanov. Ta združitev se je z velikim trudom in mnogimi hudimi zapleti pripravljala več let. Vzroke za težavnost tega združevanja lahko pripišemo takratni "tozdovski" miselnosti in nezdravim osebnim ambicijam. Na usmeritev in obseg raziskovalnega dela na inštitutu ta združitev ni imela večjega vpliva.

Kmecl (1987) omenja posvetovanje Zveze inženirjev in tehnikov gozdarstva in lesne industrije v Postojni let 1983 z naslovom Znanstveno in raziskovalno delo v dolgoročnem razvoju gozdarstva in lesarstva. Naslov je bil po mnenju avtorja preširoko in premalo določeno zastavljen in uspeh posvetovanja temu primeren.

Največji dogodek osemdesetih let je bil svetovni kongres Mednarodne zveze gozdarskih raziskovalnih ustanov (IUFRO) leta 1986 v Ljubljani. Kongres je terjal tudi od inštitutskih sodelavcev veliko pripravjalnega in organizacijskega dela. Čeprav je bila aktivna udeležba sodelavcev inštituta preskromna, je kongres pomenil prepotrebno seznanjanje z razvito gozdarsko znanostjo drugod po svetu.

Kmecl (1988) omenja še nekatere probleme pri podiplomskem izobraževanju raziskovalcev. Tako omenja izredno težko, dolgotrajno in vsebinsko neustrezno pot do magistrirjev in doktoratov na Gozdarskem oddelku Biotehniške fakultete, ki je predstavljala veliko oviro za uveljavitev inštituta in posameznih raziskovalcev. Avtor kot takratni direktor inštituta omenja tudi organizacijsko drobljenje raziskovalnega dela, ki so ga še bolj drobile osebne ambicije posameznikov.

Leta 1985 se je v Sloveniji začela akcija "2000 mladih raziskovalcev", ki je omogočila mnogim mladim, ki so končali visoko šolo, da se vključili v raziskovalno delo in začeli s podiplomskim študijem. Po letu 1986 se je začelo povečevati število mladih raziskovalcev. S tem se je postopno začela izboljševati kvalifikacijska sestava inštituta.

V začetku osemdesetih let se je na inštitutu začelo uveljavljati delo na področju pridobivanja gozdnih proizvodov, ki je bilo pred tem manj razvito. Raziskovalna problematika je ostajala še naprej zelo razvejana, se je dopolnjevala z raziskovanji na gozdarskem oddelku Biotehniške fakultete. Žal pa ni bilo več potrebne povezanosti med obema ustanovama.

7 PRELOM IN NAJNOVEJŠI ČAS

Že kmalu po kongresa IUFRO v letu 1986 se je kljub megalomanskemu jugoslovanskemu kongresnemu blišču dalo zaslutiti, da nekaj poka od napetosti in da se nekaj ruši. Konec osemdesetih let so se začele v gozdarstvu pojavljati vse večje težave v financiranju raziskovalnega dela, ki so dosegle svoj višek v času osamosvajanja Slovenije. Finančno stisko inštituta je že v drugi polovici 80-desetih let sprožilo vse pogostejše izogibanje gozdnogospodarskih organizacij, združenih v Splošni poslovni skupnosti, da izpolnujejo sprejete obvezosti pri financiranju, čeprav njihov položaj ni bil slab. V teh razmerah je bilo finančno stanje inštituta vse bolj odvisno le od takratne Raziskovalne skupnosti Slovenije, ki pa tudi ni povečala vlaganj v gozdarsko področje.

Za preživetje inštituta so bila najtežja leta slovenskega osamosvajanja od 1990 do 1994. Samoupravno financiranje je dokončno odpovedalo, nov sistem se je gradil le počasi. Odgovornost za financiranje je prevzelo Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano pa tudi novonastalo Ministrstvo za znanost in tehnologijo, vendar je bil pritok finančnih sredstev nizek in predvse zelo nereden. K preživetju inštituta je v tem kritičnem obdobju prispevalo sodelovanje z dunajskim gozdarskim inštitutom (Forstliche Bundesversuchsanstalt) in Univerzo za kulturo tal na Dunaju (Universitaet fuer Bodenkultur) v okviru avstrijskega programa sodelovanja in pomoči državam v tranziciji. Med pomembnimi raziskovalnimi nalogami tega sodelovanja je treba omeniti tematiko propadanja hrastov. To sodelovanje je omogočilo vključevanje inštituta v mednarodne raziskovalne programe namenjene državam v tranziciji.

Stvari so se začele urejati šele s sprejetjem novega Zakona o gozdovih (1993) in s formalno preobrazbo inštituta v javni raziskovalni zavod pod prvotnim imenom: Gozdarskegi inštitut Slovenije (1994). Inštitut, katerega ustanovitelj je postala vlada Republike Slovenije, je začel delovati ustrezno svojemu poslanstvu pod okriljem Ministrstva za znanost in tehnologijo, Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in Ministrstva za okolje in prostor.

Temeljne usmeritve raziskovalnega dela kot drugih dejavnosti na Gozdarskem inštitutu Slovenije (okrajšava: GIS) so bile načelno opredeljene z Zakonom o gozdovih (Ur.l. 1993/30), Sklepom o uskladitvi ustanovitvenega akta javnega raziskovalnega zavoda Gozdarski inštitut Slovenije (Ur.l.1994/1) in Statutom GIS (17.1.1995). V teh aktih je bil Gozdarski inštitut Slovenije opredeljen kot javni raziskovalni zavod nacionalnega pomena, kot nosilec in izvajalec temeljnega in aplikativnega raziskovanja ter razvoja na področju gozdov, gozdnate krajine, gozdarstva, divjadi in lovstva ter nekaterih nalog javne gozdarske službe.

Sklep o ustanovitvi Gozdarskega inštituta Slovenije je opredelil temeljne dejavnosti takole:

- Inštitut izvaja raziskovalno dejavnost na področju gozdov, gozdarstva, divjadi in lovstva.

Naloga Gozdarskega inštituta Slovenije je, da na podlagi lastnih in tujih raziskav in izkušenj ter znanj iz literature nudi znanstveno utemeljen odgovor na vsa bistvena in aktualna vprašanja gozdarske stroke in hkrati skrbi za prenos in promocijo svojih dosežkov doma in v tujini. S svojimi znanji pokriva GIS vsa bistvena področja gozdarstva in gozdne ekologije.

- Dejavnosti javne gozdarske službe od teh:

a) Spremljanje stanja in razvoja gozdov od tega:

- usmerjanje in strokovno vodenje spremljanja stanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov po predpisih zakona o gozdovih in predpisih o varstvu okolja;
- usmerjanje in strokovno vodenje poročevalske prognozično - diagnostične službe za gozdove;
- strokovno usmerjanje gozdne semenarske in drevesničarske dejavnosti;

b) Vodenje evidenc in baz podatkov od tega:

- razvijanje in strokovno usmerjanje informacijskega sistema za gozdove;
- izvajanje programa statističnih raziskav za gozdove in gozdarstvo;

c) Usmerjanje gospodarjenja z gozdovi, gozdnim prostorom, posamičnim gozdnim drevjem ter skupinami gozdnega drevja zunaj naselij od tega:
- priprava strokovnih podlag in predlogov normativov za opravljanje del v gozdovih.

- Inštitut izdeluje študije ranljivosti okolja in študije za presojo vplivov na okolje po predpisih o varstvu okolja.

Poleg tega je dobil GIS javna pooblastila za izdajanje potrdil na področju gozdnega semenja in sadik v skladu s predpisi o semenju in sadikah ter opravljanje strokovnega in zdravstvenega nadzora nad gozdnim semenarstvom in drevesničarstvom.

Finančne težave je uprava inštituta reševala z zmanjšanjem zaposlenih, kar je pomenilo predčasno upokožitev kar 12 raziskovalcev, med njimi tudi dolgoletnega direktorja Marka Kmecla, s čemer se je število zaposlenih skupaj s nekaterimi drugimi odhodi delavcev zmanjšalo pod 50. Ta groba kadrovska rez je pomenila močno kadrovsko osiromašitev. Inštitut je v kratkem času izgubil skoraj vse doktorje znanosti, kar je za kratek čas skoraj onemogočilo pridobivanje novih raziskovalnih projektov in močno otežilo izbiro mentorskih kadrov. Obenem je nastali položaj omogočil mladim raziskovalcem enkratne možnosti uveljavitve. V letu 1997 inštitut zopet zaposluje 5 doktorjev znanosti.

Preoblikovanje inštituta pa ni potekalo brez težav, ki bi bile le finančne narave. Z odhodom starejših raziskovalcev so nenadoma ostala pomembna strokovna področja nepokrita, mladi raziskovalci, večinoma specializirani na posamezne teme, pa so se znašli brez znanj, ki jih prinašajo le dolgoletne izkušnje. Do premikov pa je prišlo tudi v delovni usmeritvi inštituta, ki so bili v veliki meri pogojeni z zahtevami financerjev in njihovim gledanjem na kakovost raziskovalnih rezultatov. Nacionalni raziskovalni program, ki ga je sredi 90-let opredelilo Ministrstvo za znanost in tehnologijo je razdelil raziskave na temeljne (radovednostne), uporabne in razvojne. Na žalost delež obeh prvih tipov raziskav, ki je nekako zagotavljal preživetje, na inštitutu ni bil nikoli visok in je nihal v razponu od 10 do 15%. Gozdarska raziskovalna sfera si je zato mnogo obetala

od ciljnih raziskovalnih programov, ki so bili izrazito uporabnostno opredeljeni in so vznikli v letu 1993. Na gozdarskem področju je bil izdelan program CRP GOZD, ki ga je financiralo predvsem Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, deloma pa tudi Ministrstvo za znanost in tehnologijo. Program pa ni izpolnil vseh pričakovanj in zamira.

Zadnje desetletje je bilo tudi obdobje iskanja primernih organizacijskih oblik in smiselnega raziskovalnega in delovnega programa. V tem obdobju je bila oddelčna zgradba kar trikrat spremenjena, pogosto se je spreminjala tudi sestava raziskovalnih skupin. Zaradi zahtev Ministrstva za znanost in tehnologijo, da za nosilstvo raziskovalnih projektov lahko kandidirajo le doktorji znanosti, je bila posebna pozornost posvečena pridobivanju novih raziskovalcev, ki je začelo potekati skoraj izključno v sklopu programa mladih raziskovalcev in študijem za magisterij in doktorat.

Oblikovanje raziskovalnega programa inštituta je potekalo v osemdesetih letih v okvirju sodelovanja v Odboru za znanstveno in raziskovalno delo Splošnega združenja za gozdarstvo, v novi slovenski državi pa predvsem preko razpisov za prijavo raziskovalnih projektov Ministrstva za znanost in tehnologijo ter v okvirju Programskega odbora CRP GOZD. Delež tržnih raziskav je padel na skoraj zanemarljivo raven.

V obdobju nekje do sredine devetdesetih let je bilo delovanje inštituta usmerjeno v veliki meri v raziskave fenomena propadanja gozdov in z njim povezanih okoljskih problemov. Vzpostavljen je bil intenziven sistem terenskega monitoringa na vzorčni mreži 4 x 4 km ter zahtevnih pedo-laboratorijskih in fizioloških raziskav. V tej zvezi so nastale kar 4 doktorske disertacije in nekaj magisterijev, s čimer se je močno okrepil biološko-ekološki oddelek inštituta. Na področju varstva gozdov so ostale raziskave osredotočene na fitopatološko področje. V raziskavah na področju lovstva in ekologije divjadi (ris, medved) se je težišče premaknilo na področje načrtovanja in celostnega proučevanja habitatov. Zaživel je ponovno področje semenarstva in genetike, močno so se okrepile razne fiziološke raziskave ter raziskave mikorize in koreninskih

simbiontov. Inštitut se je začel intenzivno ukvarjati s posledicami lastniških sprememb v gozdovih in načini dela v kmečkih gozdovih.

V zadnjem času je zaznaven premik na širše področje okoljske problematike in prostora. Vse večji pomen so začele dobivati moderna gozdarska, računalniško podprta informatika, ki je obsegala razne metode daljinskega zaznavanja (satelitski in letalski posnetki, razvoj ortofotografije) in prostorskih informacijskih sistemov (PIS). Inštitut je začel graditi gozdarski informacijski sistem GOZDIS, ki naj bi z moderno PIS tehnologijo povezal vsebinske in prostorske baze podatkov v gozdarstvu s vseslovenskim prostorskim informacijskim sistemom in nudil osnove za gozdarsko načrtovanje na operativni in nacionalni ravni. Zaradi vseintenzivnejših posegov v gozdni prostor je bil raziskovalni program sredi devetdesetih let razširjen na področje presoje antropogenih vplivov in posegov na gozd in gozdni prostor (PVO).

Kakovost raziskovalnega dela meri nova slovenska država predvsem na mednarodni odmevnosti raziskovalcev ter njihovih projektov. To je poživilo mednarodno sodelovanje in vključevanje v mednarodne projekte, istočasno pa na nekaterih strokovnih področjih vodilo do zanemarjenja tradicionalno dobre povezave z gozdarsko operativo. Te pomanjkljivosti bo potrebno z jasno usmeritvijo bodočega raziskovalnega dela odpraviti.

8 POVZETEK IN ZAKLJUČEK

Slovenija spada med srednjeevropske dežele, ki se lahko ponašajo s tradicijo urejenega gozdarstva po načelu trajnosti. Pobude za ustanovitev lastne gozdarske raziskovalne ustanove so se začele pojavljati pred drugo svetovno vojno in so bile uresničene leta 1947 z ustanovitvijo Gozdarskega inštituta Slovenije. Uresničili so jo v zelo težavnih razmerah maloštevilni slovenski akademsko izobraženi gozdarji, to je generacija gozdarjev, ki je skoraj v celoti že odšla. Njihovemu pionirskemu delu moramo danes izreči priznanje in občudovanje. V letu 1948 je bil ustanovljen tudi gozdarski oddelek na takratni Fakulteti za agronomijo in gozdarstvo.

Pionirji Gozdarskega inštituta Slovenije so delo zastavili na visoki intelektualni ravni ter z velikopoteznostjo, brez katere uspeha v gozdarskem raziskovanju ne more biti. Izbrali so veliko število raziskovalnih ploskev in drugih stalnih študijskih gozdnih površin. Njihova trajna zasluga je med drugim tudi ohranitev pragozdnih ostankov v Sloveniji. Delo se je delilo na gozdarsko in lesarsko področje. Veliko je bilo neposrednega dela za potrebe prakse. Pozornost je v začetku veljala tipološkemu preučevanju gozda. Začeli so z urejanjem gozdnega semenarstva. Obdelovali so takratne najbolj akutne probleme gozdarstva, tako tudi premeno smrekovih monokultur, obremenitve gozda s pašo.

Leta 1952 se je Gozdarski inštitut preimenoval v Inštitut za gozdarstvo in lesno industrijo in je bil priključen takratni Fakulteti za agronomijo in gozdarstvo. Leta 1954 je sledilo novo preimenovanje v Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo. Leta 1958 je inštitut postal finančno samostojen zavod in tako je bilo konec proračunskega financiranja. V delovnem programu inštituta je imelo velik pomen gojenje topolov, tipološka preučevanja gozda, problemi varstva gozdov, delo po naročilih gozdarske operative, delo na področju lovstva.

V šestdesetih letih so se razmere glede financiranja delovanja inštituta zelo zaostrele. Zaradi potrebne racionalizacije je bila nujna tesna povezanost raziskovalnega dela med inštitutom in gozdarskim oddelkom Biotehniške fakultete. Ta povezanost med Gozdarskim inštitutom in gozdarsko visoko šolo je sicer obstojala že ves čas. Inštitut je takrat videl najboljše izgleda za svoje financiranje v tesnem sodelovanju z gozdarsko operativo.

Po dveh desetletjih obstoja se je raziskovalna problematika inštituta precej razširila. Gozdarsko raziskovanje so prevzemale tudi druge organizacije, tako biološki oddelek Slovenske akademije znanosti in umetnosti in Biro za gozdarsko načrtovanje. Zaradi pojavljanja novih raziskovalnih organizacij na področju lesarstva je lesarski oddelek na inštitutu prenehal delovati. Po letu 1968 je nastopila doba t.i. socialističnega samoupravljanje. Ta je še povečala organizacijsko drobitev gozdarskega raziskovalnega dela in v letu 1982 dokončno razbila povezanost med inštitutom in gozdarskim oddelkom Biotehniške fakultete, kar je zelo prizadelo racionalnost in učinkovitost

gozdarskega raziskovanja. V sedemdesetih letih se je dejavnost inštituta razširila na področje poškodb gozda zaradi onesnaženega zraka, na področje načrtovanja rabe prostora in na začetku osemdesetih let na področje računalništva oz. gozdne informatike.

Velik dogodek osemdesetih let je bil svetovni kongres Mednarodne zveze gozdarskih raziskovalnih ustanov (IUFRO) v Ljubljani, ki je raziskovalce inštituta seznanil z razvito gozdarsko znanostjo drugod po svetu. Med tem se je zaostrovala splošna kriza v nekdanji skupni državi. Finančni položaj inštituta je postajal vedno težji. Odpovedovalo je financiranje s strani gozdarske operative. S slovenskim osamosvajanjem v letih 1990-1992 je nastopil popolnoma nov položaj. Odgovornost za obstoj in financiranje inštituta je prešlo na Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter na Ministrstvo za znanost in tehnologijo. V veliko pomoč inštitutu v teh kritičnih letih je bilo sodelovanje z avstrijskim gozdarskim inštitutom na Dunaju v okviru pomoči državam v tranziciji, kar je tudi pomagalo inštitutu pri kasnejšem vključevanju v mednarodne raziskovalne projekte. Finančni položaj inštituta je bilo treba reševati tudi z upokojitvijo večjega števila starejših raziskovalcev in takratnega direktorja, kar se je zgodilo v letu 1994. V maju 1993 je bil sprejet nov zakon o gozdovih, ki okvirno določa tudi mesto in naloge inštituta, in ponovno uvaja prvotno imenovanje, to je Gozdarski inštitut Slovenije. Podrobnejša določila so bila sprejeta konec leta 1993. S tem je nastopilo za inštitut novo obdobje. Poleg raziskovalnega dela spadajo med njegove naloge tudi nekatera dela javne gozdarske službe, tako na področju semenarstva in drevesničarstva, gozdne prognostično diagnostične službe, pri rednem ugotavljanju stanja poškodovanosti gozda, pri preučevanju normativov za delo v gozdu. Razširilo se je delo na področju gozdne informatike, pridobivanja gozdnih proizvodov in dela v gozdu, gozdne ekologije in biologije. Povečalo se je vključevanje v mednarodne raziskovalne projekte in v mednarodno sodelovanje.

V preteklih petdesetih letih je Gozdarski inštitut delil usodo družbenega, političnega in gospodarskega razvoja Slovenije z vsemi vzponi in krizami, ki so ta razvoj spremljale. Slovenija kot enkratna gozdna dežela ima glede gozdarskega raziskovanja pri vedno večji odprtosti v svet še posebno odgovornost.

9 SUMMARY AND CONCLUSION

Slovenia is one of the Central European countries that can be proud of its tradition of forestry managed by the principle of sustainability. Suggestions to form our own forestry research institution began to appear before the second world war and lead to the establishment of the Slovenian Forestry Institute in 1947. This was done under very difficult conditions with a very limited number of academically educated Slovenian foresters, generations of foresters that have all but past away, leaving a few with us today. We must admire and thank them for their pioneering work. In 1948, a Forestry Department was established at the that-time Faculty for Agronomy and Forestry.

The pioneers of the Slovenian Forestry Institute started their work on a very high intellectual level and on the large scale which is needed for success in forestry research. They selected a large number of research plots and other constant forest study areas. It is their work that we can thank for the survival of virgin forest patches in Slovenia. The work was divided into the fields of forestry and wood technology. Much of the work was directed toward practical applications. In the beginning, much of the effort was devoted to the typological study of forests. They also started organizing forest seed management. They dealt with the current problems in forestry at that time, such as the changing of pine monocultures and of stress on the forest due to grazing.

In 1952 the Slovenian Forestry Institute changed its name to the Institute for Forestry and Wood Technology and was added to the Faculty for Agronomy and Forestry. Another change of name followed in 1954, this time to the Institute for Forest and Wood Economy Technology. In 1958, the Institute became a financially independent organization which ended the era of budget sponsoring. The work plan gave a high priority to poplar breeding, typological forest studies, problems of forest protection, work ordered by the forest operative and work concerned with hunting.

The sixties brought a worsening financial situation. Rationalization caused closer research collaboration between the Institute and the Forestry Department at the

Biotechnical Faculty, even though this connection had existed earlier. At that time, the Institute saw a better possibility for financing through closer collaboration with the forest operative.

After two decades of existence, the research activity of the Institute widened considerably. Other organizations, such as the Biology Department at the Slovenian Academy of Arts and Sciences and the Bureau for Forestry Planning, started performing forestry research. Due to the appearance of new organizations dealing with wood technology the wood technology part of the Institute stopped working.

The era of so-called socialist self-management started after 1968. This further fragmented forestry research activities and in 1982 the connection between the Institute and the Forestry Department of the Biotechnical Faculty finally halted all together. This had a profound effect on the rationality and effectiveness of forestry research. In the seventies, the Institute activities widened to include forest damage caused by air pollution, physical landscape use planning and, in the beginning of the eighties, to computer use in forestry information services.

The world congress of the International Union of Forestry Research Organizations (IUFRO) in Ljubljana was an important event in the eighties. It served to inform Institute researchers on the development of forestry research around the globe. Meanwhile the crisis of the common country grew stronger. The financial situation of the Institute was becoming more difficult. Financing from the side of the forestry operative was terminated. The formation of an independent Slovenia from 1990 - 92 brought about a completely changed situation. The responsibility for the financing of the Institute was given to the Ministry of Agriculture, Forestry and Food and the Ministry for Science and Technology. In those critical years the co-operation with the Austrian Forestry Institute in Vienna in the framework of aid to transition countries provided a great help as well as serving to assist in Slovenia's later incorporation in international research projects. The financial situation was ameliorated in 1994 by retiring of a large number of older researchers, as well as the director. A new law on forests was passed in May 1993 which defined the place and function of the Institute and

introduced its original name: The Slovenian Forestry Institute. More detailed provisions were passed by the end of 1993. This marks the start of a new era for the Institute. The functions of the Institute, besides research work, include some public forestry tasks such as those in the fields of seed management, tree nurseries, forestry prognostic-diagnostic services, continuous monitoring of forest damage and the evaluation standards for forestry activities. The work in the field of forestry information services, the production of forest products, forest works, forest ecology and biology was also greatly expanded. Participation in international research projects and international co-operation has also grown.

In the past fifty years the Forestry Institute has taken part in all social, political and economic developments in Slovenia, including the high points and crises which have come along with this development. As a unique forest country, Slovenia has a particular responsibility in forestry research, especially in view of the increasing global openness.

10 VIRI

BARNER, J., 1986. Pogled na 30 let sodelovanja s slovenskim Inštitutom za gozdno in lesno gospodarstvo. - Gozdarski vestnik 44, 2, s.70-75.

CIGLAR, M., 1967. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo ob začetku tretjega desetletja svojega delovanja. - Gozdarski vestnik, s. 238-243.

CIGLAR, M., 1968. Gozdarski inštitut na pragu tretjega desetletja. - Zbornik, Ljubljana, 5, s.1-5.

CIVIDINI, R. / WRABER, M., 1950. Gozdarski inštitut v letih 1947-1949. - Izvestja, Ljubljana, 1, s.1-22.

FUNKL, L., 1969. Raziskovalno delo na področju gozdarstva v Sloveniji v povojni dobi. - Zbornik, Ljubljana, 7, s.19-60.

FUNKL, L., 1969. Razvoj gozdarske prosvete in znanosti v Sloveniji. - Zbornik, Ljubljana, 7, s.5-14.

KMECL, M., 1988. Štiri desetletja resnic in sanj Inštituta za gozdno in lesno gospodarstvo (1947-1987). - Zbornik gozdarstva in lesarstva, Ljubljana, 31, s.5-26.

ZORN, M. / PREŽELJ, V., 1986. Bibliografija znanstvenih in strokovnih izdaj Inštituta za gozdno in lesno gospodarstvo Ljubljana in VTOZD za gozdarstvo BF Ljubljana za obdobje 1949-1985. - Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 116 s.

ŽAGAR, B., 1957. Raziskovalno delo v gozdnem in lesnem gospodarstvu. - Gozdarski vestnik, s.35-45.

GDK 188:945.4:946.3 Gozdarski inštitut Slovenije "1947 - 1997"

FITOCENOLOGIJA V POLSTOLETNI ZGODOVINI GOZDARSKEGA INŠTITUTA SLOVENIJE (GIS)

Ivan SMOLE* , Lado KUTNAR**

Izvleček

Prispevek podaja zgodovinski presek področja gozdarske fitocenologije v obdobju petdesetletnega delovanja Gozdarskega inštituta Slovenije (GIS). Polstoletno zgodovino fitocenologije GIS sta v začetnem obdobju s pionirskimi raziskavami najmočneje zaznamovala Maks Wraber in še posebej Vladimir Tregubov. V istem obdobju je začel delovati na področju fitocenologije tudi Milan Piskernik, ki je v nasprotju z že uveljavljeno standardno srednjeevrosko metodo proučevanja vegetacije razvil svojo lastno metodo, t.i. "inštitutsko metodo". Njegova metoda sicer ni dobila širše podpore fitocenološke stroke, vendar pa je Piskernik s svojim obsežnim in poglobljenim raziskovalnim delom dal poseben pečat celotni slovenski fitocenologiji. V zadnjih dveh desetletjih je na tem področju ustvarjal Ivan Smole, ki je še z nekaterimi bivšimi sodelavci Biroja za gozdarsko načrtovanje nadaljeval z uporabnimi raziskavami gozdnih rastišč in vrednotenji gozdnega prostora s povsem praktičnimi nameni. Krajše obdobje se je na GIS ukvarjal s poglobljenimi temeljnimi vegetacijskimi raziskavami tudi Marko Accetto.

Ključne besede: gozdna fitocenologija, raziskovanje, kartiranje, metoda, gozdne rastlinske združbe, Gozdarski inštitut Slovenije, obdobje 1947 - 1997

PHYTOCOENOLOGY IN THE HALF-CENTURY HISTORY OF THE FORESTRY INSTITUTE OF SLOVENIA

Abstract

This contribution gives a historic overview of the field of phytocenology in the fifty years of work done at the Slovenian Forestry Institute (SFI). The first part of the half-century history was strongly marked by the pioneer research of Maks Wraber and Vladimir Tregubov. During the same period, Milan Piskernik began his work in the field of phytocenology by developing a new method, the so-called "institute method", of vegetation study that was in contrast to the already established standard Central-European method. His method did not gain the wide acceptance of the phytocenology establishment but Piskernik left, through his extensive and profound work, a strong mark on the entire phytocenology community in Slovenia. Over the past two decades Ivan Smole and his associates from the Bureau for Forest Planning have worked in this field and have continued with applied research on forest growth spaces and evaluation of the forest landscape for entirely practical purposes. For a shorter period, Marko Accetto performed strong basic vegetation research at SFI.

Key words: forest phytocoenology, research, mapping, method, forest plant communities, Slovenian Forestry Institute, period 1947 - 1997

* dipl. inž. gozd., Muljava 3, 1234 Mengeš, SLO

** dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, 1000 Ljubljana, Večna pot 2. SLO

1 UVOD

Fitocenologija (fitosociologija, rastlinska sociologija) proučuje odsevanje vpliva številnih dejavnikov okolja (geološke podlage, tal, klime, orografskih in hidrografskih razmer ipd.) na rastlinsko odejo v prostoru in času.

V svetu so poznane številne metode proučevanja vegetacije. Pretežno so prilagojene naravnim razmeram območij, v katerih so nastale. Glede na zemljepisno lego naše dežele in njene širše okolice je razumljivo, da večina naših vegetacijskih raziskav temelji na t.i. standardni srednjeevropski ali Braun-Blanquetovi metodi proučevanja vegetacije.

Ne glede na to pa je močan in povsem svojski pečat vtisnila področju gozdarske fitocenologije tudi originalna metoda našega avtorja Milana Piskernika, ki je nastala prav na Gozdarskem inštitutu Slovenije (v nadaljevanju GIS).

Uporabnost rezultatov fitocenoloških raziskav je zelo velika. Poleg osnovnih informacij o obstoječih vegetacijskih in rastiščnih razmerah na določenem prostoru nam podajajo tudi njihove razvojne usmeritve v preteklosti in prihodnosti. V gozdarski stroki jih s pridom uporabljamo predvsem v gojenju in urejanju gozdov kot odločilen element strategije gozdnogospodarskega načrtovanja.

S tem pa njihova uporabnost še zdaleč ni izkoriščena. Že v sami stroki ali njenih najbližjih panogah jih je možno uporabiti v različne namene z minimalnim selektivnim izborom ustreznih podatkov npr. za strategijo gojenja divjadi, opredelitev medonosnih območij, načrtovanje gozdnih prometnic, opredelitev požarno ali erozijsko ogroženih območij ipd.

Posebno mesto zavzemajo metode vrednotenja funkcij gozdnega prostora, ki temeljijo na ekološki presoji gozdnih združb kot osnovnih nosilk kompleksnih ekoloških informacij o gozdnem prostoru in so prirejene našim specifičnim rastiščnim razmeram. Ekološka valorizacija gozdnega prostora je danes nepogrešljiv element sleherne resne presoje uporabe gozda za različne namene.

V novejšem času se omenjenim raziskavam izrazito uporabnega značaja pridružujejo tudi raziskave, ki skušajo na osnovi pojavljanja določenih rastlinskih vrst na proučevanih območjih določiti vrednost nekaterih najpomembnejših rastiščnih dejavnikov. Metodam, ki so nastale v evropskem prostoru se pridružuje tudi originalna slovenska, prirejena specifičnim ekološkim razmeram v naših gozdovih.

Glede na široko uporabnost gozdno vegetacijskih raziskav ni naključje, da se je fitocenologija uveljavila na našem Inštitutu že takoj na začetku njegovega obstoja in delovanja, sčasoma pa je doživela številne spremembe in preobrazbe. V naslednjih poglavjih bomo skušali prikazati zgodovinski razvoj in problematiko fitocenologije na GIS v luči predhodnih ugotovitev.

2 PREGLED RAZVOJA FITOCENOLOGIJE NA GOZDARSKEM INŠTITUTU SLOVENIJE

2.1 PIONIRSKE RAZISKAVE

Čeprav ima večina raziskav pravzaprav pionirski značaj, želimo prikazati v tem poglavju rezultate začetnega obdobja raziskovanja gozdne vegetacije na našem ozemlju. Po svojem značaju so to temeljne raziskave z izrazito poudarjeno uporabno vrednostjo. V geografskem smislu obravnavajo predvsem slovenski dinarski in alpski svet. Na teh območjih je bilo v tem obdobju opredeljenih nekaj novih gozdnih združb, poleg tega pa ugotovljeno tudi mnogo vegetacijskih enot, poznanih iz širše okolice naše domovine (predvsem Hrvaške in avstrijske Koroške). Med najpomembnejša dognanja teh raziskav lahko štejemo opredelitev dinarskih gozdov bukve in jelke, alpskih bukovih gozdov in smrekovih gozdov v alpskem svetu.

V začetnem obdobju so nastali številni fitocenološki elaborati, izdelani za območja gozdov na Notranjskem in Gorenjskem. Največjo strokovno vrednost pa imata brez dvoma deli, ki ju lahko označimo kot monografiji obravnavanih predelov. To sta Elaborat za osnovo gojitvenega in melioracijskega načrta gozdov, gozdnih zemljišč in pašnikov Zgornje Savske doline ter Prebiralni gozdovi na Snežniku. Obe deli sta bili publicirani leta 1957.

V tem obdobju je bil na GIS krajši čas zaposlen Maks Wraber (1947 - 1952), nekaj dlje pa Vladimir Tregubov (1951 - 1961). Takrat je pričel z raziskovalnim delom tudi že Milan Piskernik. Glavni nosilec raziskav tega obdobja je bil Vladimir Tregubov. Med zunanjimi sodelavci zasledimo še imeni Gabrijela Tomažiča in Ignaca Persoglia. Pri terenskih delih so si prve delovne izkušnje nabirali številni absolventi gozdarstva. Mnogi med njimi so danes uveljavljeni raziskovalci: Živko Košir, Lojze Marinček, žal že pokojni Ivo Puncer, Mitja Zupančič, Dušan Robič in drugi.

Poleg specifičnih vegetacijskih raziskav so v tem pionirskem obdobju nastala mnoga dela, katerih sestavni del so tudi obsežne raziskave gozdnih rastišč. Namenjene so bila predvsem izboljšanju kvalitete pridelave lesa na posameznih gozdnih območjih. Kompleksne raziskave je povečini usmerjal Jože Miklavžič. Po svoji tehtnosti izstopajo elaborati Melioracija smrekovih monokultur na Pohorju na gozdno - ekoloških in gojitveno - tehničnih osnovah ter Splošni gozdomelioracijski projekt na rastiščni, biološkotehnični in ekonomski osnovi za degradirano področje Slovenskega Primorja. V teh in drugih podobnih delih je mogoče že zaslediti tudi prve zametke vrednotenja funkcij gozdnega prostora, predvsem uveljavljene lesnoproizvodne vloge.

2.2 RAZŠIRJENE TEMELJNE IN UPORABNE RAZISKAVE

Raziskovanje gozdne vegetacije se je po začetnem pionirskem obdobju, v katerem je dominirala srednjeevropska metoda proučevanja, nadaljevalo v dveh metodološko popolnoma različnih smereh.

Svojevrstno pot je pri tem ubral biolog Milan Piskernik, ki je delal na GIS že kot študent in kasneje po diplomi od leta 1954 pa vse do leta 1985.

Njegov obširni opus raziskovanja t.i. mikroreliefnih gozdnih združb v Sloveniji je prav gotovo neprekosljiv. Med leti 1959 in 1993 je v številnih publikacijah poleg gozdnega prostora obdelal tudi traviščno in plevelno vegetacijo mnogih območij v Sloveniji, sodeloval pa je tudi pri drugih obširnih temeljnih in uporabnih raziskavah vegetacije na slovenskem ozemlju. Njegove raziskave razvoja in ekologije barij so nastajale v sodelovanju z Andrejem Martinčičem.

Med najboljšejnja Piskernikova dela sodi njegova monografija Mikroreliefne gozdne združbe slovenskega ozemlja iz leta 1993, ki je plod njegovega štiridesetletnega fitocenološkega in ekološkega raziskovalnega dela v slovenskih gozdovih. Obravnava 320 temeljnih vegetacijskih enot na ravni mikroreliefu. Delo podaja podrobno regionalno členitev gozdne vegetacije slovenskega ozemlja in opisuje sestojne, floristične in ekološke značilnosti mikroreliefnih gozdnih združb Slovenije in njihov sistematski položaj.

Po odhodu Maksa Wrabra in Vladimirja Tregubova ter z raziskovalno preusmeritvijo Milana Piskernika se je raziskovalno delo v fitocenologiji nadaljevalo in širilo s temeljnimi in uporabnimi raziskavami vegetacije po srednjeevropski metodi na območjih, ki so bila v preteklosti slabo proučena ali sploh neobdelana. Vegetacijske raziskave so se najprej usmerile na Pohorje, kasneje pa še na Notranjsko, Gorenjsko, Cerkljansko, v Brkine in Prekmurje. Rezultati dela so predstavljeni v številnih samostojnih elaboratih pretežno uporabnega značaja in drugih publikacijah, nastalih med leti 1979 in 1992.

V tem obdobju so se uveljavila tudi prizadevanja po poenotenju različnega poimenovanja sorodnih gozdnih združb, ki je nastalo v preteklih letih zaradi slabšega sodelovanja med raziskovalnimi ustanovami ali posamezniki. Tako je leta 1988 Ivan Smole izdelal Katalog gozdnih združb Slovenije, ki poleg seznamov gozdnih združb po različnih avtorjih nakazuje možnost enotne obravnave osnovnih gozdnovegetacijskih enot za operativno rabo, ne glede na njihov izvor in strokovno nomenklaturu.

Med raziskovalci se v tem času poleg Ivana Smoleta, ki je deloval na GIS skoraj 20 let, zaradi poglobljenosti dela odlikuje Marko Accetto. V kratkem obdobju, ki ga je prebil na GIS, se je poleg raziskav vpliva rastlinojede divjadi na gozdno vegetacijo ukvarjal tudi s temeljnimi in drugimi uporabnimi raziskavami.

S fitocenološkimi raziskavami so se ukvarjali tudi Evgenij Azarov, Lojze Čampa, Lojze Žgajnar in Mihej Urbančič. Krajše obdobje so se s to problematiko ukvarjali tudi Marja Zorn, Marjan Šolar in Janko Kalan. Vsi imenovani so svoje raziskovalno delo začeli na Biroju za gozdarsko načrtovanje v Ljubljani, ki se je v

začetku leta 1981 priključil GIS. Kot taksonom je po letu 1986 pri raziskavah sodeloval tudi Franc Batič.

V tem obdobju so bili v raziskavah Inštituta kot zunaji sodelavci vključeni tudi Mitja Zupančič, Živko Košir, Igor Dakskobler in Tone Wraber.

2.3 UPORABNE GOZDNOVEGETACIJSKE RAZISKAVE IN VREDNOTENJE FUNKCIJ GOZDOV

Vrednotenje različnih funkcij gozdov ima svoje korenine že v prvih raziskavah gozdne vegetacije pri nas. Njihov namen ni bil le ugotavljanje vegetacijskih in rastiščnih značilnosti gozda, ampak predvsem ovrednotenje teh ugotovitev za določen namen: pridelavo lesa, ugotavljanje erodibilnosti oz. varovalnosti gozdov ipd.

Na GIS je prva specifična kategorizacija rastišč oz. gozdov nastala pri proučevanju imisijske ogroženosti gozdov zaradi povečane vsebnosti SO₂ v zraku.

S širjenjem gozdnovegetacijskih raziskav, predvsem pa z izdelavo Gozdnovegetacijske karte Slovenije so bili vzpostavljeni ugodni pogoji za kompleksno presojo slovenskega gozdnega prostora na osnovi naravnih razmer. Kmalu za tem je bila publicirana metodologija vrednotenja gozdov po njihovi varovalni vlogi in lesnoproizvodnem pomenu.

V naslednjem desetletju so bile ta in druge podobne metodologije s pridom uporabljene v številnih raziskovalnih nalogah GIS:

- * pri urejanju koridorjev električnih daljnovodov, plinovoda in cestnega omrežja
- * pri izdelavi gozdarskega segmenta občinskih prostorskih planov
- * pri proučevanju problematike opuščanja rabe kmetijskih zemljišč in njihovega zaraščanja z gozdno vegetacijo
- * pri proučevanju vegetacijske problematike narodnih parkov, spominskih obeležij in parkovnih gozdov
- * pri sestavi navodil za izdelavo kart območnih načrtov

- * pri proučevanju problematike vnašanja naselij in infrastrukture v gozdni prostor ter še na mnogih drugih področjih.

Poleg tega so gozdnovegetacijske informacije uporabne še na mnogih drugih področjih. V tem obdobju so bile najpogosteje uporabljene pri sestavi načrtov sanacije kamnolomov in peskokopov, načrtov ozelenitve s pomočjo naravne vegetacije, pri opredelitvi novih gozdnih rezervatov ipd.

Številni elaborati ter publikacije s to tematiko sodijo predvsem v okvirje prostorskega načrtovanja na GIS.

Na tem področju so poleg Ivana Smoleta in Ivana Žonte, ki je vodil večino raziskav, pri posameznih nalogah sodelovali še Lojze Čampa, Mihej Urbančič, Evgenij Azarov, Marjan Šolar in drugi. Med zunajimi sodelavci je bil v ospredju Živko Košir.

V tem času se je vzpostavilo tudi tesnejše sodelovanje z Biološkim inštitutom Jovana Hadžija ZRC SAZU. Pri izvedbi nekaterih projektov so sodelovali vsi njegovi sodelavci s področja fitocenologije, povezovalno vlogo pa je pri tem opravljal Mitja Zupančič.

2.4 EKOLOŠKO VREDNOTENJE GOZDNE VEGETACIJE

V zadnjih dvajsetih letih se je v Evropi izoblikoval način ugotavljanja vrednosti pomembnejših rastiščnih parametrov na osnovi t.i. indikacijskih števil rastlinskih vrst. Tudi raziskovalci GIS so pri vrednotenju rastiščnih dejavnikov uporabili tovrstne fitoindikacijske metode. Najpogosteje je bila pri vrednotenju uporabljena Ellenbergova metoda. Neodvisno od te in drugih je bila tudi pri nas izdelana originalna metoda vrednotenja rastišč, prilagojena našim rastiščnim razmeram. Avtor metode je Živko Košir.

Obe metodi sta bili uspešno uporabljeni pri analizi rastiščnih razmer na devetih trajnih raziskovalnih ploskvah hrasta v Sloveniji, ki smo jih osnovali z namenom spremljanja problematike propadanja hrasta v naših gozdovih.

S tovrstno analizo je na GIS začel Ivan Smole. Njegovo delo pa nadaljuje Lado Kutnar, ki si je preverbo nekaterih metodologij vrednotenja izbral za temo svojega magistrskega dela.

3 VLOGA GOZDARSKEGA INŠTITUTA SLOVENIJE V FITOCENOLOGIJI NA SLOVENSKEM

Osnovno poslanstvo GIS je raziskovalna dejavnost. Kljub temu ugotavljamo, da se je njegova vloga na področju slovenske fitocenologije v petdesetletnem obdobju obstoja zelo spreminjala.

V začetnem pionirskem obdobju je nastalo na GIS nekaj zelo vsestranskih in poglobljenih temeljnih raziskav, pri katerih so družno sodelovali vsi tedanji fitocenologi. Za to obdobje je značilno tesno sodelovanje GIS z Gozdarskim oddelkom BF, zato je večina rezultatov plod skupnega dela obeh inštitucij. To je še posebej značilno za prve tri desetletja delovanja Inštituta.

To obdobje je bilo zelo plodovito tako v pogledu temeljnih, kakor tudi v smislu uporabnih raziskav. Glede na značaj fitocenologije je prepletanje obeh nivojev pravzaprav neizogibno, meja med njima pa težko določljiva.

Po odhodu Maksa Wrabra in Vladimirja Tregubova z GIS ter po odvritvi njenega sodelavca Milana Piskernika od metodoloških principov proučevanja gozdne vegetacije po srednjeevropski Braun-Blanquetovi šoli se je raziskovalno delo nadaljevalo v dveh smereh oz. na dveh precej različnih nivojih.

V vsej zgodovini GIS je svoj največji razmah dosegla z vsestranskim poglobljenim raziskovanjem ekosistemov po originalni metodi Milana Piskernika. Njegova metoda je neuradno dobila ime "inštitutska metoda". Rezultati, ki izhajajo iz te metode, sicer neposredno niso primerljivi z dognanji vegetacijskih raziskav po srednjeevropski metodi. Razdvajajo jih predvsem različna izhodišča pri opredeljevanju gozdnih združb, določanje njihove razprostranjenosti v prostoru ter njihovo medsebojno razmejevanje. Piskernik v svojih razpravah namreč povsem utemeljeno ugotavlja, da je vegetacija kontinuum. Zato se gozdne združbe v prostoru med seboj prepletajo, meje med njimi pa so nejasne ali celo neugotovljive. To otežuje ali celo onemogoča njihovo lociranje v prostoru.

Zaradi avtorjevega odličnega poznavanja vegetacije ter njegovega obsežnega in poglobljenega raziskovalnega dela lahko trdimo, da je mogoče vrednotiti vlogo GIS v slovenski fitocenologiji predvsem skozi prizmo njegovega plodnega več kot tridesetletnega dela na tej ustanovi.

Raziskovanje in kartiranje gozdne vegetacije po srednjeevropski metodi je najprej delno oživelo v letu 1975 s prihodom Ivana Smoleta in nekaterih drugih raziskovalcev z Biroja za gozdarsko načrtovanje, najmočneje pa po letu 1981 z združenjem te ustanove z GIS. Ostali raziskovalci so se ukvarjali predvsem z uporabnimi raziskavami gozdnih rastišč za potrebe slovenske gozdarske operative.

Delež GIS na tem področju še zdaleč ni primerljiv z obsegom raziskav, ki jih je na tem področju opravil v času svojega obstoja (1962 - 1981) Biro za gozdarsko načrtovanje, znatno pa zaostaja tudi za deležem uporabnih raziskav Biološkega inštituta Jovana Hadžija ZRC SAZU. Po priključitvi Biroja so na GIS sicer nastali ugodni pogoji za oblikovanje večje skupine izkušenih raziskovalcev, ki je nekaj let tudi nadaljevala njegovo delo. Pogoste kadrovske spremembe in občasne reorganizacije raziskovalnih skupin in oddelkov GIS pa so ta prizadevanja povsem izničila.

Kljub sorazmerno pomembni vlogi temeljnega in uporabnega raziskovanja, namenjenega predvsem operativni rabi v gozdarstvu ocenjujemo, da je GIS na področju gozdarske fitocenologije v novejšem obdobju odigral svojo najpomembnejšo vlogo predvsem v smislu širše uporabe raziskovalnih dognanj te vede. To je jasno razvidno tudi iz številnih publikacij predvsem prostorske narave. Zahvaljujoč tem prizadevanjem je postalo vrednotenje rastiščnih razmer nepogrešljiv sestavni del presoje in valorizacije gozdnega prostora za številne načine njegove rabe.

4 SKLEPNE MISLI

Okrogle obletnice delovanja inštitucij so običajno hvaležna priložnost za ocenjevanje njihovih uspehov in spodrslijajev, zato naš pregled sklepamo z naslednjimi opažanji:

- ⇒ Fitocenologija je v polstoletnem obstoju GIS odigrala pomembno vlogo. Čeprav je pri tem doživela številne vzpone in padce, je mogoče njeno vlogo oceniti v glavnem kot pozitivno in plodno. Svojo uporabno vrednost je izpričala v številnih operativnih panogah gozdarstva, poleg tega pa tudi na mejnih področjih v dejavnostih, ki so z gozdarstvom tesno povezane.
- ⇒ Njena dognanja so trajno vgrajena v sistem gozdnogospodarskega načrtovanja na vseh ravneh, čeprav se je predvsem slovenski uradni gojiteljski vrh do njene uporabne vrednosti žal vseskozi distanciral.
- ⇒ Velika ovira pri operativni uporabi rezultatov vegetacijskih raziskav je bilo vse slabše sodelovanje in pogosto celo medsebojno nasprotovanje vodilnih slovenskih fitocenologov. To stanje v veliki meri še danes ni preseženo. Zaradi tega je bila vloga fitocenologije pogosto zgolj "kozmetične" narave.
- ⇒ Tudi na GIS se v zadnjih desetletjih področje fitocenologije ni uveljavilo v tolikšni meri kot je kazalo na začetku. Vzroke za to lahko iščemo v neustrezni kadrovski zasedbi in občasno tudi v nerazumevanju vodstva Inštituta.
- ⇒ Raziskovalni dosežki fitocenologije so bili upoštevani kot element ekološke presoje gozdnega prostora predvsem v preteklih dveh desetletjih. V današnjem času, ki ga vse bolj obvladujeta neizprosna pragmatičnost in pohlep po materialnih dobrinah, ki izključujeta vsakršno upoštevanje naravnih zakonitosti, če so te v nasprotju z ekonomskimi kriteriji uspešnosti, je sonaravno ravnanje pri rabi naravnih dobrin tuje.
- ⇒ Upamo in želimo si, da bi ob naslednjem prelomnem ocenjevanju zgodovinske vloge fitocenologije ne le na GIS, ampak na slovenskem nasploh ugotovili, da nam je uspelo preseči današnje kritično stanje v gozdarstvu ter ohraniti naše gozdove zanamcem tudi po zaslugi pozitivnega delovanja fitocenološke stroke.

5 SUMMARY

Forestry phytocenology has had a visible role in the work of the Slovenian Forestry Institute since its establishment in 1947. In this early period the work was lead by Maks Wraber and, later, Vladimir Tregubov. In cooperation with other phytocenologists of that time such as Gabriel Tomažič and Ignac Persoglio, they took the first steps in this important forestry subject. The pioneering research

that was done in the first two decades after the war were mainly concerned with the Slovenian Dinaric and Alpine regions. Both Dinaric beech and fir forests and Alpine beech and spruce forests were defined. Various thorough and scientifically profound basic research works were done in this pioneering era. Practically all Slovenian phytocoenologists, as well as students, participated in this work. These students later devoted their efforts to this field and themselves became established phytocoenologists.

After the initial pioneer period during which the Central-European method of study prevailed vegetation research continued in two methodologically different directions. However, a unique path was chosen by Milan Piskernik, who had worked at SFI first as a student and then after receiving his diploma in 1954 until 1985. His extensive research opus on so-called microrelief forestry associations is surely unsurpassable. In his numerous publications he dealt not only with the forest landscape but also with the grass and weed vegetation of many regions of Slovenia, as well as the development and ecology of our larger marshes. In addition, he participated in other extensive basic and applied research studies on the vegetation in Slovenia.

The result of his forty years of phytocoenology and ecology research work in Slovenian forests is an overview of 320 basic vegetation units on the microrelief level in which he defined their geographical and systemic positions and described their floristic and ecological characteristics.

The second direction in phytocoenology research which followed the retirement of Maks Wraber and Vladimir Tregubov and the change in the direction of the research under Milan Piskernik represented a continuation and widening of basic and applied vegetation research projects using the Central-European method. This work was performed in areas that were not well studied or not studied at all in the past. The research and mapping of forest vegetation by the Central-European method was partially revived in 1975 with the arrival of researchers from the Bureau for Forest Planning and even more in 1981 when this institution was united with SFI.

The central person in this field was Ivan Smole who worked at SFI for almost 20 years. With his Catalogue of Forestry Associations Ivan Smole succeeded in finding a single name for all the related forestry associations.

Albeit for a shorter period, Marko Accetto performed profound research at SFI on the effect of carnivorous wildlife on forest vegetation, as well as conducting various kinds of phytocoenology research.

In the past two decades the field of phytocoenology at SFI has been developing, particularly in the direction of a wider use of research findings in the field, which is evidenced by the numerous publications of a landscape nature. The evaluation of growth space conditions became a necessary component of the evaluation and valorization of the forest landscape for its various uses. The evaluations of forests by various criteria were recently joined by ecological evaluations of forest growth spaces on the basis of the vegetation conditions.

7 VIRI

AICHINGER, E., 1974. Prof. Dr. Maks Wraber 1905 - 1972. - Carinthia II, L. 164./84., Klagenfurt, s. 351 - 353.

GSPAN, A./ PETRE, F., (ed.) 1980. Slovenski biografski leksikon. - Dvanajsti zvezek. SAZU, Ljubljana, 203 s.

KOLER, C., 1995. Dr. Vladimir Tregubov. - Gozdarski vestnik, 53,2, s. 109.

PREŽELJ, V./ ZUPANČIČ, M., (ed.) 1979. Gozdarski vestnik - Bibliografija od 1938 do 1977. - Ljubljana, 244 s.

PREŽELJ, V., (ed.) 1983. Gozdarski vestnik - Bibliografija od 1978 do 1982. - Ljubljana, 99 s.

PREŽELJ, V., (ed.) 1988. Gozdarski vestnik - Bibliografija od 1983 do 1987. - Ljubljana, 99 s.

PUNCER, I., 1974. Umrli je prof. dr. ing. Vlado Tregubov. - Gozdarski vestnik, 32, 1, s. 35 - 36.

SMOLE, I., 1988. Katalog gozdnih združb Slovenije. - IGLG, Ljubljana, 154 s.
ZUPANČIČ, M., 1995. Pregled in razvoj fitocenologije v Sloveniji. - V: Zbornik povzetkov referatov simpozija "Flora in vegetacija Slovenije 1995", Ljubljana, 21. - 23. april 1995, s. 5 - 6.

ZUPANČIČ, M., 1995. Dr. Milan Piskernik sedemdesetletnik. - Gozdarski vestnik, 53, 10, s. 455 - 456.

GDK 114--010:945.4:946.3 Gozdarski inštitut Slovenije "1947-1997"

RAZVOJ GOZDNE PEDOLOGIJE NA GOZDARSKEM INŠTITUTU SLOVENIJE

Janko KALAN*

Izvleček

V sestavku je prikazan razvoj in dejavnost gozdne pedologije na Gozdarskem inštitutu Slovenije v prvih petdesetih letih njegovega obstoja. Navedeni so vsi redni in zunanji sodelavci, ki so delovali na ožjem strokovnem področju. Naštete so številne oblike in možnosti strokovne uporabnosti gozdne pedologije, s katerimi so se strokovnjaki inštituta srečali v preteklem petdesetletnem obdobju svojega delovanja.

Ključne besede: pedologija, Gozdarski inštitut Slovenije, zgodovina, sodelavci, raziskave

THE DEVELOPMENT OF FOREST PEDOLOGY AT THE SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE

Abstract

This contribution shows the developments and activities in the field of forest pedology in the first fifty years of the Forestry Institute of Slovenia. It contains a list of institute researchers as well as out-of-house collaborators in this particular professional field. This paper gives the various forms and possible uses of professional forest pedology which have been encountered by institute professionals in the fifty years of their work.

Key words: pedology, Slovenian Forestry Institute, history, collaborators, research

* dipl. inž. gozd., 1000 Ljubljana, Ulica Iga Grudna 17, SLO

Gozdna pedologija sicer velja za obrobno gozdarsko specialnost, vendar je zelo pomembna za poglobljene gozdarske raziskave kot tudi za strokovne odločitve v zvezi z gojenjem gozdov in gospodarjenjem z gozdnim prostorom.

V primerjavi s pedologijo, ki jo razvijajo v kmetijstvu, ima gozdna pedologija nekatere posebnosti. Gozdarji gospodarijo pretežno z naravnimi gozdovi, kjer so posamezne gozdne drevesne vrste prilagojene naravnim talnim lastnostim in njihov obstoj ni odvisen od agrotehničnih ukrepov. Razen tega traja rast drevoja več desetletij in je zato tudi fiziologija njihove prehrane prilagojena dolgoletnemu trajnemu oskrbovanju s hranili iz tal, medtem ko je treba za večino kmetijskih kultur, ki rabijo za svojo rast do zrelosti le nekaj tednov do nekaj mesecev, tla intenzivno obdelovati in oskrbovati s hranili.

Tudi morfološka zgradba gozdnih tal ima svoje posebnosti. Gozdna tla so v primerjavi s kmetijskimi tlemi ohranila svojo prvobitno naravno zgradbo. Pri tej je posebno značilen površinski organski in organsko mineralni del tal, ki je zelo občutljiv in se hitro odziva na spremembe okolja. V površinskem delu gozdnih tal, do globine 20 cm, lahko v posameznih primerih opazujemo tudi štiri značilne talne horizonte in več podhorizontov, ki so n.pr. na kmetijskih zemljiščih, na njivah, združeni v enem samem sloju ornice, ki je nastal z obdelovanjem tal.

Velik napredek v svojem razvoju je gozdna pedologija dosegla v zadnjih desetletjih, ko so se pričele intenzivne raziskave o vzrokih povečane poškodovanosti gozdnega drevja in propadanja gozdov. S tem v zvezi prevzema tudi vse pomembnejše mesto pri ugotavljanju in spremljanju splošnega onesnaževanja okolja. V ta namen so gozdna tla primerna tudi zato, ker gozdov ne onesnažujemo z vnašanjem kemičnih sredstev in zato gozdna tla niso neposredno onesnažena s kemičnimi sredstvi.

Zaradi navedenega samostojno razvijajo gozdno pedologijo na gozdarskih raziskovalnih inštitucijah v kadrovsko razmeroma obsežnih raziskovalnih skupinah.

Ustanovitelji Gozdarskega inštituta Slovenije so se zavedali pomembnosti gozdne pedologije. Tako lahko v dokumentih inštituta zasledimo, da se je že 1.5.1949 maloštevilnim uslužbencem inštituta pridružila pedologinja inž. Marija Kodrič. Ob reorganizaciji inštituta l.1952, ko se je inštitut združil s Fakulteto za agronomijo in gozdarstvo, je delovala v samostojni pedološki skupini pod vodstvom prof. dr. Bogdana Vovka. Uslužbenka inštituta je bila do leta 1954, ko se je zaposlila na agronomskem oddelku tedanje Agronomske in gozdarske fakultete Univerze v Ljubljani. Kot zunanja sodelavka inštituta je še vrsto let (do leta 1961) izvajala pedološke raziskave za potrebe inštituta. Po njenem odhodu iz inštituta pa je bilo delovno mesto pedologa tudi na inštitutu skoraj neprekinjano zasedeno. Od leta 1955 - 1958 in od 1961 - 1974 je to mesto zasedal inž. Marjan Pavšer. Vmes se mu je pridružil še inž. Niko Pehani (1965-1969). Nasledil ga je inž. Janko Kalan (1975-1994). Od l. 1975 do 1979 je deloval še inž. Boris Tinta. Danes sestavljajo raziskovalno skupino za gozdno pedologijo inž. Mihej Urbančič (od l. 1981), dr. Primož Simončič (od l. 1988) in mag. Polona Kalan (od l. 1992).

Razen navedenih rednih uslužbencev Gozdarskega inštituta Slovenije je pri obsežnih nalogah sodelovalo še veliko zunanjih sodelavcev. Med zunanjimi sodelavci lahko zasledimo skoraj vse strokovnjake, ki so pomembno sodelovali pri razvoju pedologije v Sloveniji, na posameznih projektih pa so sodelovali tudi znani strokovnjaki iz tujine. V poročilih so navedena naslednja imena: dr. Marjan Ažnik, dr. Milivoje Čirič, dr. Dalimir Kerin, inž. Rudi Tancik, dr. Dušan Stepančič, dr. Albin Stritar, dr. Jože Sušin, prof. dr. Bogdan Vovk, dr. Tone Wagner,

Za začetnika razvoja organiziranih raziskav gozdne pedologije na Gozdarskem inštitutu Slovenije vsekakor lahko štejemo inž. Marijo Kodrič. Takoj po svoji zaposlitvi na inštitutu je skupaj z dr. Maksom Wrabrom pričela z obsežnimi terenskimi raziskavami posameznih tipov gozdnih rastišč in vegetacijskih oblik za potrebe gozdne tipologije. Skupaj sta kmalu dokazala ozko vzročno povezanost in medsebojno odvisnost vegetacije in talne podlage in s tem potrdila pravilnost in upravičenost diferenciranih vegetacijskih tipov, kot podlago za razvoj gozdne tipologije v Sloveniji. Sodelovala je še pri proučevanju številnih drugih problemov kot so npr. melioracija planinskih pašnikov, melioracija degradiranih gozdnih tal,

gojenje topolov v Sloveniji, proučevanje in melioracija tal v gozdnih drevesnicah, opisi tal na raziskovalnih ploskvah. Pomembno vlogo za razvoj gozdne pedologije pa je imel tudi prof. dr Bogdan Vovk, predvsem pri vzgoji kadrov na gozdarskem in agronomskem oddelku Biotehniške fakultete v Ljubljani, pa tudi pri izvajanju nekaterih raziskovalni nalog.

Pozneje so se potrebe po pedoloških proučevanjih razširile na probleme gozdnogojitvene problematike kot n. pr. značilnosti čistih smrekovih kultut na Pohorju in njihova konverzija v mešane sestoje, proučevanje domačih in tujih drevesnih vrst.

Po letu 1955 so bila izvedena zelo obsežna pedološka proučevanja in pedološka kartiranja za pokrajinsko gospodarske načrte v Posavju in gozdnemelioracijski projekt za kras Slovenskega Primorja. Pri izvajanju obsežnega pedološkega kartiranja so sodelovali že navedeni zunaji sodelavci, pri delu pa so pomagali tudi številni študenti gozdarstva. V letih 1967 - 1974 so bili pedološko kartirani še gozdovi na gozdnogospodarskem območju Bled, v letih 1980-1983 pa je bila izdelana pedološka karta za Zgornjo Mežiško dolino.

Okoli leta 1960 so na inštitutu pričeli obširno raziskovati možnosti za večjo pridelavo lesa na območju Slovenije. Na številnih objektih so pregledali tla, da bi ugotovili njihov primernost za osnovanje topolovih nasadov. Pozneje so podobno pregledali tla za osnavljanje intenzivnih nasadov iglavcev ter za proučevanje vnašanja nekaterih hitro rastočih drevesnih vrst (duglazije, zelenega bora) v slovenske gozdove. Pedološko so pregledali izbrana zemljišča za snovanje nasadov in rastišča nekaterih modelnih dreves. Osnovali so tudi nekaj gnojilnih poskusov v nasadih in v gospodarskih gozdovih. Leta 1967 so na Pohorju poskusno gnojili iz letala. V približno 10-15 let starih intenzivnih nasadih so ugotavljali spremembe talnih lastnosti. Med te raziskave uvrščamo tudi prizadevanja za povečanje proizvodnje lesa v malodonosnih gozdovih na relativno dobrih rastiščih kot so n.pr. belokrajnski gozdovi ter steljniki in gozdovi Haloz.

Na raziskovalnih ploskvah inštituta in številnih drugih raziskovalnih objektih so opisali talne razmere. Vsa leta so redno pregledovali gozdne drevesnice posameznih gozdnogospodarskih organizacij in izdelali navodila za vzdrževanje rodovitnosti tal. Slična strokovna poročila so sestavili tudi za nekatere semenske plantaže gozdnega drevja ter za pašne njive in travnike, namenjene paši divjadi.

Na osnovi pedoloških proučevanj so izdelali nekaj predlogov za ozelenitev rekreacijskih objektov (n.pr. Primostek v Beli krajini, degradirana zemljišča rudnika premoga v Kočevju).

Po letu 1976 je bilo sestavljenih nekaj študij o vplivu različnih posegov in oblik onesnaževanja na gozdna zemljišča, npr. degradacijo gozdnih tal zaradi steljarjenja in zaradi vpliva z žveplovim dioksidom in fluorom onesnaženega zraka. Proučevali so ekološke spremembe v topolovih nasadih na obdravskih zemljiščih po zgraditvi hidrocentrale Zlatoličje in Formin. Pripravili so mnenja o pričakovanih motnjah v gozdu ob gradnji plinovoda v Sloveniji, ob predvideni gradnji hidrocentral na reki Muri in v spodnjem toku Save. Izdelali so tudi strokovno mnenje o sanaciji zaradi rudarjenja poškodovanih zemljišč rudnika premoga v Zagorju.

Z željo, da bi ugotovili morebitne povezave med tlemi in poškodovanostjo gozdnega drevja, so pedološko pregledali točke na osnovni 16 x 16 km mreži za spremljanje poškodovanosti gozdnega drevja. Raziskave potekajo po programu mednarodnega sodelovanja z Evropsko skupnostjo.

V sodelovanju z Universität für Bodenkultur z Dunaja so podrobno raziskali tla na raziskovalnih ploskvah v hrastovih sestojih na območju Slovenije.

V zadnjih desetih letih so izvedli nekaj zelo poglobljenih kompleksnih raziskav gozdnih ekosistemov na območju, ki je prizadeto z žveplovim dioksidom in drugimi zračnimi polutanti v okolici termoelektrarne Šoštanj. Na posameznih izbranih opazovalnih ploskvah so odvzeli in analizirali vzorce tal, rastlinskih tkiv (iglic in listja), pa tudi vzorce različnih vrst vode (padavine na prostem, sestojne padavine, tok vode ob deblu, talna raztopina).

Obsežne kompleksne ekološke raziskave tečejo trenutno na Pokljuki, v Zavodnjah in pri Kočevski Reki.

V preteklem 50 letnem obdobju so pedologi na Gozdarskem inštitutu Slovenije opravili pionirsko delo pri razvoju raziskav na področju gozdne pedologije. Izvedli so različne vrste raziskave, ki jih opravljajo tudi na drugih sorodnih gozdarskih inštitucijah v Evropi, in dosegli primerno kakovost izdelkov. Svoje izkušnje in kakovost dela bi morali v prihodnjih letih izkoristiti ne samo za potrebe gozdarstva, ampak tudi za raziskave splošne onesnaženosti okolja v Sloveniji in za varstvo okolja.

VIRI

CIVIDINI, R. / WRABER, M., 1950. Gozdarski inštitut Slovenije v letih 1947-1949. - Izvestja 1947-1949, 1, Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, s.1-22.

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1953-1980. Letna poročila. - IGLG, Ljubljana.

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1983. Poročilo o raziskovalnem delu. - IGLG, Ljubljana.

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1986. Poročilo o raziskovalnem delu. - IGLG, Ljubljana.

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1989. Poročilo o raziskovalnem delu. - IGLG, Ljubljana.

GDK 114--010:945.4:946.3 Gozdarski inštitut Slovenije "1947-1997"

RAZVOJ IN POMEN PEDOLOŠKEGA LABORATORIJA NA GOZDARSKEM
INŠTITUTU SLOVENIJE

Janko KALAN* , Polona KALAN**

Izvleček

V prispevku je prikazan razvoj pedološkega laboratorija Gozdarskega inštituta Slovenije v prvih petdesetih letih njegovega obstoja. Navedeni so vsi sodelavci, ki so delovali na področju laboratorijskega dela. Prikazan je pregled nabave pomembnejše laboratorijske opreme ter razvoj in pomen laboratorijskega dela za gozdarstvo.

Ključne besede: pedologija, laboratorij, zgodovina, oprema, analizne metode

THE DEVELOPMENT AND MEANING OF THE LABORATORY FOR SOIL
SCIENCE AT THE SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE

Astract

This contribution shows the development of the pedology laboratory at the Forestry Institute of Slovenia during its first fifty years of existence. It includes a list of all collaborators that have contributed to the laboratory's work. An overview of important laboratory equipment purchases, as well as the development and meaning of laboratory work for forestry, is also included.

Key words: pedology, laboratory, history, equipment, analytical methods

*dipl. inž. gozd., 1000 Ljubljana, Ulica Iga Grudna 17, SLO

**mag., dipl. inž. kem., Gozdarski inštitut Slovenije, 1000 Ljubljana, Večna pot2, SLO

Proučevanja gozdnih tal so tesno povezana z laboratorijskimi preiskavami. Z lastnimi čutili lahko zaznamo le morfološke in nekatere fizikalne talne lastnosti, njihove kemične lastnosti pa lahko ugotovimo le na osnovi laboratorijskih analiz talnih vzorcev. Zato imajo na vseh raziskovalnih inštitucijah, kjer delujejo raziskovalne skupine na področju pedologije, tudi svoje laboratorije za preiskavo talnih vzorcev. Potreba po samostojnih laboratorijih za gozdno pedologijo je izhajala predvsem iz velikega števila vzorcev za analizo ter velikega obsega analiz. V zadnjih letih pa se uvajajo v gozdno pedologijo nekatere specifične raziskovalne metode, postavljajo pa se tudi vse večje zahteve po točnosti analiznih rezultatov in po preverjanju kakovosti analiznih rezultatov. Zato se morajo laboratoriji za gozdno pedologijo samostojno razvijati.

V zvezi s proučevanjem vzrokov za povečane poškodbe gozdnega drevja ter ugotavljanjem in spremljanjem onesnaževanja gozdnih ekosistemov, se laboratorijsko delo širi še na preiskavo vzorcev rastlinskih tkiv in vzorcev vode. Zato so na nekaterih gozdarskih raziskovalnih organizacijah, kjer so velike raziskovalne skupine za proučevanje gozdne ekologije, že pričeli deliti laboratorijsko dejavnost in ustanavljati samostojne laboratorije za analizo talnih vzorcev, vzorcev rastlinskih tkiv, vodnih vzorcev, pa tudi vzorcev za ugotavljanje onesnaženosti zraka.

Do leta 1956, ko je bila dograjena stavba Gozdarskega inštituta Slovenije, ni bilo možnosti, da bi se na inštitutu osnoval pedološki laboratorij. Zato so se pedologi prva leta svojega delovanja posluževali laboratorijskih uslug tedanjega Kmetijskega znanstvenega zavoda v Ljubljani, ki je bil predhodnik današnjega Kmetijskega inštituta Slovenije. Po letu 1952, ko je bila ob reorganizaciji inštituta oblikovana samostojna delovna skupina za gozdno pedologijo pod vodstvom prof. dr. Bogdana Vovka, so talne vzorce za potrebe Gozdarskega inštituta analizirali v laboratoriju Katedre za tla in prehrano rastlin pri Agronomsko - gozdarski fakulteti Univerze v Ljubljani. Iz letnih poročil Gozdarskega inštituta je razvidno, da je bila za tovrstne analize takrat kot laborant posebej zaposlena Neva Lenarčič (1952-1954), od leta 1955 dalje pa Breda Krešelj.

Ko je bila leta 1956 dograjena stavba Gozdarskega inštituta Slovenije, je v zgradbi nastal tudi pedološki laboratorij, ki je od takrat deloval neprekinjeno do danes. Kot laboranti so se v laboratoriju zvrstili: Irena Brložnik (1967), Zdenka Rakar (1968-1974), Francka Hočevnar (1970-1973), Andja Ankon (1973-1975), Breda Kregar (1975-1994), Jolanda Jakončič (1975-1994), dipl. inž. Marta Lukanec (1991-1992). Trenutno so v laboratoriju zaposleni: mag. Polona Kalan (od l. 1992), inž. Magda Debeljak (od l. 1994), Nina Rotar (od l. 1994) ter kot pomožni sodelavec Zvone Stermšek (od l. 1995).

Ob osnovanju pedološkega laboratorija leta 1956 je bil laboratorij opremljen s pohištvom in deloma z laboratorijsko steklovino, kemikalijami in laboratorijskim priborom. Večjo laboratorijsko opremo so sestavljali analitska tehnica, termostat, vodna kopel, žarilna peč in pH-meter. Naslednje leto sta bila nabavljena še plamenski fotometer in kolorimeter. S to opremo je bilo mogoče izvajati analize, ki so jih izvajali tudi drugi pedološki laboratoriji. Določevati je bilo mogoče kislost tal, hidrolitsko kislost tal in vsoto izmenljivih baz v tleh in iz dobljenih vrednosti izračunati kationsko izmenjalno kapaciteto tal ter zasičenost tal z izmenljivimi kationi. Določiti je bilo mogoče tudi vsebnost organske snovi (po Kotzmannu), nitratnega dušika in kalcija v tleh ter količino rastlinam dostopnega kalija in fosforja. Nabavljena je bila tudi oprema za določevanje nekaterih zračno vodnih talnih lastnosti. Laboratorij je bil z navedeno opremo sposoben zadovoljevati vse tedanje potrebe po laboratorijskih analizah talnih vzorcev.

Za podrobnejše raziskave gozdnih tal in za oceno prehranskih razmer za gozdno drevje so bile potrebne točnejše analize. Zato je bil l. 1971 nabavljen nov spektrofotometer znamke Beckmann. Za analizo organskega ogljika v površinskih talnih horizontih z večjo vsebnostjo humusa je bil leta 1975 uveden mokri postopek sežiga vzorca po Tjurinu, za določevanje celokupnega dušika pa analizni postopek mikro-Kjeldahl. Uveden je bil tudi amonacetatni postopek za določevanje izmenljivih kationov, ki je natančnejši od prejšnjega in daje tudi podatke o udeležnosti posameznih kationov (H^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+) v skupni izmenljivi kapaciteti tal za katione.

Ko je bil laboratorij opremljen z napravami za razklop vzorcev za določevanje celokupnega dušika, so v laboratoriju lahko izvajali tudi analize talnih in rastlinskih vzorcev na skupno vsebnost kalcija, magnezija in kalija.

V zvezi s pojavljanjem poškodovanosti gozdnega drevja zaradi onesnaženega zraka so se pojavile zahteve pa novih analizah. Za bioindikacijo onesnaženega zraka z SO₂ je bilo treba določiti celokupno žveplo v rastlinskih vzorcih, predvsem v vzorcih iglic oz. listja gozdnega drevja. Prve take analize je l. 1973 izvedel mag. Miro Petovar na Fakulteti za naravoslovje in tehnologijo Univerze v Ljubljani. Ker je število vzorcev iz leta v leto naraščalo in zunanji sodelavci niso zmogli povečanega obsega analiz, je bil analizni postopek uveden v pedološkem laboratoriju. Leta 1976 je bila nabavljena še oprema za določevanje fluora v rastlinskih vzorcih. Nabavljena sta bila tudi avtomatska analitska tehničnica ter mlina za mletje rastlinskih vzorcev in zemlje.

Ob obnovitvenih delih Gozdarskega inštituta Slovenije so februarja 1984 zaključili temeljito obnovo in preureditev pedološkega laboratorija. Zamenjali so vso električno in plinsko napeljavo, obnovili so digestorije in dva laboratorijska pulta, ostalo pohištvo zamenjali. Nabavili so napravo za pridobivanje demineralizirane vode, iztrošeni spektrofotometer pa so zamenjali z novim. V tistem času so nabavili aparaturo CARMHOMAT za določevanje skupnega ogljika, dve leti kasneje pa še SULMHOMAT za določevanje skupnega žvepla. Obe aparaturi zagotavljata veliko natančnejše analizne rezultate kot jih je bilo mogoče dobiti s prejšnjimi analizami.

Bioindikacijske raziskave so bile dopolnjene še z analizo fotooksidantskih barvil in difuzatov v smrekovih iglicah.

Bistveni kakovostni razvoj je pedološki laboratorij dosegel po letu 1990, ko se je pričelo mednarodno sodelovanje z Avstrijci (Forstliche Bundesversuchsanstalt in Universität für Bodenkultur z Dunaja) in v mednarodnih programih ECE-ICP, ALPE-ADRIA. Zaradi sodelovanja je bilo treba prevzeti nekatere nove analizne postopke, delo v laboratoriju pa prilagoditi predlagani mednarodni metodologiji in v večji meri poskrbeti za kontrolo kakovosti.

Od Avstrijcev smo prevzeli metode integriranega merjenja onesnaženosti zraka z žveplivim dioksidom, dušikovimi oksidi in z ozonom.

V letu 1993 smo zaradi vključitve Slovenije v projekt o vplivih daljinskega transporta onesnaženega zraka na gozdne ekosisteme, ki se izvaja pod vodstvom EU, nabavili atomski absorpcijski spektrometer Thermo Jarrel Ash, Scan 1 in ionski kromatograf (Spectral Physics, Shodex, Dionex). Jeseni istega leta je bila mag. P. Kalan na enomesečnem strokovnem izpopolnjevanju na Forstliche Bundesversuchsanstalt - FBVA na Dunaju. Pod vodstvom tamkajšnjega vodje pedološkega laboratorija dr. F. Mutscha se je naučila sodobnih metod za analizo gozdnih tal, ki jih predpisujejo standardi (ISO, ÖNORM), oz. manuali za izvedbo mednarodnih projektov (ECE-ICP Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, ECE-ICP Manual for Integrated Monitoring). Istočasno pa smo dobili tudi sodobno metodologijo za analizo foliarnih vzorcev.

V l. 1994 smo v laboratorij GIS vpeljali nove metode za določevanje makrohranil in kovin v tleh, foliarnih vzorcih in vodah ter novejšo metodo za določevanje izmenljivih kationov z ekstrakcijo tal z barijevim kloridom. Ta metoda omogoča poleg določitve bazičnih kationov še določanje kislih izmenljivih kationov (Mn^{2+} , Fe^{2+} , Al^{3+}).

Za kontrolo kakovosti analiznih rezultatov smo v laboratoriju pričeli skrbeti že zelo zgodaj, vendar je to delo potekalo premalo organizirano. Sistematično smo nadzorovali kakovost serijskih analiz vsebnosti žvepla v foliarnih vzorcih s testnim vzorcem smrekovih iglic z Mežakle, ki smo ga pripravili sami. Leta 1994 pa smo sistematično pričeli uporabljati testne vzorce tal, rastlinskih tkiv in vod pri vseh serijskih analizah. Nekajkrat letno pa preverjamo kakovost dela tudi z uporabo standardnih referenčnih materialov. Leta 1982 je pedološki laboratorij GIS prvič sodeloval tudi v medlaboratorijskem preverjanju kakovosti, ki ga je takrat organiziral Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung Nordrhein-Westfalen. Od l. 1994 sodelujemo v rednih mednarodnih medlaboratorijskih primerjavah (ALVA, NRI), po potrebi pa tudi v

medlaboratorijskih preverjanjih kakovosti dela, ki potekajo v času trajanja mednarodnih projektov (ECE-ICP, EMEP).

Danes sodi laboratorij GIS med sodobno opremljene laboratorije za analizo tal, rastlinskih tkiv in voda za potrebe gozdarstva. Rezultati medlaboratorijskih primerjav kažejo, da je tudi po kakovosti analiz enakovreden priznanim tovrstnim evropskim laboratorijem.

Da bo laboratorij lahko tudi v bodoče konkurenčno nastopal na domačem in tujem trgu, bi ga bilo potrebno v čimkrajšem času akreditirati. Predvsem pa mora ohraniti, v nekaterih primerih pa še izboljšati že doseženo raven kakovosti.

VIRI

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1953-1980. Letna poročila. - IGLG, Ljubljana.

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1983. Poročilo o raziskovalnem delu. - IGLG, Ljubljana.

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1986. Poročilo o raziskovalnem delu. - IGLG, Ljubljana.

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1989-1995. Poročila o raziskovalnem delu. - IGLG, Ljubljana.

GDK 181.45.945.4*1969-1992*

RAZISKOVANJE POŠKODB GOZDOV ZARADI ONESNAŽENEGA ZRAKA - MEJNIKI

Marjan ŠOLAR*

Izvleček

Prispevek kritično, brez dlake na jeziku, poskuša opisati raziskave poškodb gozdov zaradi onesnaženega zraka v slovenskem prostoru v obdobju od 1969 do 1992. Zelo bežno se kritično dotakne tudi obdobja po letu 1992. Po spominu - za dokumentiranje posameznih dogodkov, del in dosežkov bi bilo potrebno več časa - sem po najboljši upokojenski moči poskušal dogodke, metode dela in raziskovanja, sodelujoče osebe in inštitucije ter dosežke spraviti v neke časovne okvire in jih postaviti na stvarne piedestale.

Dotik drugih posebnosti proučevanja poškodovanosti gozdov zaradi onesnaženega zraka, žal čas in prostor ne dopuščata. V vsem tem se bo morda kdo znašel v splošno zaželjenem ali pa tudi nezaželjenem položaju ali vlogi. Stvarem in dogodkom je enkrat tudi javno treba reči. Tako je bilo. Dopuščam, da mi porečete: Tako misliš samo ti osebno. Morda?

Ne zamerite mi, da sem v delu večkrat uporabljal sočne žargonske izraze. Menim, da bi s pravilnimi pravopisnimi delo izgubilo sočnost in pravo vsebino. Tudi kritike mojega - našega dela niso bile izrečene in napisane ravno pravopisno in v stilu slovenske kulturne tradicije. Da sem pisanje razbremenil in da pri naslovih nisem koga prikrajšal ali povzdignil, sem le-te v celotnem besedilu opustil. Tudi imena so zapisana samo z inicijalkami. Tako na te stvari z lastne izkušnje gledam sam. Dolge naslove inštitucij sem preprosto zapisal s kratico.

V vsem delu sem poskušal upoštevati resnico in samo resnico.

Ključne besede: propadanje gozda, poškodovanost gozda, raziskovalno delo, zgodovinski pregled

RESEARCH OF FOREST DECLINE CAUSED BY AIR POLLUTION-TURNING POINTS

Abstract

The paper is an honest critical attempt to describe the research on forest damage caused by air pollution in Slovenia in the period from 1969 to 1992. It only touches on the period after 1992 very slightly. From memory, since documenting all the actions that took place, the works and the achievements would require much more time, I have used my best retiree abilities to put the work, research methods, contributing persons and institutions and their achievements into some time frames and in the perspective they deserve.

Unfortunately time and space do not allow me to touch on other specifics of the study of forest damage caused by air pollution. In this paper, some people may find themselves portrayed in a generally positive way or placed in a negative position or role. At a certain point, we need to publicly say what various things and events really are. However, I will allow you to say that is your personal opinion. Perhaps?

Please do not take it against me that I often use juicy expressions from our jargon. It is my feeling that the paper would lose its juice and true content if I stuck with grammatically correct expressions. The critics of my - our - work have also not spoken or written using the best grammar and style of the Slovenian cultural tradition. To lessen the burden of writing and not to shortchange or promote anyone with a title, I have avoided them throughout the complete text. Names are also given only by initials. This is how I view these matters from the perspective of many years of experience. Long names of institutions are simply given as acronyms.

Through the entire paper I have tried to say the truth and nothing but the truth.

Key words: forest decline, forest damages, research work, history overview

* dipl. inž. gozd., Cankarjeva 25, Bled, Slovenija

1 UVOD

Če bi hotel pisati o temi, ki so jo organizatorji pedesetletnice GIS določili z naslovom Raziskovanje propadanja gozdov v Sloveniji, potem bi moral pisati samo o obdobju po letu 1980 oziroma o obdobju po letu 1984. Če pa želimo pisati o raziskavah poškodb gozdov zaradi onesnaženega zraka (in vseh dejavnostih, povezanih s tem), ki so bile narejene na IGLG, pa moramo poseči nazaj v leto 1969 ali pa še celo v leto 1966. To tudi hočemo.

Prispevek bi bil premalo stvaren, če ne bi odkrito spregovoril o vseh peripetijah, ki so spremljale raziskave in dela. Prav s tem se hočem razbremeniti bremena, ki mi leži na duši že desetletja.

Med letoma 1969 in 1990 smo namreč nasedali raznim vplivom in naš tako lepo določeni naslov za tovrstne raziskave Poškodbe gozdov zaradi onesnaženega zraka zmaličili v številne manj primerne naslove, med katerimi se je najdlje obdržal Propadanje gozdov. Tak naslov je za to tematiko veliko preširok in premalo opredeljujoč ter hkrati pove veliko premalo.

Ko sem se odločil, da bom o raziskavah kaj napisal, se mi je dobessedno utrgal ogromen miselni plaz: ugotovil sem da je čas za dokumentirano poročilo veliko prekratek, da lahko napišem pretežno le po spominu, da dopuščam, da mi bo kaj manj pomembnega tudi ušlo in da samo glavne stvari lahko spravim v grob časovni okvir. To poročilo je v pravem pomenu besede začetek razmišljanja za monografijo o tej problematiki v slovenskem prostoru.

Prispevek sem zgradil tako, da sem omejil določena obdobja, zapisal njihovo bistvo, namen, naštel osebe, ki so v določenem obdobju igrale pomembno vlogo, se dotaknil naših metodoloških posebnosti. Napisal sem, kje so zapisani rezultati raziskav in kako so le-ti prikazani. Časovni in tudi vsebinski okvir ne dopuščata njihove navedbe in komentarja. Že samo navedba sodelavcev, inštitucij in izdelkov bi presegla načrtovani okvir štirih strani. Zapleteno vprašanje vzročnosti, obdelava posrednih in neposrednih škod ter primarnih in sekundarnih sanacij pa še kakšno drugo podpodročje bi bili zajetni samostojni prispevki.

Zaradi vsega naštetega sem se odločil, da se bom osredotočil bolj na metodološke in organizacijske probleme. Finančna vprašanja mi po naravi ne ležijo, popolnoma obšel pa jih nisem. Pohvalil sem "ta pozitivno", tudi poimensko, v "ta slabem" naj se akterji poiščejo sami.

Vse sem postavil med neke vsaj približne časovne in vsebinske mejnike. Ko sem v sebi miselno gradil prispevek, še preden sem začel s pisanjem, sem to vedno imel v mislih, zato sem se tudi odločil, da bom prispevek delovno imenoval Mejniki - pri raziskavah poškodovanosti gozdov zaradi onesnaženega zraka v slovenskem prostoru.

Med samim pisanjem je pogosto kar naenkrat nekaj bruhnilo iz mene. Takoj sem zapisal. Pozneje sem take zapise imenoval intermezze in sem jih z večjim ali manjšim uspehom poskušal časovno opredeliti. V glavnem se nanašajo na naštevaje oseb, inštitucij, izdelkov in aktivnosti. To mi ni povsem uspelo, zato je prispevek glede tega malo nesistematičen. V načrtovani monografiji o poškodbah gozdov zaradi onesnaženega zraka pa bo vse to točno časovno opredeljeno.

2 JEDRO

OBDOBJE PRED LETOM 1969

Priprave na tovrstne raziskave segajo v leto 1966 in so povezane z imenom takratnega direktorja IGLG J. Miklavžiča. Samoiniciativno se je odpravil na študijsko potovanje v Vzhodno in Zahodno Nemčijo ter na Čehoslovaško. V omenjenih državah je navezal stike s takrat vodilnimi strokovnjaki za tako imenovano imisijsko klasiko, kot so bili E. Peltz, K. F. Wentzel in J. Materna. Zapiski s te poti so izredno zanimivi in sistematični. Če bolezen J. Miklavžiču ne bi strla peruti, bi bile tovrstne raziskave na IGLG začete zagotovo še pred letom 1969. Njegovo idejo o nujnosti tovrstnih raziskav je leta 1969 uresničil takratni direktor IGLG M. Ciglar, pozneje posthumni dr. znanosti.

OBDOBJE MED LETOMA 1969 IN 1978 - 1980 - obdobje proučevanja imisijske klasike, tudi obdobje iskanj

Razmišljanje o primernem človeku za tovrstne raziskave je M. Ciglarja pripeljalo na visoko šolo poznavanja ekologije k Ž. Koširju na Biro za gozdarsko načrtovanje v Ljubljani. Pogovarjala sta se o M. Šolarju in ko je ta po temeljitem premisleku privolil, so se na IGLG začele okorne, a sistematične tovrstne raziskave. To se je zgodilo na svečnico leta 1969. To je tudi datum, ko je bila v

okviru Oddelka za gojenje gozdov (J. Božič) osnovana raziskovalna naloga z že omenjenim naslovom. Zaposlovala je dobrega pol raziskovalca in jo je dobro polovico plačeval takratni sklad Borisa Kidriča, preostalo pa so poravnala gozdna gospodarstva.

Kmalu po rojstvu naloge so se pojavile pripombe, da Slovenija ne potrebuje tovrstnih raziskav oziroma, da je en cel raziskovalec za to dejavnost preveč. K sreči je zmagal trezen razum večine in naloga je zaživela.

Razen popotnih zapiskov J. Miklavžiča, skromne literature, nekaj ekspertiz o odškodninah iz Zasavja, Celja in Mežiške doline, poročil gojiteljev (D. Mlinšek in njegovi) o sušenju jelke, manjših načrtov o ozelenjevanju imisijskih goličav ter odlične, pionirske diplomske naloge sedanjega kartuzijanskega patra A. Capudra nisem imel na voljo ničesar. Dolgo časa sem iskal pot kje in kako začeti?

Posvetoval sem se z vodilnimi gozdarskimi strokovnjaki in praktiki iz operative, s priznanimi visokošolskimi učitelji (B. Vovk) in z gozdarji na politično-upravnih forumih. Paleta mnenj je bila zelo različna, vseeno pa je bilo mogoče iz nje izluščiti kaj koristnega. Jasno pa je bilo, da moramo najprej dobiti točno sliko kje, zaradi česa, v kakšni intenziteti, obliki in površinski razširjenosti se v slovenskem gozdu sploh pojavljajo poškodbe gozdov zaradi onesnaženega zraka.

Na vsa gozdna gospodarstva smo smo se obrnili s prošnjo posredovanja vedenj o poškodbah gozdov zaradi onesnaženega zraka. Prizadeta območja smo nato skupaj z območnimi gozdarji pregledali in naredili zapisnike o stanju ter zabeležili pomembna zapažanja.

Na gozdno gospodarskih območjih z večjo in akutnejšo imisijsko problematiko smo izbrali določene ljudi, "tako imenovane majorje za zvezo", ki so nas po eni strani obveščali, kaj se na njihovem območju poškodovanostnega dogaja: te osebe so hkrati aktivno sodelovale na strokovnem, organizacijskem in finančnem področju. Dolžni smo jih omeniti, kajti brez njih bi bilo naše delo, če ne že onemogočeno, pa vsaj zelo oteženo.

Tako na slovenjgraškem GG območju ne smemo mimo triperesne deteljice H. Dolinšek, A. Šertelj in J. Potočnik, na ljubljanskem mimo S. Koblarjeve, M. Šuntarja in B. Jazbeca, na celjskem mimo B. Krasnova, R. Lončarjeve, D. Košutnika in E. Pulkota, na blejskem mimo E. Goloba, F. Žerjava in D. Novaka, na tolmiskem mimo S. Blaja in F. Kordiša, na mariborskem mimo T. Zajca in v Kidričevem W. Skačaja. Ne mi zameriti, če sem v množici koga spregledal. Za

temi "špicami" pa je stal cel bataljon po nekem "šolskem rangju" nižje stoječih, drugače pa morda enako in še pomembnejših ljudi iz gozdarske, kmečke, politično-upravne in onesnaževalske srenje, s katerimi smo se v tem času spoznali, se prijateljsko, praktično pa tudi ostro pogovarjali. Ob tem delu smo spoznali veliko zanimivih in fajn ljudi.

Že kar na začetku se je pokazalo, da s klasičnimi imisijskimi poškodbami, kljub nekaterim drugim akutnim malopovršinskim žariščem, izstopajo Zasavje, Mežiška dolina, Celjska kotlina, Šaleška dolina, Jesenice in Kidričevo na Dravskem polju.

Prvi korak je bil torej narejen, naslednji pa je bil veliko zahtevnejši. Treba je bilo poiskati za naše razmere najprimernejšo metodo za kakovostno in količinsko ovrednotenje tega pojava. Kmalu smo spoznali, da metode, spočete in uporabljane v srednjeevropskih, pretežno monokulturnih sestojih (gozdovih), v naših razmerah odpovedujejo.

Čeprav je bilo v tem času vse grajeno na ožigu, ki pa ga je bilo težko imisijsko klasično točno opredeliti, predvsem pa določiti v visokih drevesnih krošnjah, se je spontano, podzavestno rojevalo ocenjevanje prizadetosti drevesa na osnovi gostote oziroma presvetljenosti njegove krošnje. To smo pravzaprav ugotovili šele čez dobrih deset let, ko se je začelo proučevanje tako vsebinsko, miselno in sploh multispektralno polemičnega, a v vsakem primeru zaskrbljujočega pojava, ki smo ga takrat po vzorcu drugih imenovali umiranje gozdov.

Do leta 1976 smo "skartirali" v merilu 1:25.000 vsa naša večja klasična imisijska žarišča. Leta 1977 pa je z zamudo izšlo večje delo (v osmih zvezkih) z naslovom Poškodbe vegetacije (gozdov) vsled onesnaženja zraka. To so bili že zametki timskega dela. Ta prva, bolj ali manj popolna inventarizacija slovenskega gozda, z mnogimi porodnimi težavami, je še vedno osnova za razmišljanja o naši imisijski klasiki. Monografija z neposrednim citiranjem zajema tudi nekatere pred letom 1976 narejene raziskave. V besedilu namenoma poudarjam termin "imisijska klasika" in to zato, da bi z razčiščenimi pojmi v nadaljevanju lahko razumevali pojav, ki je bil poimenovan "umiranje gozdov". Menim, da mi danes ni več treba, tako kot pred leti, razlagati, kaj je imisijska klasika.

Ne da bi se spuščali v metodološke podrobnosti, vendar moramo le omeniti, da smo stopnje (konkretna poškodovanost drevesa ali sestoja) in cone poškodovanosti (povprečna poškodovanost določenega gozdnega predela)

razvrščali v štiri skupine: od malo poškodovanih gozdov do zelo močno poškodovanih (skoraj uničenih) gozdov. V predelih s prevladujočo smreko (iglavci), smo gozdove glede na poškodovanost razvrščali po smreki, drugod (Celje) povprečno sestojno. V kartografskem gradivu so poleg con poškodovanosti prikazana tudi tako imenovana potencialna plinska območja, najpogostejše smeri potovanja onesnaženega zraka, lokacije poskusnih nasadov, opazovalnih objektov in mesta vzorčenja za v tem obdobju pričete foliarne analize kot določilo za pridobitev statusa imisijskega oškodovanca in potrditev okularnih ocen poškodovanosti gozda. Pri vsem delu in raziskavah so nam bila v veliko pomoč dela in predlogi domačih gozdarjev iz operative. Nenehno smo se učili od njih.

Kemične analize na povečano vsebnost žvepla in pozneje fluora, klora ter nekaterih hranil so nato potekale precej redno, popolnoma sistematično pa šele s Projektom propadanja gozdov. Sprva smo bili odvisni od tujih laboratorijev, pozneje pa smo se po zaslugi J. Kalana dosti dobro osamosvojili.

V tem obdobju, v letih 1969 do 1970, ne smemo pozabiti pričetka intenzivnega sodelovanja z HMZ (B. Paradiž in drugi). Čeprav smo morda bili v podrobnostih na različnih bregovih, smo vsi hoteli našemu gozdu, okolju in človeku samo dobro.

V ta čas spada tudi navezava našega dela z IUFRO predmetno skupino S.2.09 - Onesnaženje zraka. Sodelavci IGLG so se z enim samim presledkom udeležili desetih rednih bienalnih sestankov in na njih sedemkrat tudi aktivno sodelovali s poročili, posterji ali referati. Leta 1978 pa smo tak sestanek v vesplošno zadovoljstvo priredili tudi pri nas. Pri tem velja zahvala našim gozdnim gospodarstvom in še posebno nekaterim sodelavcem. Žal so, kot ponavadi, nekateri nerazumljivo stali ob strani.

Sodelovanje v tej IUFRO predmetni skupini je rodilo številna poznanstva s priznanimi strokovnjaki za tovrstne raziskave. Poznanstvo je preraslo samo strokovno sodelovanje in prešlo v prijateljsko. Zaradi nadvse koristnih nasvetov, posredovanja literature in separatov s posvetilom pa seveda tudi konstruktivno kritiko tu ne moremo mimo Dunajčanov G. Halbwachsa, J. Pollanschuetza, E. Donaubaerjaja, Gradčanova, D. Grilla, S. Schnopfhagna, O. Haertla, Korošcev

Ch. Habsburga, L. Krammerja, Švicarjev T. Kellerja in J. Bucherja, Norvežana K. Horntwedta, Finke S. Hottunenove, Angleža W. Binsa Poljakov J. Greszte in Z. Sierpinskega, še posebno pa ne mimo W. Knabeja iz Porurja, ki je po sestanku IUFRO predmetne skupine S.2.09 leta 1978 v Ljubljani hotel našo raziskovalno dejavnost na tem področju dvigniti na visok nivo in habilitirati sodelavce. Trojico, s katero je J. Miklavžič navezal stike že leta 1966, pa sem že omenil. Naj mi bo oproščeno če sem koga pozabil.

V tem obdobju si je naloga izborila en "fultajm" in ta "fultajm" je nenehoma poudarjal potrebo po interdisciplinarnem teamu, po povečanju in posodobitvi laboratorijske opreme, po več sredstvih in podobno. Za ilustracijo: v sosednji avstrijski Štajerski se je ta čas na manjši površini gozdov, predvsem pa z manjšo imisijsko problematiko, ukvarjalo vsega skupaj enajst "fultajmov".

Da ne pozabimo: v tem obdobju, konkretno leta 1975, smo v okviru te raziskovalne naloge prvi v Sloveniji, da ne govorim prvi v takratni Jugoslaviji in verjetno v vsej Jugovzhodni Evropi, iz zraka posneli v IR barvni tehniki in merilu 1:25.000 imisijska območja Mežiške doline, Celja in Zasavja. Takrat smo prvič uporabili IR tehniko v civilne namene. Področna GG območja so nam bila takrat v finančnem smislu zelo naklonjena. Iz posnetkov nismo dobili tistega, kar smo pričakovali, namreč videnje nevidnih poškodb, ostaja pa nam tolažba prvenca in IR barvnega posnetka določenega stanja per anno 1975. Ta dejavnost je pozneje po zaslugi sedanjega dir. GIS M. Hočevarja dobila drugačen nivo.

V vsem raziskovalnem obdobju smo nenehno imeli pred očmi potrebo po finančnem ovrednotenju pojava poškodovanosti gozdov zaradi onesnaženja zraka, vendar temu nismo prišli do konca. Tudi zato, ker je to strokovno izredno zahtevno delo, predvsem za področje iz vrednotenja poškodb splošnokoristnih funkcij gozdov. Težko je reči, pri kolikih odškodninskih zahtevkih smo raziskovalno, nasvetovalno, in izvedensko sodelovali.

Do rojstva umiranja gozdov, ki je nekako povezano z gradnjo visokih dimnikov v letih 1975 do 1978, smo iskali nova raziskovalna področja, nova torišča delovanja in raziskovanja ter boljše metode dela.

Z zgraditvijo trboveljskega velikana, 360-metrskega dimnika, je Slovenija dosegla evropski rekord in se po takratnem znanju aktivno vključila, zaradi daljinskega transporta onesnaženega zraka, med domnevne povzročitelje umiranja gozdov. Ni pomembno, kdo je bil takrat glavni boter za to idejo. Visoki dimnik je res precej izboljšal razmere okolja v ožji, dolinski okolici, ne vemo pa, koliko so se razmere poslabšale v širši okolici.

V tem času je bilo vse več govora o daljinskem transportu onesnaženih zračnih mas, valjenju krivde za poškodbe gozdov na sosede in izmikanj lastni odgovornosti. To je bilo zelo burno obdobje. Onesnaževanje je dobilo kontinentalne pa tudi svetovne razsežnosti, postalo je resen politični problem.

V tem obdobju je bilo težišče dela in raziskovanja na oblikovanju poskusnih nasadov, postavitvi lončnih poskusov, ozelenjevanju imisijskih goličav, uvajanju novih bioindikacijskih vrst (rušje), sodelovanju pri zakonodaji in določanju maksimalno dopustnih in kritičnih imisijskih vrednostih ter mejnih vrednosti vsebnosti rezuidov polutantov v rastlinskih tkivih, osredotočanju na manjša, akutna klasična imisijska žarišča in naglo razširjujoča se žarišča kot je bil Šoštanj. Razsežnosti slednjega so preraščale v razsežnosti umiranja gozdov, gibanje onesnaženega zraka je dobivalo razsežnosti daljinskega transporta. Epizodičnost, akutnost in povezanost imisij z vremensko-podnebnimi razmerami pa je bilo še vedno v prid akutne, velikopovršinske imisijske klasike, vendar je vse skupaj že dobivalo tudi znake umiranja gozdov. Pri proučevanju poškodovanosti gozdov zaradi onesnaženega zraka v Šaleški dolini se je več izvirnih pristopov domislil domači gozdar I. Kolar.

V vsem obdobju smo načrtno delali na diateki, ki je ob mojem odhodu z IGLG leta 1992 zajemala več kot 1000 tematsko urejenih in klasificiranih enot.

Če se časovno ne motim, se je tedaj pričelo tudi sodelovanje v delovni skupnosti Alpe - Jadran, in sicer v delovni skupini, imenovani Umiranje gozda - dreves. To aktivno sodelovanje je potem trajalo, kot se spominjam, do leta 1993. Traja sicer še danes, čeprav je delovna skupnost izgubila na ostrini in teritorialni pomebnosti.

Predstavniki Slovenije smo v tej skupnosti prvič občutili svojo nacionalno identiteto. Sestankov smo se udeležili najmanj sedemkrat. Zadnji predsedujoči te delovne skupine, g. Weissgaerber iz Bavarske, je bil z našim sodelovanjem zelo zadovoljen. Žal za organizacijo sestanka te delovne skupine pri nas naši odgovorni forumi niso bili navdušeni. Hrvaška nas je na tem področju gladko prehitela.

Tudi če sem v svoji kronologiji kaj pozabil, naj bo končno že rojeno umiranje gozdov, pojav, ki mu imam namen v mojem prispevku dati posebno, poudarjeno mesto, pojav, ki je ne samo pri nas, temveč po vsem svetu, predvsem pa v srednji Evropi povzročil toliko različnih interpretacij, poimenovanj, taktiziranj, podcenjevanj, pretiravanj in karieristik, političnih špekulacij, pa ne vem še kaj. Slovenija tu ni bila nikakršna izjema.

Pa se pojdemo umiranje gozdov, spominov, še več pa je gradiva za en cel zbornik!

OBDOBJE PO LETU 1980 DO LETA 1992 pa še malo naprej, lahko tudi OBDOBJE UMIRANJA GOZDOV

Obdobje med letoma 1980 in 1990 lahko poimenujemo obdobje umiranja gozdov. Že v uvodu sem zapisal, da mi ta terminus nikoli ni bil preveč všeč, ker ni dopuščal ničesar drugega, kot da bodo gozdovi izumrli. Zato sem se hitro, da je bil volk sit in koza cela, izmazal z imenom propadanje gozdov. Sam tudi s tem poimenovanjem nisem bil nikoli povsem zadovoljen. V mislih sem vedno imel poškodovanost gozdov zaradi tako ali drugače onesnaženega zraka v povezavi z drugimi, za gozd stresnimi dejavniki. V nekem svojem gradivu sem zapisal, da je prisotnost delovanja onesnaženega zraka v primeru propadanja gozdov zelo težko dokazati, še težje pa dokazati, da tega vpliva ni. V literaturi se je pojavila vrsta poimenovanj tega pojava; vsak ga je hotel imenovati po svoje. Tako smo bili priča: novodobnim poškodbam, novovrstnim poškodbam, poškodbam zaradi daljinskega transporta, pa hiranju in pešanju gozdov ter ogroženosti gozdov. O slednjem poimenovanju več v nadaljevanju.

Terminološka pa tudi pojmovna zmeda se je začela umirjati po letu 1986, ko se k sreči niso uresničevale črnoglede napovedi P. Schuetta iz Münchna, ki je vehementno po vsem svetu razglašal, da leta 1990 v vsej Evropi ne bo niti enega zdravega odraslega drevesa več, leta 2000 pa sploh nobenega več. Tudi pri nas je dobil nekaj privržencev.

Takšno mišljenje je s stališča takojšnjega pristopa k sanaciji izvorov onesnaženja do neke mere opravičljivo, po drugi strani pa pretiravanje lahko povzroči ravno nasprotno reakcijo. Pogosto smo bili kregani, da smo v svojih prikazih poškodovanosti gozdov in perspektivah gozda v spremenjenih razmerah okolja preblagi, premalo udarni in odločni. Menim pa, da smo prav s stvarnimi prikazi dosegli, da so nam verjeli in da je bilo zato marsikaj storjenega v dobro gozdu, kar pri ekstremnih stališčih ne bi bilo.

Ne da bi prisluhnili vestem iz tujine, smo sami opazili, da se z gozdom v širokem prostoru (zunaj klasičnih imisijskih žarišč) dogaja nekaj degradativnega, opazili, da se poškodbe po vrsti, jakosti, prostorski razširjenosti, vzročnosti in še marsičem razlikujejo od doslej znanih v okviru imisijske klasike. Jasno nam je bilo, da gre za novo obliko poškodovanosti gozdov ter da je ta pojav treba jemati resno, ne pa emocionalno, sploh pa ne karieristično. Takšno gledanje mnogim ni bilo všeč.

V Sloveniji je bilo veliko privržencev mišljenja, da je problem umiranja gozdov problem zahodnih kapitalističnih sistemov, da ta pojav ne bo kot Hanibal splezal čez Alpe in da našim, sonaravnim mešanim sestojem in načinu gojenja gozdov ne bo prišel do živega. Reakcija je bila popolnoma enaka kot ob začetku proučevanja imisijske klasike, menim pa, da ni temeljila na strokovni, pač pa na osebno prvenstveni ravni. Določeni politično-upravni in strokovni krogi (vendar politično-upravni prej) so pojav priznali šele, ko se je evforija umiranja gozdov že prevesila v stvarno presojo tega skrajno resnega pojava v naših gozdovih.

Tako smo v okviru raziskav poškodb gozdov zaradi onesnaženja zraka po več obvestilih v medijih javnega in strokovnega obveščanja sprožili mehanizem priprav za proučevanje teh novih, zaskrbljujočih degradativnih pojavov v slovenskem gozdu.

OBDODBJE PO LETU 1984 ali tudi obdobje raziskovanja fenomena UMIRANJE GOZDOV

V letih 1984 in 1985 smo po vzorcu drugih držav z našimi posebnostmi postavili sistem mrež. Osnovno popisno mrežo velikosti 4x4 km, po sugestiji M. Hočevarja vmesno, vrstno 4x2 km za potrebe snemanja iz zraka sever-jug orientirano mrežo. V teh dveh je ležala tako imenovana rezervna 8x8 km mreža in 16x16 km ECE (Ekonomska komisija UN za Evropo) bioindikacijska mreža. Sistem je dal 1207 24 drevesnih klastrov. Pri prvem popisu takrat še umiranja gozdov leta 1985 smo v vzorec zajeli 24.832 dreves.

Pri označevanju ploskev in dreves na ploskvah je vladala velika zmeda. Vsako leto so prihajala nova navodila in pogosto tisti, ki je postavil nova, za prejšnja, tudi njegova, ni hotel nič vedeti.

Moja velika osebna krivda pri vseh teh raziskavah je bila, da sem preveč podlegel raznim, tudi včasih popolnoma nesmiselnim, tudi pikolovskim stvarim.

Preobširno bi se bilo na tem mestu spuščati v metodološke posebnosti, zapišimo le, da je bila temelj s strani ECE predpisana metodologija in da smo v njej uveljavili našo ekološko in drugo specifiko. Glavni botri te naše prve, slovenske metode popisa umiranja gozdov so bili: M. Šolar , I. Smole, D. Jurc, M. Hočevar, F. Batič, J. Kalan, M. Adamič, J. Titovšek ter v manjši meri še nekateri drugi sodelavci IGLG. V računalniški jezik je vse skupaj spravil V. Mikulič s svojo ekipo, računalniško nadgradnjo pa je prispeval T. Kralj.

Politično-upravna nadgradnja prvega in tudi nekaj sledečim popisom pripada Z. Nastranu iz takratnega Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, organizacijsko-strokovna pa J. Pogačniku iz Splošnega združenja za gozdarstvo. Na gozdnih gospodarstvih so dela vodili že imenovani "majorji za zvezo". Posebno strokovno težo je tem raziskavam dal D. Jurc (za področje diferencialne diagnostike), F. Batič (za področje lišajske bioindikacije) in B. Druškovič (za področje citogenetske bioindikacije).

Prvo idejo za postavitve mrež mi je leta 1983 dal S. Schnopfhausen iz Gradca. Navezali smo se na najbližjo točko v Avstriji (Žleberk); iz te točke smo potem

“naštrikali” našo mrežo in dve leti pozneje šli z njo do Devdelije. Takšnih in drugačnih peripetij okoli slednjega, zdaj v novih razmerah ni vredno niti omenjati, čeprav je dela z Jugo strani korektno vodil M. Sisojević s svojo ekipo.

Prvi popis in metodo, uporabljeno pri tem, lahko štejemo tudi za rojstno leto sistematičnega, temskega proučevanja poškodovanosti gozdov zaradi tako ali drugače delujočega onesnaženega zraka.

Interdisciplinarnost je imela intra- in interinstitucionalni značaj. V team smo pritegnili Inštitut za biologijo z B. Druškovičevo in njeno citogenetsko bioindikacijo. Stike smo navezali s Kemijskim inštitutom Borisa Kidriča (V. Hudnikova), Inštitutom Jožefa Stefana, Agronomijo, HMZ pa sem omenil že prej.

Še pred letom 1975 smo sodelovali z Urbanističnim inštitutom, Zavodom za prostorsko planiranje, Gedetskim zavodom, Zavodom za statistiko. po letu 1980 pa še z Zavodom za ekonomske odnose, Zavodom za zdravstveno varstvo Maribor, s Slovenskim zdravniškim društvom, z Društvom ekologov, s Prirodoslovnim društvom, z Mestnim muzejem Celje, s Slovensko akademijo znanosti in umetnosti, Slovensko zvezo društev za varstvo okolja, enako nemško in avstrijsko, z Elektro inštitutom Milan Vidmar, s področnimi DITI in z Zvezo DIT-ov gozdarstva. Sodelovanje z Gozdarsko fakulteto pa je bilo permanentno.

Polomil bi si jezik in porabil bi preveč časa in prostora, če bi naštel še vse tuje inštitucije, s katerimi smo sodelovali ali vsaj imeli stike. Zagotovo jih je več desetini iz najmanj 10-tih držav. Če kdo tega ne verjame, naj pogleda na poster z naslovom: Kontakti IGLG (M. Šolar) z domačimi in tujimi osebami, ustanovami na strokovni in politično-upravni ravni v obdobju od leta 1969 dalje (ki je sestavni del tega prispevka), na katerem je prikazan del originalnih naslovov kontaktnih oseb in inštitucij, s katerimi smo bili pri našem delu v stiku po letu 1970.

Na drugem bregu nas in vseh naštetih pa so stali (po svoji ali nesvoji krivdi) vsi emitenti, s katerimi smo se pogovarjali v različnih, pogosto ostrih, včasih pa še premalo ostrih tonih. Vmes so pogosto morala posegati sodišča, predvsem pri odšodninskih zahtevkih. Iz teme pridobljen status sodnega izvedenca je bil včasih sila neprijeten.

Vsi našeti so rabili naše podatke in ekspertize. Nobeno omenjeno sodelovanje ni bilo zgolj naslovno. Prav gotovo nisem navedel koga preveč, zagotovo pa sem marsikoga izpustil. Kot sem že v uvodu zapisal, za čas ne dam roke v ogenj.

Za dodatni aktivnostni intermezzo obdobja po letu 1980 naj na tem mestu omenim, da v to obdobje časovno spada pričetek aktivnega sodelovanja s CIPRO, komisijo ECE, sodelovanje v mešani slovensko-avstrijsko koroški komisiji za vprašanja onesnaževanja okolja ter vprašanj vode in odpadkov. Tu ne moremo mimo J. Kalsa, K. Schultza in R. Baumgartnerja.

ECE sestankov smo se udeleževali s poročili kontinuirano od leta 1985. Vmes ne smemo pozabiti dveh prireditev v okviru Gospodarskega razstavišča z imenom FOREN. Zaradi poznavanja raziskav na tem področju smo bili vabljeni na številne domače in mednarodne kongrese (FAO Rim, Univerza Riwerville USA,- Laxenburg, Muenchen, Warszawa.. Zadar, Zagreb, Vrnjačka Banja,).

S prispevki smo se oglašali v domačih in tujih strokovnih revijah, pojavljali smo se tudi v dnevem tisku, radiu in na TV. Prirejali smo uspešne pa tudi neuspešne novinarske konference. Teamsko smo pod pokroviteljstvom Splošnega združenja za gozdarstvo in J. Pogačnika napisali dve poljudni brošuri z naslovom Čas za rešitev gozdov se izteka in Kako rešiti gozdove. Prispevke smo pisali za razne ekološke knjige. Posnetih je bilo tudi nekaj krajših filmov o našem delu in problematiki poškodovanosti gozdov zaradi onesnaženega zraka in IGLG - ju.

Vse to naštevam zato, da smo pri vseh dejavnostih nenehno pilili naše znanje, ki smo ga sproti vgrajevali v naše delo in raziskave. Z vso dejavnostjo smo hoteli potrditi naše delo, logično ob pripravljenosti sprejemanja konstruktivnih, netencioznih kritik.

Vedno smo o vsem spregovorili pred javnostjo in tudi tako poskušali doseči priznanje našega dela, doseči večjo finančno pomoč in pravilno predstavo o problemu velikopovršinske poškodovanosti gozdov.

Dolgo sem premišljeval, koliko vsega "public relationa" je bilo na to temo v letih 1969 in 1992. V napisanih straneh več kot 2000, v ustno- besednih predstavitvah s tekstovno podlago krepko nad 100, samo ustnih najmanj 200, slikovno ilustrativnih več desetih.

Z vsemi naštetimi dejavnostmi smo nesebično ponesli ime Slovenije in IGLG v svet.

Leto 1986 je zaznamovano z zadolžitvami, povezanimi s svetovnim IUFRO kongresom. Pripraviti je bilo treba poročila, predsedovati sekcijam, sodelovati na generalnem zasedanju, organizirati in voditi štiridnevno strokovno ekskurzijo. Najmanj pol leta življenja je bilo to in mislim, da ne zaman. Hvala vsem, ki so nam v pravem pomenu besede stali ob strani.

Debatno pa smo bili vedno "up to date" tudi po zaslugi upokojenega pravnika F. Škrbca iz Ljubljane. Več kot 7 let nam je neutrudno prinašal ali pošiljal izrezke iz časopisov in revij iz vsega sveta na to tematiko. To gradivo imam arhivirano in časovno urejeno; je več kot 1000 enot. Za ves trud gospod Škrbec kjub prizadevanju nekaterih članov IGLG ni dobil niti finančnega kaj šele moralnega priznanja. Na "inštancah", kjer bi moral biti vsaj kulturno sprejet, je bil dobesedno vržen čez prag.

Zaradi dejstva, da s še tako gostimi, sistematičnimi državnimi mrežami zelo pogosto udarimo mimo določenih lokalnih problemov, smo sredi osemdesetih let začeli z raziskavami na lokalnih mrežah in profilih na Blejskem, Kranjskem, Ljubljanskem in Slovenjgraškem GG območju. Raziskave so bile iterdisciplinarne, doplačevane pa v glavnem iz sredstev Občinskih raziskovalnih skupnosti.

Preden preidem na opis nekaterih pomembnih podrobnosti projekta Propadanje gozdov - in če sem odkrit - moram povedati, da v projektu dolgo niso mogle žaživeti raziskave tal v željenem, potrebnem obsegu in nivoju.

Od leta 1984 je vse bolj izstopala potreba po kadrovski razširitvi. V letih od 1985 do 1988 sta se zgodili dve neposrečeni kadrovanji. Za prvo, roko na srce, sem kriv jaz osebno; davek za to sem kruto plačal, o drugem in tudi zadnjem, tretjem v letu 1992, na tem mestu ne bi pisal niti nimam pravice, ker nisem imel nič zraven.

Pa se pojdimo že končno propadanje gozdov zares. To poglavje lahko imenujemo tudi pravo jedro tega prispevka in približevanje željenemu naslovu.

Postavili smo mreže, izdelali metodo popisa, okvirno izbrali ljudi na terenu in delno zagotovili sredstva (z denarjem je bilo pozneje še veliko nepotrebnih zapletov).

Naslednji korak je bila potreba izurjenja popisnih ekip in posameznih popisovalcev, še prej pa pridobitev statusa voditelja tako imenovanega "trenig kurza". Da smo bili mednarodno uglašeni, smo se udeleževali mednarodnih trening kurzov (Heppenheim,). Pri tem je imel vodilno vlogo sodelavec ECE F. K. Pantzer.

Na domačih trening kurzih pa smo se pred vsakim popisom poskušali uskladiti na nacionalnem nivoju. Sodelovanje Avstrijcev na naših trening kurzih in Slovencev na avstrijskih je koordiniral M. Neumann iz Dunaja.

Metode usklajevanja meril za določitev stopnje poškodovanosti dreves so se v svetu pogosto spreminjale, tudi področno so popisovalce menjavali (predvsem v Avstriji). Mi pa smo vztrajali na stališču, da je boljše manj sprememb in menjavanje, ker se prav s tem poruši pomembnejši podatek, to je gibanje poškodovanosti.

Kot sem že omenil, je IGLG imel vlogo organizatorja in strokovnega vodje popisa, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano politično-upravno, Splošno združenje za gozdarstvo pa, lahko bi rekli, splošno nadzorno in koordinacijsko vlogo.

S takšnimi pripravami in na takšnih temeljih je bil leta 1985 narejen prvi popis umiranja gozdov, ki ga imenujemo generalka za naslednje popise. Rezultate prvih popisov povsod v svetu jemljejo z določeno rezervo, tako tudi mi.

Naš najpopolnejši popis je bil narejen leta 1987, na že prečiščeni 4x4 km mreži in na temelju bolj dodelane metodologije. V letih 1988 in 1989 so sledili modificirani popisi na subjektivnih in slučajnih mrežah. Leta 1990 je bil narejen popis na 8x8

km mreži. Popis leta 1991 je bil narejen na statistično prečiščeni 4x4 km mreži s samo 549 točkami in 13.176 drevesi. Čista statiska je po mojem v tem primeru zaradi razdrobljenosti in raztresenosti naših gozdnih površin naredila rezultate popisa manj realne.

V podrobnosti popisov po letu 1991 se nimam pravice spuščati. Kot mi je znano, so bili narejeni po nekoliko drugačni metodi na terenu, predvsem pa drugačni metodi ovrednotenja terenskih podatkov. Zato so primerjave s prejšnjimi popisi verjetno še bolj vprašljive kot tiste pred letom 1991, ko je bil spremenjen samo vzorec. Vse to pa že spada v čas moje upokojitve in je zunaj mojega prispevka, kjer avtoritativno lahko pišem samo do konca leta 1992.

Vseeno naštejmo nekaj značilnosti ali posebnosti naše metode dela na terenu in iz vrednotenja terenskih podatkov. Podrobno je vse to opisano v delu, objavljeno žal samo v nemščini z naslovom: projekt : Waldschadensproblematik, forschungsthema : Waldschadenserhebung Slowenien 1990, publikaciji, ki je rezultat sodelovanja IGLG z Dunajčani v letih 1988 do 1991.

Postavili smo si geslo: uporabiti vse za naše razmere užitno tuje znanje, v metodo vnesti našo specifikko, ne brez temeljite presoje in nespremenjeno uporabljati v drugačnih razmerah nastale metode dela, na terenu zbrati čim več vsakovrstnih podatkov.

V popise smo po letu 1985 zajeli vse gozdove, vse drevesne vrste, vsa lastništva, vse razvojne faze nad merskim pragom in vse socialne ploščaje. Slednje je naša največja napaka. Pri prvem popisu smo podmersko drevje ocenili po posebni, pozneje opuščeni metodi.

Sestavili smo dva popisna obrazca: prvega za splošne podatke in drugega za posebne gozdarske in poškodbeno tematske. Prvi je vseboval 44 vprašanj, drugi, posebni pa 36. Pretežni del odgovorov je bil šifriran.

Še bolj svojo pot smo na podlagi znanja o gozdu in njegovih poškodbah ubrali pri izdelavi metode ovrednotenja na terenu zbranih podatkov. Težišče je bilo v tem, da smo določenim podatkom glede na položaj v drevesni krošnji in glede na drevesno vrsto dali različno težo. Naj za ilustracijo zapišem, da smo stali na

stališču, da je npr. 25 % osutost, enakomerno porazdeljena po vsej drevesni krošnji, čisto nekaj drugega kot enaka osutost, vezana samo na vrh drevesa. Zaradi obnovljivega asimilacijskega aparata listavcev in macesna smo te drevesne vrste še dodatno posebej obravnavali. Tako smo prišli do pojma potencialne poškodovanosti in pojma ogroženosti gozdov. Zanimarili tudi nismo upoštevanja oblike krošnje, igličavosti in vejevljenja. Kloroze smo obravnavali kompleksno na osnovi barvnega vtisa krošnje. Za mrtvo ali drevo brez vsakršne možnosti oživitve smo šteli že drevo s 95 % izgubo asimilacijskega aparata. Mejo možnosti revitalizacije drevesa ali s tujko *Recovering possibility* smo postavili plastično, vrstno specifično. Nikoli nismo povsem zaupali in verjeli v lameta sindrom. Doma in v tujini je bilo veliko žolčnih debat o naših metodoloških posebnostih. Tujina je naše izvirne pristope bolje sprejemala kot domovina. Kot sem že omenil, je naša velika specifika tako imenovana diferencialna diagnostika.

Delo na terenu, urejanje gradiva za izrednotenje in samo izrednotenje je bilo vedno kontrolirano po statističnih zahtevah, vendar brez napak in pomanjkljivosti ni šlo.

Rezultati popisov velikopovršinskih poškodb gozdov (Propadanja gozdov) so bili v času, o katerem pišemo prikazovani takole:

VSEBINSKO: po drevesnih vrstah in skupinah drevesnih vrst

STOPENJSKO: poškodbe, deljene na pet stopenj poškodovanosti

SPECIFIČNO: izrednotenje z vsemi podatki, po želji in potrebi samo na osnovi osutosti in porumenelosti

VRSTNO: drevesno številčno, ne površinsko

DIFERENCIALNO: za vse vzroke ter ločeno za znane in neznane

JAKOSTNO: po stopnjah in aglomeracijah

PROSTORSKO: na državnem nivoju, naprej navzdol pa po GG območjih, fitogeografskih regijah in le včasih tudi po gozdnih okoliših ali večjih teritorialnih enotah (TNP, območje Ljubljanske kotline)

TEHNIČNO: številčno, tabelarno, grafično, kartografsko in slikovno

POSREDOVALNO: pisno v letnih poročilih IGLG, črnih, zelenih in ne vem še kakšnih knjigah, brošurah, dnevnem tisku, domačih in mednarodnih tematskih poročilih (nemško, angleško), prispevkih v strokovnih revijah s poudarkom na GV; ustno s predavanji, obvestilih po radiu in na TV

POSEBNO: korelacijsko s pogoji okolja, gozdarjenja in vremensko-podnebnih razmer

DRUGAČE: po želji naročnikov ali uporabnikov gradiv

DOSTOPNOST: vsem, dokler sem o tem odločal jaz, Gorenjec, je bilo to zastoj, pozneje, ko pa so o tem odločali tisti, ki se iz Gorenjcev norčujejo pa je bilo vse treba plačati.

3 SKLEP

Kot sem zapisal že v uvodu, je v času, ki mi je bil na razpolago nemogoče dokumentirano opisati 23 let intenzivnega dela na neki problematiki, ki je bila v začetku večini gozdarskih in splošno strokovnih krogov slabo poznana. Tudi meni.

Kot tolikokrat sem tudi v tem primeru moral vgrizniti v debelo nezrelo jabolko, zraven pa so mi nekateri tudi to kislno jabolko vlekli iz ust. Vztrajal sem in vso zadevo smo "viritis unitis" pripeljali tako daleč, kot je, upam, razvidno iz prispevka.

Zelo verjetno bom deležen kritike iz dveh razlogov: prvič, ker nisem hotel imeti dlake na jeziku in sem tistega, ki po moje zasluži, anonimno malo "špiknil", in drugič, ker sem morda koga zaslužnega premalo "v tron" dajal ali celo spregledal. Za to, drugo se iskreno opravičujem.

Če zdaj pogledam nazaj na vsa burna leta, leta snovanja, oranja ledine, dela, dogovarjanja, učenja, radosti, potovanj v tujino s samo nekaj markami v žepu, prečutih noči, trem pred nastopi pa če hočete tudi prepiranja, razočaranja in razdvojenosti, in človeške užaljenosti zaradi nizkih udarcev, odiranja od zasluženih priznanj, vseh rafiniranih moralnih in finačnih represalij, mi kljub vsemu ni prav nič žal, da sem delal to, kar sem, predvsem pa sem vesel, da sem ostal to, kar sem vedno bil. Vedno so mi očitali, da v življenju jemljem stvari in dogodke preveč osebno in čustveno. Tudi tokrat nisem mogel iz svoje kože.

Menim, da smo kljub vsem težavam le zakotalili neko kolo, na bodočih generacijah pa leži, da mu dajo pospešek, predvsem pa, da ga nesebično vodijo po pravi poti. Pri vsaki stvari pač mora biti nekdo prvi, kar pa vedno vzbudi zavist in logično je, da ta "ta prvi" naredi tudi največ napak. Te priznavam in menim, da tako menijo tudi drugi člani pionirskega teama na področju proučevanja poškodb gozdov zaradi onesnaženega zraka v slovenskem gozdu.

Škoda bi bilo (tudi že je), da generacija, ki nadaljuje delo na tem področju, ne bi izkoristila vsaj spoznanj, ki so nastala pri raziskovalnem delu na IGLG v obdobju 1969 do 1992.

Vedno sem in smo poskušali delati le za boljši jutri našega največjega slovenskega narodnega bogastva, to je gozda. Naj nam bo oproščeno, če smo na tej poti nehote naredili kakšen ovinek.

4 ZAHVALA

Hvala, da ste me s povabilom, da za 50-letnico GIS-a nekaj napišem izzvali, da že končno začnem pisati monografijo o tej raziskovalni dejavnosti pri nas v Sloveniji. Zaradi vseh del in obveznosti tega nisem uspel narediti med službovanjem. Konec koncev pa v svojem življenju, in tako je še danes, nisem imel samo ene ljubezni.

Napisano po spominu, na Bledu, v petem letu moje upokojitve, sredi malega travna A. D. 1997.

5 VIRI

Moj spomin !

GDK 180/181:945.4:(497.12)

EKOSISTEMSKÉ RAZISKAVE NA GOZDARSKEM INŠTITUTU SLOVENIJE

Primož SIMONČIČ* , Igor SMOLEJ**

Izvleček

Na kratko so predstavljene splošne značilnosti in stanje ekosistemskih raziskav, zlasti raziskav vzročno-posledičnih razmerij med zračnimi polutanti in stanjem gozdov. Navedene so končane in potekajoče tovrstne raziskave na Gozdarskem inštitutu Slovenije. Izhodišča za bodoče ekosistemske raziskovalne projekte in monitoring stanja gozdov narekujejo celostni pristop in večletno oz. dolgoročno trajanje.

Ključne besede: raziskovalno delo, ekosistemske raziskave, celostni monitoring, Gozdarski inštitut Slovenije, Slovenija

ECOSYSTEM RESEARCH AT THE SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE

Abstract

Common characteristics and state of ecosystem research, especially cause-effect relations between air pollutants and forest condition are shortly presented. Finished and proceeding ecosystem research projects at Slovenian Forestry Institute are briefly described. It is concluded, that future research projects of this kind and monitorings of forest ecosystems should apply integrated approach and should be of several years or long-term duration.

Keywords: research, ecosystem research, integrated monitoring, Slovenian Forestry Institute, Slovenia

* Dr., dipl. inž. les., Gozdarski inštitut Slovenije, 1000 Ljubljana, Večna pot 2, SLO

** Mag., dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, 1000 Ljubljana, Večna pot 2, SLO

1 UVOD

Trdnost naravnih ekosistemov ustvarjajo homeostatski mehanizmi, ki izhajajo iz množice ravnovesij med organizmi in njihovim okoljem. Ti homeostatski mehanizmi regulirajo shranjevanje in sproščanje hranil, rast in razmnoževanje organizmov ter proizvodnjo in razkroj organske snovi (TARMAN 1992).

Človek s svojimi aktivnostmi pogosto presega prožnost homeostatskih mehanizmov in načinja trdnost ekosistemov. Onesnaženi zrak, voda in tla hkrati z naravnimi dejavniki (npr. podnebne spremembe) in lokalnimi razmerami lahko delujejo stresno in ogrožajo naravna ravnotežja v gozdnih ekosistemih (KREUTZER 1989). Stresi, ki segajo preko tolerančnega praga, pri gozdnem drevju povzročijo najprej fiziološke, nato še vidne poškodbe in na koncu lahko tudi propadanje. Na kemijske, biološke, morfološke in fizikalne lastnosti tal in z njimi povezane prehranske razmere za gozdno rastlinje neposredno in posredno vplivajo način gospodarjenja z gozdom (zlasti sečnja na golo, steljarjenje, spreminjanje vrstne sestave gozda, apnenje ali gnojenje tal, gradnja cest in spravilo lesa) pa tudi gozdni požari, vetrolomi, itn.

2 EKOSISTEMSKÉ RAZISKAVE

Da bi lahko ocenili stanje gozdov, odzive gozdnih ekosistemov in spremembe procesov v njih zaradi stresnih obremenitev okolja (npr. vzajemni vplivi onesnaženja in podnebnih dejavnikov, gospodarjenje z gozdom), so potrebne poglobljene raziskave. V Evropi je ekosistemske raziskave še dodatno spodbudil pojav propadanja gozdov. Tako so v sedemdesetih letih pričeli teči mednarodni programi, med drugimi IBP - Mednarodni biološki program, v projektih Solling, Höglwald, Hubbard Brook, ARINUS, Fichtelgebirge, Sierra Prades, Coweeta experimental Forests so začeli so intenzivneje in celoviteje preučevati gozdne ekosisteme. V zadnjem desetletju potekajo mednarodne ekosistemske raziskave, ki zajemajo gradiente onesaženja, podnebnih razmer idr. v Evropi (NITREX, ENCORE, EXMAN, ICP - Forests).

Na Gozdarskem Inštitutu Slovenije so v zadnjih nekaj letih potekale interdisciplinarne raziskave, v katere smo vključili raziskovalce iz različnih domačih in tujih raziskovalnih ustanov (Biotehniška fakulteta - oddelki za gozdarstvo, agronomijo in biologijo, Hidrometeorološki zavod Slovenije, Elektroinštitut Milan Vidmar, Kemijski inštitut Borisa Kidriča, Forstliche Bundesversuchsanstalt itn.). S projekti Vpliv TE Šoštanj na tla in vegetacijo, Propadanje hrasta v Sloveniji in z monitoringom stanja gozda na 16 x 16 km mreži, ki še vedno poteka, smo spremljali pojav propadanja gozda pri nas in skušali poiskati tudi vzroke zanj. Poleg opisanih izvajamo tudi raziskave, s katerimi pridobivamo osnovna znanja o delovanju različnih gozdnih ekosistemov v Sloveniji. Metodologija dela se navezuje na mednarodno, tako da so rezultati mednarodno primerljivi. Integralni monitoring na ploskvi Mošenik pri Kočevski Reki ali npr. raziskave v Triglavskem narodnem parku v projektu "Rizosfera" so usklajene z metodologijo Mednarodnega programa sodelovanja Gozdovi (ICP Forests). Poglobljene ekosistemske raziskave se ponavadi izvaja v gozdnatih zlivnih območjih oz. malih povodjih. Za izpeljavo takšnih raziskav bi bilo načeloma potrebno določiti ostre horizontalne in vertikalne meje ekosistema, kar pa je v naravnem okolju zelo težko, če že ne nemogoče. Poleg tega je najbolje, če je seveda mogoče, izbrane gozdne ekosisteme neprekinjeno spremljati vsaj nekaj let pa vse do dveh ali treh desetletij. Kljub temu so tako dolga obdobja mnogokrat krajša od časa, ki je potreben za razvoj tal ali pa daljša od številnih kratkotrajnih procesov, ki se odvijajo v različnih delih gozdnega ekosistema.

Produktivnost in delovanje gozda sta odvisna od rastiščnih dejavnikov. Nekatere od teh dejavnikov skušamo v ekosistemskih študijah spremljati in meriti. Ti so: svetloba in toplota (sončno sevanje), voda (padavine, suhe in mokre usedline), kemizem zraka in razpoložljiva hranila v tleh, mehanski dejavniki itn. (BINKLEY s sod. 1989, KOTAR 1994). Z boljšim poznavanjem biogeokemičnih ciklov posameznih elementov (študij toka vode, kot nosilca snovi v naravnih sistemih), ki se med seboj prepletajo, skušamo količinsko oceniti ter utemeljeno odgovoriti na naslednja vprašanja (LIKENS BORMANN 1995) :

- Kako se ekosistem spreminja v času? Ali s časoma postaja bolj ali manj učinkovit glede kroženja in shranjevanja hranil ?
- Kakšni so učinki motenj na biogeokemijo gozdnih ekosistemov ?

- Kako se spreminja preperevanje kamnin glede na stopnjo biološke aktivnosti?
Ali obstojajo pogoji, ko ne poteka preperevanje kamnin ?

Problemi, ki se nanašajo na vnose polutantov v gozdne ekosisteme, razrešujejo številni raziskovalci. Povezujejo jih z raziskavami vnosa različnih snovi v gozd (npr. dušikovih spojin - evtrofikacija) in sposobnosti gozdnih sistemov, da te vnose nevtralizirajo. Pomembno je poznati, kako se posamezni tipi tal in vegetacije odzivajo na vnose kislih usedlin, ter odkriti tiste obremenitve okolja s SO_2 , NO_x , O_3 , fluoridi, VOC itn., ki še ne povzročijo škode gozdnemu ekosistemu. Takšne mejne vrednosti pomenijo strokovno podlago za zakonodajo o dovoljenih emisijah polutantov. S spremljanjem kroženja snovi in vnosa mokrih odložin skupaj z drugimi meritvami (analiza gozdnih tal, foliarne analize, analiza talnih vod, analize padavin, spremljanje poškodovanosti in bolezni gozdnega drevja itn.) ter skupaj z fiziološkimi raziskavami, raziskavami korenin, mikorize, lišajev, pedofaune, spremljanjem onesnaženosti zraka itn., omogočajo boljše poznavanje povezav med vzroki in posledicami različnih procesov v gozdnih ekosistemih, kar nam omogoča opredelitev teoretičnih izhodišč za sanacijo gozdov.

Cilji obširnih ekosistemskih raziskav so tudi postavitve strokovnih podlag za oblikovanje matematičnih modelov, s katerimi naj bi v prihodnosti napovedovali odziv gozdnih ekosistemov na onesnažen zrak (PYLVÄNÄINEN 1993) ali pa na podnebne spremembe (otoplitve, ohlaiditve). Modeli (odmerek-odziv: znani vnos onesnaženega zraka ter odziv vegetacije na vnos polutantov, spremembe podnebja), ki jih uporabljajo v raziskavah v svetu, se ponavadi nanašajo na enega od vidikov raziskav v gozdnih ekosistemih: sestojne padavine, gozdna tla - kemizem talne vode, biološki modeli (NUCM, EMEP, PROFILE, MAGIC, SOIL / SOLIN, Water budget models, razmerje Ca/Al itn.). Poleg znanstveno-raziskovalnih ciljev so ekosistemske raziskave pomembne pri izobraževanju mladih raziskovalcev, predstavljajo pa tudi infrastrukturne objekte v naravnem okolju. Če jih pravilno izberemo in pazljivo delamo na njih, jih lahko uporabimo kot primerjalne stalne ploskve za podobne raziskave v problematičnih okoljih v Sloveniji.

3 MONITORING GOZDNIH EKOSISTEMOV

Spremljanje in iskanje vzrokov za velikopovršinsko propadanje gozdov, ki je zajelo Evropske dežele in tudi Slovenijo v osemdesetih letih, ne more biti omejeno na posamezne države, ampak zahteva mednarodno sodelovanje. Ustrezen okvir takšnih raziskav predstavlja Ženevska konvencija o onesnaževanju zraka na velike razdalje preko meja (Convention on Long Range Transboundary Air Pollution - LRTAP) iz leta 1979. Ta nalaga državam podpisnicam, da z okoljskim monitoringom ugotavljajo in spremljajo stanje svojega okolja, mednarodno sodelujejo pri ugotavljanju vzrokov in določanju kritičnih obremenitev in kot končno posledico, da zmanjšajo škodljive strese, najprej onesnaženost zraka. Monitoring poškodovanosti gozdov je pomemben del okoljskega monitoringa, saj je v Sloveniji vanj vključeno nad pol Slovenije.

Rezultati monitoringa v gozdu daje predvsem informacije o stanju gozda v prostoru in času in o vzrokih in posledicah takšnega stanja. Monitoringi v gozdnem prostoru se delijo na različne stopnje zahtevnosti (UN ECE 1994).

3.1 POPIS STANJA GOZDOV V VELIKEM MERILU (MREŽA 16 X 16 KM) - I. STOPNJA ZAHTEVNOSTI

Cilji tega monitoringa so podatki in rezultati, ki kažejo časovne in prostorske spremembe stanja gozdov v državi. Popis poteka v rednih časovnih razmakih na sistematično izbranih ploskvah na 16 x 16 km mreži, ki je enotna v vsej Evropi. V letu 1996 je bil v Sloveniji opravljen deveti popis poškodovanosti gozdov, večinoma na vseh 43 trajnih ploskvah te mreže, v Evropi pa na 5.388 ploskvah v 30 državah. Vrednotenje popisnih podatkov o osutosti drevja in prebarvanosti listja pomembno upošteva morfološke in ekološke podatke. V zadnjih letih tovrstni popis stanja gozdov v Sloveniji širi obseg popisnih parametrov na podatke o rasti gozda na trajnih ploskvah in z vključevanjem še drugih ekoloških parametrov postaja vse bolj celovit.

3.2 INTENZIVNI MONITORING GOZDNIH EKOSISTEMOV - II. STOPNJA ZAHTEVNOSTI

Cilj je prepoznavati dejavnike, ki vplivajo na stanje gozdov v državi, zlasti zračne polutante, in z boljšim razumevanjem vzročno-posledičnih razmerij med stanjem dreves, onesnaženostjo ozračja in drugimi vplivi osvetliti življenjske procese v teh gozdnih ekosistemih. Intenzivni monitoring gozdnih ekosistemov poteka na določenem, manjšem številu subjektivno izbranih stalnih ploskev (npr. na 10% ploskev 16 x 16 km mreže), ki predstavljajo najpogostejše in za Slovenijo značilne gozdne ekosisteme, vendar z višjo intenziteto obravnavanja. Na vsaki ploskvi se z analizami odvzetih vzorcev, meritvami in popisi zbira podatke o stanju drevja, gozdnih tal, sestavi talne raztopine, mineralni prehrani drevja, sestavi opada, pritalne vegetacije, intenzivnosti prirastka. Spremlja se količina in kakovost padavin in tudi podnebne razmere. Intenzivni monitoring ima značaj ekosistemskih raziskav oz. ekosistemskega monitoringa.

Intenzivni monitoring gozdnih ekosistemov v Sloveniji zdaj teče poskusno na 3 izbranih ploskvah: v smrekovem gozdu na Pokljuki, v bukovem gozdu pri Kočevski Reki in v močno obremenjenem iglastem in listnatem gozdu na Zavodnjah. Da bi bili z izborom ploskev zastopani najbolj razširjeni gozdni ekosistemi pri nas, pa bi bilo treba izbor dopolniti še s ploskvama v bukovo-jelovem gozdom na visokem krasu in v nižinskem hrastovem ali hrastovogabrovem gozdu.

3.3 POSEBNE, CELOSTNE EKOSISTEMSKÉ ANALIZE GOZDA - III. STOPNJA ZAHTEVNOSTI

Namen celostnih ekosistemskih analiz je s pomočjo dolgoročnega in kompleksnega spremljanja dogajanj v izbranih gozdnih ekosistemih (integralni, integrirani ali celostni monitoring) ugotavljati stanja, zaslediti spremembe naravnih ekosistemov, ugotoviti njihove trende in dolgoročno napovedati stanje ekosistemov, predvsem pa jasno ugotoviti spremembe ekosistemov, ki so posledica naravnih oscilacij in sukcesij in tiste, ki so posledica antropogenih motenj v ekosistemih (npr. zračni polutantov, sprememba podnebja).

Celostne ekosistemske analize združujejo fizikalne, kemijske in biološke meritve na istem mestu v različnih delih ekosistema. Omogočajo spremljati snovno bilanco glavnih kemijskih sestavin izbranega območja, kvantificirati tokove in spremljati hitrost sprememb v njih in tako globlje spoznati vzročno-posledična razmerja med (antropogenimi) vplivi in odzivi ekosistemov nanje. Integralni monitoring poteka v izbranih, hidrološko dobro omejenih zlivnih območjih. Število takšnih predelov naj bi bilo najmanj 1 - 2 v državi. V njih se jemlje vzorce za kasnejše laboratorijske analize, opravlja meritve in opazuje mnoge sestavne dele ekosistema. Cilj tega najintenzivnejšega in vsestranskega spremljanja dogajanj v izbranem ekosistemu je potrditi hidrokemične, bio-geokemične in biološke vzročno-posledične modele, kar je pomembno tudi za politične odločitve. Napovedi odzivov ekosistemov na spremembe obremenitev okolja s polutanti in spremembe razmer v okolju so namreč lahko edina osnova za oblikovanje in kvantificiranje ukrepov za izboljšanje okoljskega stanja. Takšni modeli so bili npr. uporabljeni za določitev kritične obremenitve z žveplom in bodo tudi za kritične obremenitve z dušikom.

Celostnih ekosistemskih analiz oz. integralnega monitoringa v Sloveniji še nismo pričeli. Vendar pa je storjen prvi korak. Za integralni monitoring smo izbrali in na terenu tudi opremili predel Mošenik pri Kočevski Reki (SMOLEJ KUTNAR URBANČIČ 1996), postavili organizacijsko shemo, po njej bi imela največje obveznosti Gozdarski inštitut Slovenije in Hidrometeorološki zavod Slovenije, sestavili izvedbeni načrt in pripravili oceno potrebnih sredstev (SMOLEJ 1996). Uvedba in dolgoročno izvajanje tega monitoringa sta odvisna od odločitve na državni ravni.

4 ZAKLJUČEK

V naslednjih desetletjih pričakujemo, da se bo spreminjala sestava zraka, npr. povečala vsebnost CO₂ in drugih sestavin (NO_x, težke kovine) ter da bo morda prišlo do večjih sprememb nekaterih podnebnih dejavnikov. Problem ugotavljanja neposrednih učinkov onesnaženega zraka na gozdne sisteme je v tem, da je težko dokazati njihov neposredni vpliv na stanje gozda. V Sloveniji so bili ti vplivi

ugotovljeni predvsem lokalno, v bližini velikih klasičnih onesnaževalcev (Črna, Šoštanj, Trbovlje itn.). Težave pri ugotavljanju vzroka slabšega stanja drevja so predvsem v kompleksnosti gozdnih ekosistemov.

Raziskovalci GIS bodo morali v prihodnje pri spremljanju stanja gozda in preučevanju procesov sodelovati v večletnih interdisciplinarnih raziskavah ter monitoringih gozdnih ekosistemov. Le dolgotrajne študije nam omogočajo izdelavo modelov, ki nam pomagajo tako pri razumevanju delovanja ekosistemov kot pri iskanju odgovora, kaj se bo dogajalo z gozdovi v prihodnosti. Raziskave bi morale biti zasnovane tako, da predstavljajo rezultati dela strokovno podlago za slovensko gozdarsko prakso - za gojenje gozdov, gozdno-gospodarsko načrtovanje in plane, ki zajemajo problematiko gozdnega prostora. Naštete cilje bo mogoče doseči, če bomo v prihodnje izkoristili in združili raziskovalne potenciale znotraj GIS in v sorodnih institucijah v dobro planiranih ekosistemskih raziskavah ter dolgoročnih intenzivnih ali celostnih monitoringih. Takšne raziskave pa morajo imeti podlago v jasno zastavljenih raziskovalni politiki Slovenije na področju znanosti, okolja in gozdarstva.

5 SUMMARY

Human activities are the main cause for environmental stresses, which can exceed the flexibility of homeostatic mechanisms and impair the stability of ecosystems as well. They can result at first as invisible physiologic injuries, then as visible injuries and at the end as a forest decline.

A great part of research work at Slovenian Forestry Institute has been focused on forest decline in the last decades (e.g. the surroundings of thermal power stations Šoštanj and Trbovlje). Forest damage surveys on uniform 16 x 16 km European grid have been mostly used. Beside these large-scale surveys of forest condition the need for better and more exact recognition of cause-effect relationships between the condition of forest eco-systems and the environmental factors has also occurred. It can be realised by means of integrated studies which should include research resources from different institutions in the country and abroad. In this way some research projects are proceeding (studies of rhizosphere of

different forest types, introduction of intensive monitoring of forest condition) or have been already successfully finished (Oak decline in Slovenia, introduction of integrated monitoring of air pollution effects on forests).

Considering, that changes of climate, atmosphere composition and land use will directly and indirectly affect the condition of forests, integrated research projects of several years duration and long-term monitorings of forest ecosystems should be planned. Studies of this kind and some mathematical simulation models will help us to extend the knowledge about the present and future functioning of forest ecosystems. Research objectives have to define clearly, that research findings represent not only the results of scientific curiosity but also an expert basis for forestry practical work in Slovenia.

6 VIRI

BINKLEY, D., 1986. Forest Nutrition Management. - New York, John Wiley & Sons, 290 s.

BINKLEY, D. / DRISCOLL, C. T. / ALLEN, H. L. / SCHOENEBERGER, P. / MCAVOY, D., 1989. Acidic Deposition and Forest Soils. - New York, Springer Verlag, 149 s.

LIKENS, G. / BORMANN, F.H., 1995. Biogeochemistry of a Forested Ecosystem. - Second Edition. New York, Springer Verlag, 245 s.

INNES, J. / SKELLY, M., 1996. Air Pollution Effects on Forests. Caring for the Forest: Research in a Changing World. - Congress Report , II. IUFRO Sekreteriat, Wien, s. 46-56.

KAUPPI, E., 1996. What Is Changing in the Global Environment ? Caring for the Forest: Research in a Changing World. - Congress Report , II. IUFRO Sekreteriat, Wien, s. 29-34.

KOTAR, M., 1994. Gojenje gozdov. Ekologija gozda in gozdoslovje. - Biotehniška fakulteta, Odeleke za gozdarstvo, Ljubljana, 149 s.

KRÄUCHI, N. / DEYINGX, X., 1996. Climate Change Effects on Forests. Caring for the Forest: Research in a Changing World. - Congress Report , II. IUFRO Sekreteriat, Wien, s. 34-45.

KREUTZER, K., 1989. Hipoteze i rezultati ispitivanja uloge tla u "novim" šumskim štetama. - Šumarski list, CXIII, s. 261-278.

KREUTZER, K., 1994. The Influence of Catchment Management Process in Forests on the Recovery in Fresh Waters. - V: Acidification of Freshwater Ecosystems: Implications for the Future, John Wiley & Sons Ltd., s. 325-344.

LILJELUND, L. E. s sod. The strategic role of monitoring. - Environment Data Centre, National Board of Waters and the Environment, Helsinki, 11 s.

PYLVÄNÄINEN, M. (ured.), 1993. Manual for Integrated Monitoring. Programme Phase 1993 - 1996. - Environment Data Centre, National Board of Waters and the Environment, Helsinki, 114 s.

SIMONČIČ, P., 1996. Odziv gozdnega ekosistema na vplive kislih odložin s poudarkom na preučevanju prehranskih razmer za smreko (*Picea abies* (L.) Karst.) in bukev (*Fagus sylvatica* L.) v vplivnem območju TE Šoštanj. - Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 156 s.

SMOLEJ, I. / KUTNAR, L. / URBANČIČ, M., 1996. Izbor in priprava predela za celostni monitoring vplivov onesnaženega zraka na ekosisteme v Sloveniji. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 49, s. 161-186.

SMOLEJ, I., 1996. Integralni monitoring. - Zaključno poročilo o projektu S4-6470-0404-94. Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, 29 s. + priloge.

SUŠIN, J. / KALAN, J., 1976. Vpliv steljarjenja na nekatera tla na karbonatni matični podlagi. Ljubljana. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 14, 2. s. 191-200.

TARMAN, K., 1992. Osnove ekologije in ekologije živali. - Ljubljana, DZS, 547 s.

ULRICH, B., 1986. Stoffhaushalt von wald-ökosystemen bioelement-haushalt. - Göttingen, Institut für Bodenkunde und Waldernährung der Universität Göttingen, 343 s.

UN ECE (United nations Economic commission for Europe), 1994. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. - Programme Coordinating Centres, Hamburg and Prague, 1994, 177 s.

GDK 180:181 4.--015.4

BIOINDIKACIJA IN STRESNA FIZIOLOGIJA - PRINCIP PRI EKOSISTEMSKIH
RAZISKAVAH GOZDNIH EKOSISTEMOV

Franc BATIČ*

Izvleček

Prikazani so načini in pomen bioindikacije pri preučevanju gozdnih ekosistemov in koncept stresa pri preučevanju motenj.

Gljučne besede: bioindikacija, stres, gozdni ekosistem

BIOINDICATION AND STRESS PHYSIOLOGY AS APPROACH OF FOREST
ECOSYSTEME RESEARCH

Abstract

The importance of bioindication in forest ecosystem studies and stress concept in research of disturbances are briefly discussed in the article.

Key words: bioindication, stress, forest ecosystem

* prof. dr. dipl. biol., Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za agronomijo, 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101, SLO

1 UVOD

Bioindikatorji so organizmi, ki s svojimi življenjskimi funkcijami odražajo razmere v okolju (SCHUBERT 1985, ARNDT s sod. 1987, ARNDT TREMP 1994). Ravni bioindikacije so različne in v gozdnem ekosistemu obsegajo odzive osebkov, populacij in celotnega sistema. Na ravni osebkov so odzivi lahko biokemični, fiziološki, morfološko-anatomski in horološki. Raba organizmov za ugotavljanje razmer v okolju je tako stara kot so dejavnosti človeka, predvsem kmetijstvo, gozdarstvo in hortikultura, vendar se je izraz bioindikator uveljavil šele v zadnjih 20 letih v povezavi s preučevanjem vplivov onesnaževanja okolja na organizme, njihove združbe in ekosisteme. V kmetijstvu in gozdarstvu je uporaba bioindikatorjev, če se omejimo na rastline, doživela svoj prvi razmah z razvojem fitocenologije. Zaradi težav pri meritvah in ovrednotenju posameznih okoljskih dejavnikov (svetlobe, temperature, vlažnosti rastišča, kislosti/bazičnosti tal, preskrbe z dušikom itd.) oziroma zaradi nemoči dostopnih merilnih metod, so v fitocenologiji uporabili posamezne rastlinske vrste in njihove združbe za ovrednotenje rastišč. Osnova za to je bilo poznavanje rastlin in njihove razširjenosti v odvisnosti od dejavnikov okolja. V Srednji Evropi se je razvila švicarsko-monpelijska šola fitocenologije, ki jo je osnoval Braun-Blanquet (1964), kasneje pa jo je dopolnil predvsem Ellenberg (1979). V Slovenijo je bila metoda prinesena takoj potem, ko je bila razvita, saj so bili naši fitocenologi njeni soustvarjalci. Pionirji na tem področju so bili M. Wraber (1960), Tomažič (1942), kasneje pa Košir (1994), Piskernik (1982), Marinček (1987), Puncer (1982), Zupancic (1980) in drugi, ki so metodo vpeljali predvsem v gozdarstvo, kjer je še danes osnovno merilo za vrednotenje gozdnih rastišč. Glede na današnjo rabo bioindikatorjev temelji fitocenologija predvsem na rastlinah, ki so kazalci stanja v naravi ("indicators", "Zeigerorganismen"). Svoj maksimalni domet je dosegla fitocenologija z deli Ellenberga (1974, 1979), ki je zbral za območje zahodne in srednje Evrope vsa razpoložljiva spoznanja s področja avtekologije in horologije višjih rastlin in izdelal indikatorske vrednosti za vse vrste glede na najvažnejše rastiščne dejavnike. Metoda se je izkazala kot uporabna, vendar, kot je v ekologiji pravilo, z omejeno krajevno rabo. Ni v celoti prenosljiva na področja izven zahodne Evrope, zato jo lokalne fitocenološke skupine še danes dopolnjujejo.

1 UVOD

Bioindikatorji so organizmi, ki s svojimi živlenskimi funkcijami odražajo razmere v okolju (SCHUBERT 1985, ARNDT s sod. 1987, ARNDT TREMP 1994). Ravni bioindikacije so različne in v gozdnem ekosistemu obsegajo odzive osebkov, populacij in celotnega sistema. Na ravni osebkov so odzivi lahko biokemični, fiziološki, morfološko-anatomski in horološki. Raba organizmov za ugotavljanje razmer v okolju je tako stara kot so dejavnosti človeka, predvsem kmetijstvo, gozdarstvo in hortikultura, vendar se je izraz bioindikator uveljavil šele v zadnjih 20 letih v povezavi s preučevanjem vplivov onesnaževanja okolja na organizme, njihove združbe in ekosisteme. V kmetijstvu in gozdarstvu je uporaba bioindikatorjev, če se omejimo na rastline, doživela svoj prvi razmah z razvojem fitocenologije. Zaradi težav pri meritvah in ovrednotenju posameznih okoljskih dejavnikov (svetlobe, temperature, vlažnosti rastišča, kislosti/bazičnosti tal, preskrbe z dušikom itd.) oziroma zaradi nemoči dostopnih merilnih metod, so v fitocenologiji uporabili posamezne rastlinske vrste in njihove združbe za ovrednotenje rastišč. Osnova za to je bilo poznavanje rastlin in njihove razširjenosti v odvisnosti od dejavnikov okolja. V Srednji Evropi se je razvila švicarsko-monpelijska šola fitocenologije, ki jo je osnoval Braun-Blanquet (1964), kasneje pa jo je dopolnil predvsem Ellenberg (1979). V Slovenijo je bila metoda prinesena takoj potem, ko je bila razvita, saj so bili naši fitocenologi njeni soustvarjalci. Pionirji na tem področju so bili M. Wraber (1960), Tomažič (1942), kasneje pa Košir (1994), Piskernik (1982), Marinček (1987), Puncer (1982), Zupancic (1980) in drugi, ki so metodo vpeljali predvsem v gozdarstvo, kjer je še danes osnovno merilo za vrednotenje gozdnih rastišč. Glede na današnjo rabo bioindikatorjev temelji fitocenologija predvsem na rastlinah, ki so kazalci stanja v naravi ("indicators", "Zeigerorganismen"). Svoj maksimalni domet je dosegla fitocenologija z deli Ellenberga (1974, 1979), ki je zbral za območje zahodne in srednje Evrope vsa razpoložljiva spoznanja s področja avtekologije in horologije višjih rastlin in izdelal indikatorske vrednosti za vse vrste glede na najvažnejše rastiščne dejavnike. Metoda se je izkazala kot uporabna, vendar, kot je v ekologiji pravilo, z omejeno krajevno rabo. Ni v celoti prenosljiva na področja izven zahodne Evrope, zato jo lokalne fitocenološke skupine še danes dopolnjujejo.

Poleg bioindikatorjev v fitocenologiji so v raziskavah vplivov onesnaževanja okolja uvedli še testne in nadzorne bioindikatorje. Testni organizmi so ponavadi laboratorijski organizmi, s katerimi preiskujejo v laboratorijih vplive različnih onesnaževalcev. Odziv organizma na onesnaževalca je tu določen in izmerjen v odvisnosti od doze polutanta. Če takšne organizme prenesemo v okolje in spremljamo stanje z njihovimi odzivi dobimo nadzorne organizme - monitorje. Med višjimi rastlinami so poznani številni monitorji za ugotavljanje posameznih onesnaževalcev zraka (n.p. za ozon razne sorte soje, fižola in tobaka; za fluoride razne enokaličnice itd.) (ARNDT NOBEL SCHWEIZR 1987). bioindikatorje lahko delimo še na odzivne in akumulatorske ter na aktivne in pasivne. Odzivni bioindikatorji so vsi že naštet, ki se s svojimi življenjskimi funkcijami (rastjo, zgradbo, razmnoževanjem, razširjanjem itd.) odzivajo na vplive onesnaževalcev. Akumulatorski pa so tisti, ki brez večje škode do določene koncentracije kopičijo škodljive snovi (n.p. žveplove spojine, težke kovine, radionuklide) in tako odražajo stanje okolja. O pasivni bioindikaciji govorimo, kadar analiziramo stanje v ekosistemu in uporabimo v njem že prisotne organizme, pri aktivni bioindikaciji pa v ekosisteme, ki jih želimo analizirati vnašamo testne organizme - monitorje (STEUBING JÄGER 1982, SCHUBERT 1985, ARNDT NOBEL SCHWEIZR 1987, MARKERT 1993).

2 UPORABA IN RAZVOJ METOD BIOINDIKACIJE PRI PREUČEVANJU PROPADANJA GOZDOV

V gozdarstvu je po razvoju fitocenologije doživela uporaba bioindikacijskih metod svoj drugi razmah pri preučevanju propadanja gozdov. Stanje v Sloveniji je podobno kot drugje po svetu. Popis propadanja gozdov, katerega metodologijo je razvila Evropska unija, predstavlja bioindikacijsko metodo, ki temelji na opazovanju poškodovanosti gozdnega drevja (osutost iglic/listja, klorotičnost, nekrotičnost, motnje v razrasti vej in olistanju, načini odmiranja vej, poškodbe od znanih bolezni, škodljivcev in človeka) (ŠOLAR 1986, 1991, JURC BOGATAJ 1994). V tem primeru gre za pasivno bioindikacijo in za odzivne bioindikatorje - kazalce, ki odražajo nespecifično stanje v gozdnem ekosistemu. V želji, da bi pri popisu propadanja gozdov bolj natančno opredelili razmere, to je stanje v ozračju, v tleh in v rastlinah, smo že na začetku aktivnosti uvedli še bolj

specifične vrste bioindikacije. Kvaliteto zraka smo analizirali s stanjem epifitske lišajske vegetacije (BATIČ KRALJ 1990, 1995, BATIČ 1991, BATIČ GRILL MAYRHOFER 1993). Epifitski lišaji, ki so se kot epifiti prilagodili na črpanje vode in snovi iz zraka, odražajo stanje zraka, ne pa vplivov tal in biotičnih dejavnikov, ki vplivajo tudi na stanje gozdnega drevja. Za natančnejšo opredelitev stanja gozdnega drevja smo uporabili tri različne metode bioindikacije. Najprej smo kot indikator akumulator analizirali vsebnost žveplovih spojin v iglicah in tako določili obremenitev drevja z žveplovimi spojinami (KALAN 1989, KALAN 1991, KALAN KALAN SIMONČIČ 1995). Vitalnost drevja smo ugotavljali z analizo fotosintetskih pigmentov (BATIČ KRALJ 1990, RIBARIČ-LASNIK 1991, 1996, BATIČ s sod. 1995), z analizo mitotskih delitev v rastnih vršičkih korenin smreke (DRUŠKOVIČ 1986), v nekaterih drugih raziskavah pa so kot kazalec vitalnosti uporabili meritve električne upornosti/prevodnosti kambijeve cone (TORELLI KRIŽAJ 1991, TORELLI ČUFAR OVEN 1996). Kot kazalec dogajanj v gozdnih tleh in v preskrbi rastlin s hranili so bile uvedene foliarne analize iglic in listov (SIMONČIČ 1992, 1995, 1996). Kot popolnoma nova je bila uvedena mikobioindikacija gozdnih rastišč na osnovi analize mikorize in simbiotskih odnosov med gozdnim drevjem in glivami (KRAIGHER 1994, KRAIGHER s sod. 1995). Metoda je še v razvoju in obeta znatno izboljšavo vrednotenja gozdnih rastišč s klasično fitocenološko metodo.

3 STRES PRI RASTLINAH

Višje rastline so pritrjeni organizmi. V kopenskih ekosistemih, kjer prevladujejo med primarnimi producenti, so se z zgradbo svojega telesa prilagodile na prevladujoče življenske razmere v okolju. Njihova zgradba in aktivnost sta odraz razvoja ob sočasnem delovanju abiotičnih in številnih biotičnih dejavnikov. Kadar jakost ali trajanje kateregakoli dejavnika presega prilagoditveno normo posameznega organizma, govorimo o stresu (SELYE 1975, LEVITT 1980, LARCHER 1994). Dejavnik okolja, abiotični ali biotični, imenujemo stresor. Organizmi se na stres odzivajo različno. Poznamo dva osnovna načina odziva, to sta prenašanje stresa (toleranca) in izogib stresa ali avoidanca. Pri živalih in rastlinah je drugi način pogostejši, čeprav je pri rastlinah izogib stresa pogosto prekrit (npr. odpadanje listov, zasmolitev popkov, zapiranje listnih rež itd.). V

vsakem primeru delovanju stresa sledi obdobje tako imenovanega "splošnega adaptacijskega sindroma" (SELYE 1975), kar lahko označimo tudi kot reakcijo na stres. Prva faza te reakcije je faza vzburjenja (alarmantna faza). Odziv organizma, pogosto imenovan tudi "strain", je v tej fazi pri rastlinah na biokemijski oz. fiziološki ravni. Zato rečemo, da je neviden. Primer takšne reakcije je povečanje antioksidantov (askorbinske kisline, glutationa, tokoferola) ob močnem sevanju, ob suši ali pri delovanju fotooksidantov, ali pa povečano ali zmanjšano delovanje encimov, spremenjeni sestav fotosintetskih pigmentov itd. Reakcija na stres lahko vodi v prilagoditev ali v propad, odvisno od vrste, jakosti in trajanja stresa in vrste prizadetega organizma. Velikokrat je stres težko opredeliti, kajti problem nastaja že pri določitvi "normalnih razmer". Idealno je, če hkrati merimo jakost stresa oz. posameznega stresorja (jakost sevanja, temperaturo, veter, vodni potencial, osmotski pritisk, itd.) in način in velikost odziva. Pri tem ugotovimo, da odzivi niso vedno specifični glede na stresor, velikokrat pa vse stresorje ne uspemo določiti, še manj pa izmeriti. Tudi raven odziva na stres je zelo spremenljiva, vse od biokemijsko-fiziološke do anatomske, produkcijske in horološke. Pri uporabi bioindikatorjev v te namene se s tem v zvezi pojavlja problem standardizacije in relevantnosti odziva glede na celoten sistem. Pri delovanju onesnaženega zraka na drevo lahko merimo odziv zelo različno. Lahko ocenimo osutost krošnje (ŠOLAR 1991, JURC BOGATAJ 1994), izmerimo prirastek lesa (KOTAR KOLAR 1996), prevodnost kambijeve cone (TORELLI KRIŽAJ 1991, TORELLI ČUFAR OVEN 1996), velikost neto fotosinteze, stomatarne prevodnosti, analiziramo redoks stanje v celicah (aktivnost encimov peroksidaze, katalaze in superoksid dismutaze, vsebnost askorbinske kisline, glutationa in tokoferola in njihovo obliko), stanje fotosintetskih pigmentov, stanje hormonov (KRAIGHER s sod. 1995, BATIČ s sod. 1996) itd. Vsaka od naštetih analiz da delen odgovor na vprašanje kako vplivajo onesnaževalci zraka na drevo. Natančnost odgovora je odvisna od uporabljene metode, vzročno-posledična razlaga pojavov pa je izvedljiva šele, ko opravimo zadosten spekter analiz. V praksi želimo čimbolj enostavne in čimbolj pomembne analize za interpretacijo stresnih razmer. Izbiramo jih glede na prevladujoči stresor, pomembnost prizadetega organizma oz. ekosistema.

Princip stresne fiziologije je danes splošno sprejeti način preučevanja motenj v ekosistemih. Temelji na spoznanjih anatomije in fiziologije rastlin, v zadnjem času vse bolj molekularne biologije in ekološke biokemije oz. ekogenetike (ALSCHER CUMMING 1990, SCHLEE 1992, LARCHER 1994, Mc KERSIE LESHEM 1994). Edino z uporabo teh metod in ob primerni statistični obdelavi so možne vzročno-posledične analize pojavov in procesov ter kasnejši holistični pristopi na osnovi delnih analiz.

Uporaba naštetih metod je pri nas v začetni fazi in ravno v povezavi s preučevanjem propadanja gozdnega drevja zaradi vplivov onesnaženega ali spremenjenega okolja so bile tovrstne metode pri nas prvič uporabljene. To je vsekakor napredek pri preučevanju zgradbe in delovanja gozdnih ekosistemov, katerih raziskave so bile do nedavno omejene zgolj na fitocenološke, geološke, pedološke, prirastoslovne, fitopatološke in entomološke raziskave.

4 IN V ČEM JE POMEN BIOINDIKACIJE?

Pomembnost sprememb v okolju in delovanje ekosistemov lahko razumemo le, če poznamo zgradbo ekosistemov in procese v njih na vseh nivojih. Le tako lahko ovrednotimo odziv in morda predvidevamo posledice. Poznavanje zgradbe in delovanja gozdnega ekosistema v podrobnostih in celoti se zdi zaenkrat še utopično, toda ravno izbira primernih bioindikatorjev je prvi korak k temu. To dokazujejo že raziskave, opravljene predvsem v močno onesnaženih območjih Slovenije (Šaleška dolina, Koroška, Zasavje), kjer smo uspeli vsaj do neke mere pojasniti motnje v delovanju teh ekosistemov in tako osmislili fizikalno-kemične meritve lastnosti tal, zraka in vod.

5 VIRI

ALSCHER, R.G. / CUMMING, J.R., 1990. Stress responses in plants: Adaptation and acclimation mechanisms. - Wiley-Liss, Inc., 407 s.

ARNDT, U. / NOBEL, W. / SCHWEIZR, B., 1987. Bioindikatoren. - Ulmer Verlag, s.388.

ARNDT, U. / TREMP, H., 1994. Ein Vorschlag für ein Bioindikatives Konzept zur Überwachung von Waldökosystem. - V: Forstliche Schriftenreihe, Universität für Bodenkultur Wien. Band 7: Zustandsdiagnose und Sanierungskonzepte für belastete Waldstandorte in der Bömischen Masse. Ergebnisse einer FIW-Fallstudie, s. 11-28.

BATIČ, F. / KRALJ, T., 1990. Bioindikacija onesnaženosti zraka na temelju analize fotosintetskih barvil v iglicah smreke. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 36, s. 79-106.

BATIČ, F., 1991. Bioindikacija onesnaženosti zraka z epifitskimi lišaji. - Gozdarski vestnik, 49, 5, s. 248-254.

BATIČ, F./ GRILL, D. / MAYRHOFER, H., 1993. Bioindikation in belasteten und unbelasteten Gebieten. - Final report for the project GZ 45.224/2-276/91. Karl-Franzens Universität Graz, Graz, Austria, s. 74 + appendix.

BATIČ, F / KRALJ, A., 1995. Bioindikacija onesnaženosti ozračja v gozdovih z epifitskimi lišaji. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 47, s. 5-56.

BATIČ, F./ GRILL, D./ KALAN, P. / RIBARIČ-LASNIK, C., 1995. Impact of emission gases from the thermal power plant in Šoštanj on the biochemical structure of Norway spruce needles (*Picea abies*/L./ Karst.). - Acta Pharm. 45, 2. suppl. I/95, s. 191-197.

BATIČ, / KRALJ, A., 1996. Epiphytic lichen vegetation as a biomonitoring system in forest decline studies in Slovenia. - V: Exceedance of critical loads and levels, Umweltbundesamt, Wien, Tagungsberichte / Conference Papers Bd. 15 / vol.15, s. 344-353.

BATIČ, F./ GOMIŠČEK, B./ KRAIGHER, H./ SIMONČIČ, P./ SINKOVIČ, T. / ŠOLAR, M., 1996. Evaluation of stress impact on Norway spruce in forest decline research within Triglav National Park, Julian Alps, Slovenia. - V: Stress factors and air pollution. 17th International Meeting for Specialists in Air Pollution Effects on Forest Ecosystems, Firenze, September 14-19., 1996, Book of Abstracts, s. 156.

BRAUN-BLANQUET, J., 1964. Pflanzensoziologie. - Springer Verlag, Wien-New York, 865 s.

DRUŠKOVIČ, B., 1986. Vpliv onesnaževalcev na genetski material pri rastlinah in možnost citogenetske bioindikacije. - V: Gozd in okolje - FOREN 86, Jugoslovansko posvetovanje, Ljubljana, 14. - 15. 5. 1986. ZKK/Beograd, RKKGP/Ljubljana s. 224-228.

ELLENBERG, H., 1974. Zeigerwert der gefässpflanzen Mitteleuropas. - Scripta Geobotanica IX, Verlag Erich Goltze KG, Göttingen, 97 s.

ELLENBERG, H., 1979. Zeigerwert der gefässpflanzen Mitteleuropas. - Scripta Geobotanica IX, 2. Auflage. Verlag Erich Goltze KG, Göttingen, 122 s.

JURC, D. / BOGATAJ, N., 1994. Preučevanje propadanja gozdov in sprememb v ekosistemih v Sloveniji. - V: Varstvo zraka. Stanje in ukrepi za izboljšanje stanja v Sloveniji, Bled, 28. - 30. 3. 1994, Zavod za tehnično izobraževanje, Ljubljana, s. 10/1-10/8.

KALAN, J., 1989. Obremenjenost slovenskih gozdov z žveplom. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 34, s. 99-120.

KALAN, J., 1991. Imisija žvepla leta 1990 na točkah 16 x 16 km bioindikacijske mreže Slovenije. - Gozdarski vestnik, 49, 5, s. 240-247.

KALAN, J. / KALAN, P. / SIMONČIČ, P., 1995. Bioindikacija onesnaženosti gozdov z žveplom na podlagi vsebnosti žvepla v asimilacijskih delih gozdnega drevja. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 47, s. 85-116.

KOŠIR, Ž., 1994. Ekološke in fitocenološke razmere v gorskem in hribovitem jugozahodnem obrobju Panonije. - Ministrstvo za kmetijstvo in gozdarstvo. Zveza gozdarskih društev Slovenije, Ljubljana, 149 s.

KOTAR, M. / KOLAR, I., 1996. Vpliv emisij termoelektrarne Šoštanj na smrekove gozdove v Šaleški dolini. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 48, s. 77-134.

KRAIGHER, H., 1994. Citokini in tipi ektomikorize pri sadikah smreke (*Picea abies* L./Karsten.) kot kazalci onesnaženosti gozdnih rastišč. - Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 156 s.

KRAIGHER, H. / BATIČ, F. / HANKE, D.E. / AGERER, R. / GRILL, D. (ured.), 1995. Bioindication of Forest Site Pollution: Development of Methodology and

Training. - Proceeding of the international colloquium, TEMPUS M-JEP 04667, Gozdarski inštitut Slovenije in Oddelek za agronomijo BF, Ljubljana, 336 s.

LARCHER, W., 1994. Ökophysiologie der Pflanzen. - 5. Auflage. Ulmer, 394 s.

LEVITT, J., 1980. Responses of plants to environmental stresses. I. Chilling, freezing and high temperature stresses. - Academic Press, New York

MARINČEK, L., 1987. Bukovi gozdovi na Slovenskem. - Delavska enostnost, Ljubljana, 153 s.

MARKERT, B., 1993. Plants as Biomonitors. Indicators for heavy metals in the terrestrial environment. - VCH, Weinheim, 644 s.

McKERSIE, B.D. / LESHEM, Y.Y., 1994. Stress and stress coping in cultivated plants. - Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 256 s.

PISKERNIK, M., 1982. Bioekološka in sestojna predstavitev mikroreljefnih gozdnih združb v slovenskega ozemlja. - BF-IGLIS 75, Ljubljana.

PUNCER, I. s sod., 1982. Vegetacijska karta Postojna L 33-77. - SAZU, Razr. za narav. vede, Ljubljana.

RIBARIČ-LASNIK, C., 1991. Ekofiziološke lastnosti smreke (*Picea abies* L./ Karst.) na vplivnem območju termoelektrarne Šoštanj. - Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za biologijo, 126 s.

RIBARIČ-LASNIK, C., 1996. Ugotavljanje stresa pri smreki (*Picea abies* L./ Karst.) na osnovi biokemijske analize iglic na vplivnem območju Termoelektrarne Šoštanj. - Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za biologijo, 179 s.

SCHUBERT, R., 1985. Bioindikation in terrestrischen Ökosystemen. - Gustav Fischer Verlag, 327 s.

SCHLEE, D., 1992. Ökologische Biochemie. - Gustav Fischer Verlag, Jena, 587 s.

SELYE, H., 1975. Stress without distress. - Signet Books, New York, 193 s.

SIMONČIČ, P., 1992. Razmere mineralne prehrane za smreko na distričnih rjavih tleh na tonalitu na vplivnem območju TE Šoštanj. - Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za agronomijo, 134 s.

SIMONČIČ, P., 1995. Preskrbljenost gozdnega drevja z mineralnimi hranili na 16 km x 16 km biondikacijski mreži. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 47, s. 117-130.

SIMONČIČ, P., 1996. Odziv gozdnega ekosistema na vplive kislih odločin s poudarkom na preučevanju prehranskih razmer za smreko (*Picea abies* L./ Karst.) in bukev (*Fagus sylvatica* L.) na vplivnem območju TE Šoštanj. - Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo, 156 s.

STEUBING, L. / JÄGER, H.J., 1982 (ured.). Monitoring of air pollutants by plants. Methods and problems. - V: Task for vegetation science 7, Dr. W.Junk Publishers, The Hague, 162 s.

ŠOLAR, M. s sod., 1986. Onesnaževanje zraka in propadanje gozdov v Sloveniji. - V: Gozd in okolje - FOREN 86, Jugoslovansko posvetovanje, Ljubljana, 14. - 15. 5. 1986. ZKK/Beograd, RKKGP/Ljubljana s. 57-84.

ŠOLAR, M., 1991. Popis poškodovanosti gozdov v Sloveniji leta 1990. - Gozdarski vestnik, 49, 5, s. 234-239.

TOMAŽIČ, G., 1942. Asociacije borovih gozdov v Sloveniji: I. Bazofilni borovi gozdovi; II Acidofilni borovi gozdovi. - Razprave SAZU, zv. I in II, Ljubljana.

TORELLI, N. / KRIŽAJ, B., 1991. Bioelektrična določitev kondicije navadne jelke (*Abies alba* Mill.) in prognoziranje preživetja v območjih z zračno polucijo. - Biol. vestnik, 39, s. 49-62.

TORELLI, N. / ČUFAR, K. / OVEN, P., 1996. Bioelectrical characterisation of tree conditions and slime cells in the bark as possible symptoms of silver fir decline. - Phytion (Horn, Austria), 36, 3, s. 35-38.

ŽUPANČIČ, M., 1980. Smrekovi gozdovi v mraziščih dinarskega sveta Slovenije. - Dela 4. razreda SAZU, 24 (7), Ljubljana.

WRABER, M., 1960. Fitocenološka razčlenitev gozdne vegetacije v Sloveniji. - Ad annum horti botanici Labacensis solemnem, Ljubljana, s. 49-96.

GDK 48--05 (497.12)

SPREMEMBE OSUTOSTI GOZDNEGA DREVJA V OBDOBJU 1987-1996 NA
16x16 KM MREŽI

Nevenka BOGATAJ*

Izvleček

Predstavljeno je spreminjanje osutosti posameznega drevesa na podlagi podatkov vseh dosedanjih popisov 16x16 km mreže vzorčnih traktov.

Ključne besede: propadanje gozda, monitoring, osutost, Slovenia

TREE DEFOLIATION CHANGES IN THE PERIOD 1987-1996 ON THE 16x16
KM GRID

Abstract

Single tree defoliation changes are presented on the basis of 16x16 km plot grid data obtained from all assessments made up to now.

Key words: forest decline, monitoring, defoliation, Slovenia

* dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, 1000 Ljubljana, Večna pot 2, SLO

1 UVOD IN CILJI PRISPEVKA

Bioindikacijska mreža je 16x16 km mreža traktov monitoringa gozdnih ekosistemov in propadanja gozda (GIS 1995). Z različnimi periodami snemanja na njej poteka popis stanja gozdnega drevja oz. sestojev pa tudi podrobnejše raziskave (ugotavljanje vsebnosti žvepla in težkih kovin v listih in iglicah gozdnega drevja, spremljanje preskrbljenosti gozdnega drevja z mineralnimi hranili, spremljanje stanja gozdnih tal (SIMONČIČ 1996)). Podatke o rastišču, sestoji in osutosti dreves na traktih 16x16 km mreže že od leta 1993 pošiljamo tudi v mednarodni program sodelovanja (ICP Forests) Evropske ekonomske komisije (UN ECE 1989). Leta 1996 smo prispevali tudi že prve podatke o stanju gozdnih tal in foliarnih vzorcev.

Pomemben del te celote so podatki o osutosti gozdnega drevja. V sestavku je predstavljen razvoj tega znaka na traktih 16x16 km mreže med letoma 1987 in 1996. Delo predstavlja prvo fazo kompleksnejšega preučevanja podatkov, ki jih zbiramo na tej mreži, predvsem njihovih časovnih sprememb. Tako se postopno približujemo cilju monitoringa gozdnih ekosistemov-preučevanju ekosistemskih procesov (KOVAČ 1997).

2 METODOLOGIJA

V obdobju 1987-1996 smo z metodo dvostopenjskega vzorčenja v traktih (ZÖHRER 1980, HOČEVAR 1993, GIS 1995) spremljali osutost 442 dreves na 26 traktih 16x16 km mreže. V vzorcu prevladujeta predvsem bukev (36% dreves) in smreka (35% dreves). Med razvojnimi fazami sta najpogostejša mlajši debeljak (37% traktov) in drogovnjak (23% traktov). Večina teh traktov je na karbonatnih pobočjih s šibko površinsko kamnitostjo ali brez nje (BOGATAJ 1997).

Analizirali smo spreminjanje osutosti posameznega drevesa. Osutost (defoliation, Nadel-/Blattverlust) je delež odpadlih iglic oz. listja v primerjavi s predvidoma normalnim stanjem drevesa enake drevesne vrste, starosti, socialnega položaja na istem rastišču (GIS 1995). Leta 1987 smo osutost določali s stopnjami

osutosti, zato smo podatke za to leto najprej preračunali v sredine teh stopenj (BOGATAJ 1997a) in jih šele nato primerjali z drugimi leti.

Upoštevali smo tudi, da je del osutosti mogoče pojasniti z določljivimi vzroki (biotski, abiotski vzroki, ožig zaradi onesnaženega zraka). Obseg osutosti, ki ga je mogoče pojasniti, smo zato odšteli od skupne osutosti v posameznem letu in ponovili preračune. S t-testom parnih razlik za odvisne vzorce smo preizkusili, ali so spremembe osutosti posameznega drevesa v obeh primerih enake. Primerjavo z letom 1987 smo v tej analizi izpustili.

3 REZULTATI

Osutost gozdnega drevja na traktih 16x16 km mreže se je v obdobju 1987-1996 razmeroma malo spreminjala. Za posamezno drevo so bile spremembe večinoma v okviru 5% (preglednica 1). Dreves z več kot 5% spremembo osutosti je bilo po letu 1991 med 30 in 40%, med letoma 1987 in 1991 pa celo 61.5%. Delež dreves z več kot 5-odstotno spremembo osutosti je za zvečanje in zmanjšanje osutosti razmeroma uravnovežen. Vendar pa se je v obdobju 1987-1991 osutost več drevesom zmanjšala, v obdobju 1991-1993 pa več drevesom zvečala (preglednica 1).

Preglednica 1: Časovna primerjava sprememb osutosti gozdnega drevja

Table 1: Time comparison of single tree defoliation changes

Obdobje <i>Period</i>	Delež dreves z 5% spremembo <i>Percent of trees with 5% change</i>	Delež dreves z >5% spremembo <i>Percent of trees with >5% change</i>	Delež dreves z >5% zvečanjem osutosti <i>Percent of trees with >5% defol. increase</i>	Delež dreves z >5% zmanjšanjem osutosti <i>Percent of trees with >5% defol. decrease</i>
1987-91	38.5	61.5	24.4	37.1
1991-93	60.6	39.3	27.8	11.5
1993-94	69.9	30.1	14.5	15.6
1994-95	57.0	42.9	21.9	21.0
1995-96	70.1	29.9	13.6	16.3

Daljšje obdobje izkazuje večje spremembe kakor primerjava zaporednih popisov (preglednica 2). Povprečna letna sprememba osutosti gozdnega drevja ne presega 2% in je bila pred letom 1993 večja, kakor po njem. Predznak povprečne spremembe osutosti se spreminja. Povprečno zvečanje osutosti dreves, ki se jim je osutost spremenila za več kot 5%, je uravnoteženo z njihovim povprečnim zmanjšanjem.

Preglednica 2: Povprečna sprememba osutosti drevesa

Table 2: Average tree defoliation change

Obdobje <i>Period</i>	Povprečna sprememba osut. <i>Average defoliation change</i>	Povprečno zmanjšanje osut. <i>Average defoliation decrease</i>	Povprečno zvečanje osut. <i>Average defoliation increase</i>
1987-91	- 2.3 (letna: -0.6)	-15.9	14.9
1991-93	3.3 (letna: 1.6)	-17.8	17.9
1993-94	0.3	-14.4	17.5
1994-95	-0.1	-17.7	16.5
1995-96	0.0	-15.4	18.7

Obseg osutosti, ki jo lahko pojasnimo z znanimi vzroki, je bil največji leta 1991 (16% dreves z osutostjo zaradi znanih vzrokov v povprečnem obsegu 2.5%) in velik tudi leta 1995 (13% dreves z osutostjo zaradi znanih vzrokov v povprečnem obsegu 2.6%). V ostalih letih je bil obseg osutosti zaradi znanih vzrokov manjši od 1% in prisoten na manj kot 6% obravnavanih dreves. Zato je nekoliko presenetil rezultat, da se povprečna sprememba osutosti dreves značilno ($p < 0.05$) razlikuje od povprečne spremembe osutosti, iz katere je odšteta osutost zaradi znanih vzrokov. Razlika med spremembama ne presega 2%, čeprav je lahko od sicer obračunane večja (obdobje 1991-1993 in 1995-1996) ali manjša (obdobje 1993-1994, 1994-1995) (preglednica 3).

Preglednica 3: Povprečna sprememba osutosti dreves zaradi neznanih vzrokov
 Tabel 3: Average tree defoliation change-known causes subtracted

Obdobje <i>Period</i>	Povprečna sprememba os odšteti znani vzroki <i>Average def change-known causes subtracted</i>	Povprečno zmanjšanje os odšteti znani vzroki <i>Average def decrease- known causes subtracted</i>	Povprečno zvečanje os. odšteti znani vzroki <i>Average def increase- known causes subtracted</i>
1991-93	-5.5	-18.2	19.3
1993-94	-0.2	-14.4	17.8
1994-95	-1.6	-19.0	14.1
1995-96	1.4	-14.0	20.6

4 RAZPRAVA IN ZAKLJUČKI

Spremembe osutosti posameznega drevesa so razmeroma majhne (LAMPE 1989, BOGATAJ 1995). Upoštevanje zasnove zbiranja podatkov, torej preračun podatkov na trakt, kaže, da se povprečna osutost gozdnega drevja med letoma 1987 in 1996 ni značilno spremenila, pač pa se je zvečal delež poškodovanega drevja, toda le med popisoma leta 1991 in leta 1993 ($p < 0.05$) (BOGATAJ 1997) (za poškodovano drevo se šteje drevo z več kot 25% osutostjo). Vendar na traktne vrednosti vpliva spreminjanje vzorca zaradi poseka, odmiranja in ponovnega izbiranja dreves v vzorec. Zato v času raje spremljamo drevesa, prisotna v vsem analiziranem obdobju.

S spremljanjem istih objektov v daljšem času je ob zagotovitvi kvalitete podatkov mogoče ugotavljati mehanizme delovanja gozda. Osutost posameznega drevesa je le eden izmed številnih znakov, ki k temu prispeva in za katerega smo po enotni metodologiji doslej zbrali podatke za skoraj desetletno obdobje.

Nadaljnje spremljanje dreves in traktov 16x16 km mreže je pomembno vsaj s treh vidikov: zaradi možnosti povezovanja rezultatov različnih opazovanj, zaradi letnega pregleda nad stanjem gozdov pa tudi zaradi izpolnjevanja mednarodnih obveznosti.

5 VIRI

BOGATAJ, N., 1995. Some aspects of interpretation of forest defoliation data. - V: Proceedings of BIOFOSP TEMPUS M-JEP, Ljubljana, s. 287-292.

BOGATAJ, N., 1997. Popis propadanja gozdov v letu 1996 in spremembe v obdobju 1987-1996 na bioindikacijski mreži. - Gozdarski vestnik, 55, 3.

BOGATAJ, N., 1997a. Degradacija slovenskega gozda s posebnim ozirom na metodološko problematiko popisa. - Neobjavljeno gradivo (pri avtorju), 114 s.

GIS (Gozdarski inštitut Slovenije), 1995. Monitoring propadanja gozdov in gozdnih ekosistemov. Priročnik za terensko snemanje podatkov. - GIS, Ljubljana, 64 s.

HOČEVAR, M., 1993. Dendrometrija - gozdna inventura. - Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 274 s.

KOVAČ, M., 1997. Dosedanji koncept popisa propadanja gozdov in razvoj celostnega ekološkega monitoringa. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 52, s. 23-52.

LAMPE, I., 1989. Metode ugotavljanja in spremljanja fenomena propadanja gozdov na blejskem GGO. - Diplomaska naloga. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 69 s.

SIMONČIČ, P., 1996. Preskrbljenost gozdnega drevja z mineralnimi hranili na 16x16 km bioindikacijski mreži. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 47, s. 117-130.

UN ECE (United Nations Economic Commission for Europe), 1989. Manual on methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. - UN ECE, 177 s.

ZÖHRER, F., 1980. Mehrstufige Stichprobe. - V: Forstinventur, Verlag P.Parey, Hamburg, s. 81-87.

GDK 48--05 (436)

STANDORTSMONITORING AN DER FORSTLICHEN
BUNDESVERSUCHSANSTALT WIEN
EIN ÜBERBLICK

F. Mutsch,* M. Englisch,** W. Kilian***

Kurzfassung

2 Intensitätsstufen eines Standortsmonitorings werden österreichweit durchgeführt: Grunduntersuchungen inklusive Kronenansprache und Nadelanalysen (Level I) auf 514 Rasterpunkten. 1997/98 erfolgt nach 10 Jahren die erste Wiederholungsaufnahme. Zusätzliche Parameter auf 20 Level II-Flächen: Zuwachs, Meteorologie, Deposition, Bodenwasser. Ein Teil der Level I-Flächen und alle Level II-Flächen sind international eingebunden. Level-III-Untersuchungen zur Erfassung von Stoffflüssen sind geplant.

Schlüsselwörter: Österreich, Waldschadenserhebung, Monitoringsystem

MONITORING RASTIŠČ PRI ZVEZNEM GOZDARSKEM INŠTITUTU NA
DUNAJU
PREGLED

Izvilleček

Monitoring rastišč izvajajo na dveh stopnjah intenzivnosti. Temeljna stopnja, ki obsega 514 ploskev v sistematični mreži, vključuje oceno stanja drevesnih krošenj in foliarno analizo. Deset let po prvih raziskavah, toje leta 1998, bodo raziskave ponovili. Dodatne parametre in ekološke korelacije raziskujejo na 20 ploskvah intenzivnega monitoringa (stopnja II). 134 ploskev I. stopnje in vse ploskve II. stopnje so del mednarodnega programa ICP/ECE. Ploskve III. stopnje bodo namenjene predvsem meritvam pretoka hranil.

Ključne besede: Avstrija, ugotavljanje poškodovanosti gozda, sistem monitoringa

* Dr. Forstliche Bundesversuchsanstalt, A-1131 Wien, Österreich

** Dipl. Ing. Dr. Forstliche Bundesversuchsanstalt, A-1131 Wien, Österreich

*** Dipl. Ing. Forstliche Bundesversuchsanstalt, A-1131 Wien, Österreich

1 EINLEITUNG UND AUSGANGSSITUATION

Mitte der 80er Jahre erlangte die Problematik der „neuartigen Waldschäden“ oder wie es häufig plakativ hieß, das „Waldsterben“ größtes öffentliches Interesse. Um über den aktuellen Zustand und die Entwicklung des Waldes nicht nur lokal begrenzte, sondern repräsentative Aussagen für die gesamte Waldfläche machen zu können, wurde das Waldschaden-Beobachtungssystem (WBS) als multidisziplinäres Monitoringprojekt ins Leben gerufen. Boden- und Standortsmontoring sind neben weiteren Untersuchungen, wie beispielsweise Kronenansprache und Nadel-/Blattanalysen, Teil dieses Projektes.

Für Erhebungsnetze dieser Größenordnung wurden sowohl für die Standort- und Bodenbeschreibung sowie Probenahme als auch für die Analytik neue Konzepte entwickelt, die in der Broschüre „Waldbodenuntersuchung“ (BLUM ET AL. 1986) publiziert wurden.

2 STANDORTSMONITORING AUF VERSCHIEDENEN INTENSITÄTSSTUFEN

2.1 LEVEL I

Ziel der Level-I-Erhebungen war es, den Waldbodenzustand Österreichs einheitlich zu dokumentieren. Eine einheitliche Dokumentation des Waldbodenzustandes ermöglicht:

- Ökologische Interpretation der Waldschadenserhebung
- Erkennen lang- und mittelfristiger Veränderungen
- Erkennen von Beeinträchtigungen von Bodenfunktionen
- Nachweis von Immissionseinflüssen
- Abschätzung von Risiken für den derzeitigen und zukünftigen Waldbodenzustand
- Ausarbeitung bodenerhaltender und bodenverbessernder Maßnahmen
- Erstellung von Richt- und Grenzwerten

Für diese Erhebung hat sich ein starres Rasternetz (8,7 x 8,7 km) angeboten; folgende Gründe waren dafür ausschlaggebend:

- Zufälligkeit der Lage der Probeflächen in bezug auf ökologische Gegebenheiten
- Wegfall der aufwendigen Vorerkundung und Vorauswahl der Flächen
- Verwendbarkeit für geostatistische Rechen- und Auswerteverfahren
- Übersichtliche graphische Darstellung

Dafür mußte in Kauf genommen werden, daß kleinräumig auftretende geologische und morphologische Einheiten nicht oder überrepräsentativ erfaßt wurden. Das gewählte Netz stellt somit einen Kompromiß zwischen einem möglichst engmaschigen, flächendeckenden Waldboden-/Standortsmontoring einerseits und einem gerade noch machbaren Erhebungs- und Analysenaufwand andererseits dar.

Die Probenahme nach Tiefenstufen wurde deshalb gewählt, weil nur sie die räumliche und zeitliche Vergleichbarkeit der Analysendaten sicherstellt, auch dann, wenn die diagnostischen Bodenhorizonte zwischen den Einzelprofilen stark variieren und sich über den Zeitablauf ändern. Das Problem unterschiedlicher Probenahme infolge divergierender Ansprache der bodendiagnostischen Horizonte durch verschiedene Aufnahmeteams wird vermieden. Ein weiterer Vorteil der tiefenstufenorientierten Probenwerbung liegt in den für alle Bodentypen gleichen kartographischen Darstellungsmöglichkeiten sowie in der besseren statistischen Bearbeitbarkeit.

Folgende Parameter wurden in allen Proben analysiert: pH, N_{tot}, C_{org}, Carbonat, Nährelemente sowie essentielle und toxische Schwermetalle im Säureauszug. Die Auswertung erfolgte getrennt nach carbonatbeeinflussten und carbonatfreien Böden, bzw. wurde noch weiter nach Bodentypengruppen und Wuchsräumen stratifiziert. Drei wesentliche Ergebnisse der Erhebung sollen herausgehoben werden:

- Auf ca. 3 % der Probeflächen wurde N-Mangel festgestellt; N-Eutrophierung wurde nicht nachgewiesen.
- Rund 10 % aller Probeflächen lassen auf einen deutlichen anthropogenen Beitrag zur Bodenversauerung schließen.
- Die sich im Oberboden anreichernden und mit der Seehöhe zunehmenden Pb- und Cd-Gehalte deuten auf eine bundesweite Belastung aus Fernimmissionen hin.

2.2 LEVEL II

Während Level-I-Untersuchungen eine flächendeckende Momentaufnahme des Bodenzustandes sind, dienen die Level-II-Untersuchungen dem besseren Erfassen und Verstehen bodenchemischer und ökologischer Zusammenhänge. Der Aufwand bei Probenahme und Analytik ist dabei viel höher, weshalb nur 4 % der Level-I-Flächen für diese erweiterte Untersuchung herangezogen werden.

Ein bewußt eingegangenes Manko bei der Level-I-Beprobung war das Erstellen einer Mischprobe aus 12 Einzelproben, wodurch die Probenstreuung unbekannt blieb, der Analysenaufwand aber wesentlich reduziert wurde. Daher ist es ein Ziel von Level-II-Untersuchungen, die Probenstreuung verschiedener Bodentypen zu erfassen. Eine Reihe von Untersuchungen geben über die notwendige Anzahl von Einzelproben für eine repräsentative Probenahme Auskunft (MAJER 1988, BLUM ET AL. 1996, KALAN KOSMELJ 1997). Für den Mineralboden tiefer als 20 cm werden weniger Proben herangezogen als für die Tiefenstufen 0-5 cm, 5-10 cm und 10-20 cm. In diesen Fällen können wir uns die Werbung von etwa 40 Einzelproben vorstellen, die für die Analyse jedoch auf 10 Mischproben reduziert werden.

Die Analyse des Bodenwassers mittels Saugkerzen soll über aktuellen Vorgänge im Boden Auskunft geben, was durch monatliche Beprobungen sichergestellt wird. Weiters werden die mobilen Schwermetallfraktionen erfaßt und mittels bodenbiologischer Parameter vor allem der Stickstoffhaushalt beschrieben. Ergänzt werden diese Erhebungen von Depositionsmessungen und Klimadaten. Vegetationsaufnahmen sollen alle fünf Jahre durchgeführt werden; falls rasche

Änderungen zu erwarten sind (nach Durchforstung oder bei Schneebruch), sind jährliche Vegetationsaufnahmen geplant. Mit der Auswertung wird 1998, nach Beendigung der Analysenarbeit, begonnen.

2.3 Level III

Die umfangreichen Daten über den gegenwärtigen Waldbodenzustand und über Einträge sind vorwiegend beschreibend. Was fehlt sind Daten über Austräge und daraus abgeleitet Stoffflüsse und Stoffbilanzen. Die Messung und Modellierung von Stoffkreisläufen wird ein Schwerpunkt zukünftiger Ökosystemforschung sein.

Für das Level-III-Projekt sind gute Planung und Koordination Voraussetzung. Die Planungsschritte sind:

- Detailliert ausformulierte Fragestellung
- Feststellung der dazu notwendigen Fachgebiete und Methoden
- Klärung der Anforderungen der einzelnen Fachgebiete an den Projektort
- Auswahl einer geeigneten Probefläche (nach wissenschaftlichen und organisatorisch-praktischen Gesichtspunkten)

Wir arbeiten derzeit an der Ausformulierung der konkreten Fragestellung, welche sich auf das Prinzip der Nachhaltigkeit und den Waldboden als Wasserspeicher konzentriert.

3 WEITERE PROJEKTE UND INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT

3.1 VERNETZUNG MIT DER WALDINVENTUR UND DER FORSTLICHEN STANDORTSKARTIERUNG

Da alle Monitoringflächen auf Level I und II gleichzeitig eine systematische Auswahl der Probeflächen der Österreichischen Waldinventur bilden, können Wachstums- und Ertragsdaten, wie alle anderen Daten, die von der Waldinventur

erhoben werden, mit standortkundlichen und bodenchemischen Daten in Beziehung gesetzt werden.

Über das Standortsmonitoring hinaus geht die forstliche Standortkartierung, die in Österreich nach dem kombinierten Verfahren durchgeführt wird und eine Schätzung des Standortpotentials, aber auch des aktuellen Standortzustandes gibt. Auf höherer hierarchischer Ebene (Wuchsgebiete) geben die Monitoringflächen Anhalte zur chemischen Charakteristik dieser Einheiten.

3.2 AUSWERTUNGEN IM RAHMEN DER ARGE ALP UND ARGE ALPEN ADRIA

Die Forstliche Bundesversuchsanstalt wertete in Kooperation mit dem Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen als Auftrag der Arge Alp, der Arge Alpen Adria und der Internationalen Bodenseekonferenz die Bodenzustandsinventuren (Level I) der Mitgliedsländer aus (HUBER ENGLISCH 1997). Diese Auswertung umfaßte den Raum von Baden-Württemberg bis Kroatien und Westungarn, insgesamt ca. 2450 Probeflächen. Die landesbezogenen Ergebnisse liegen größtenteils als eigenständige Berichte vor (z.B.: STÖHR ET AL. 1989, GULDER KÖLBEL 1993). Die gemeinsame Auswertung eröffnete folgende über die länderweisen Auswertungen hinausgehende Interpretationsansätze:

- Grenzüberschreitende Naturräume können als Ganzes betrachtet werden.
- Verwendung von einheitlichen standortkundlichen Gliederungskriterien für die Auswertung von chemischen Bodeninventurdaten verschiedener Länder.
- Potentiell stärkere Differenzierung bei der Gruppenbildung nach Standortskriterien aufgrund der hohen Stichprobenzahl.
- Vergleich verschiedener Erhebungsverfahren und Methoden der Bodenanalyse.
- Erstellung einer konsistenten Datenbasis von chemischen Analysewerten und Standortmerkmalen für die zusammenschauende Interpretation.
- Anregungen für eine künftige einheitlichere Vorgangsweise bei der Probenahme und Analyse von Bodenproben.

3.3 ICP-FOREST EU-ECE

Ein Teil der Level-I-Flächen (nämlich 134 oder 26 %) und alle Level-II-Flächen sind Teil des europaweiten Programmes zur Erfassung und Überwachung der Auswirkungen von Luftverunreinigungen auf Wälder.

Internationale Zusammenarbeit macht internationale Abstimmung von Methoden notwendig. Dabei zeigt es sich, daß diese Methodenvereinheitlichung wegen nationaler Interessen und Gewohnheiten kaum möglich ist. Es zeigt sich ferner, daß die Methoden selbst nicht diese Bedeutung besitzen, die man ihnen gerne zuschreibt. Es kommt viel mehr auf die Handhabung und das „Know how“ des Labors an, ob Ergebnisse vergleichbar sind. So ist beispielsweise ein Gesamtgehalt ein an sich wohldefinierter Gehalt und sollte von Aufschluß- oder Analysenmethoden unabhängig sein.

4 NEUE AKTIVITÄTEN UND NEUE ZIELE

Für Level I steht nach 10 Jahren 1998 die erst Wiederholungsaufnahme an. 10 Jahre sind kurz für meßbare Änderungen im Boden, aber lang, wenn man auf Ergebnisse wartet. Änderungen im Boden, Trends sind aus statistischen Gründen erst nach der vierten Aufnahme (bei 10jährigem Abstand frühestens nach 30 Jahren) erfaßbar.

Bei so großen Zeitabständen ist vor allem die Kontrolle der Analytik von Bedeutung, da sich die Methoden ändern und neue Geräte Einfluß auf das Analyseergebnis haben können. Die teilweise Nachanalyse von alten Proben (Rückstellproben) und die Einführung eines Korrekturfaktors mit denen die alten mit den neuen Daten vergleichbar gemacht werden, sind notwendig. Ein wesentliches Faktum der Qualitätsverbesserung stellen Doppelbestimmungen dar. Sie müssen dabei innerhalb eines vorgegebenen Rahmens liegen, um akzeptiert zu werden.

Unabhängig von Erweiterungen und Ergänzungen des Monitorings, wird den vorhandenen Daten weiterhin Aufmerksamkeit geschenkt. Es wird daher ein

wichtiges Ziel der nächsten Jahren sein, verstärkt an die Verknüpfung verschiedener Datensätze (Boden, Nadel, Zuwachs, Kronenverlichtung) mit neuen, kreativen Ideen heranzugehen.

5 POVZETEK

Z izvajanjem različnih programov monitoringa tal pridobivamo vsebinska in metodološka spoznanja.

Rezultati I. stopnje zahtevnosti monitoringa gozdnih tal nam služijo za ugotavljanje trenutnega stanja tal na velikih površinah. II. zahtevnostna stopnja monitoringa pa nam ne dajejo rezultatov za velika območja, temveč rezultate, s katerimi razlagamo posamezne ekološke zveze in aktualne / sodobne pojave ter procese. Uporabljena metodologija nam tudi omogoča, da ugotovimo, kakšna je napaka vzorčenja tal zaradi malopovršinske nehomogenosti / raznolikosti gozdnih tal. Rezultate različnih stopenj zahtevnosti monitoringa moramo med seboj povezati tako, da se ugotovitve obeh stopenj zahtevnosti monitoringov med seboj dopolnjujejo.

Zaradi dolgoletnega izvajanja monitoringa tal in zaradi pridobljenih novih spoznanj prihaja z iterativnem procesom do sprotne izboljšave metodologije dela, kar povzroča probleme pri primerjavi starih in novih rezultatov. Takšne nepravilnosti lahko do določene mere odpravimo z uporabo korekturnih faktorjev. Medtem ko moramo znotraj posameznih držav vselej paziti na časovno primerljivost rezultatov, moramo pri vrednotenju podatkov za več držav predhodno uskladiti metodologijo izvajanja monitoringa. Takšno meddržavno usklajevanje je včasih težak proces, kar smo videli na / v primeru programa ICP-Forests in Arge Alp ter Alpe Jadran. Prva korak k primerljivosti metodologij različnih držav je bilateralno sodelovanje, npr. sodelovanje s Slovenijo; podobni problemi nas vodijo k podobnim vprašanjem in zato tudi k uporabi primerljivih metod. Iz tega izhaja jasna podoba oz. interes za skupni nastop, morda skupaj z drugimi državami v ES.

6 LITERATUR

BLUM, W.E.H. / DANNEBERG, O.H./ GLATZEL, G. / GRALL, H. / KILIAN, W./ MUTSCH, F. / STÖHR, D., 1986. Waldbodenuntersuchung - Geländeaufnahme, Probenahme, Analyse; Empfehlungen zur Vereinheitlichung der Vorgangsweise in Österreich. -Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft, A-1180 Wien.

BLUM, W.E.H. / BRANDSTETTER, A. / RIEDLER, CH. / WENZEL, W., 1996. Bodendauerbeobachtungen - Empfehlungen für eine einheitliche Vorgangsweise in Österreich. -Umweltbundesamt - Wien.

GULDER, H. J. / KÖLBEL, M., 1993. Waldbodeninventur in Bayern. Forstl. Forschungsber. -München 132, 256 pp.

HUBER, S. / ENGLISCH, M., 1997. Bericht zum Zustand der Böden in Arge Alp und Arge Alpen Adria. Arge Alp und Arge Alpen Adria und Forstliche Bundesversuchsanst. München - Wien. Im Druck.

KALAN, P. / KOSMELJ, K., 1997. Evaluation of Forest Soil Sampling Procedure. -Angenommen in: Mitteilungen der Österr. Bodenkundl. Ges.

MAJER, CH., 1988. Untersuchungen zur kleinräumigen Variabilität von Bodenparametern in Waldböden. Mitteilungen der Österr. Bodenkundl. Ges. Bd. 36, pp. 67-94.

STÖHR, D./ PARTL, H. / LUXNER, M., 1989. Bericht über den Zustand der Tiroler Böden. - Amt der Tiroler Lreg., Innsbruck, 198 pp.

GDK 91:61:58

RAZVOJ GOZDARSKEGA IN PROSTORSKEGA NAČRTOVANJA NA GOZDARSKEM INŠTITUTU SLOVENIJE

Marko KOVAČ* , Ivan ŽONTA**

Izvleček

Prispevek obravnava razvoj prostorske problematike od začetkov ustanovitve gozdarskega inštituta do danes. Celotni razvoj področja je razdeljen na štiri pomembnejša obdobja, v zaključku sestavka pa je govor še o nadaljnji perspektivi tega področja.

Ključne besede: prostorska problematika, razvojno-gospodarski načrt, krajinski načrt, urejanje gozdov, varstvo okolja, preučevanje vplivov na gozdno okolje

DEVELOPMENT OF FOREST MANAGEMENT AND LANDSCAPE PLANNING IN THE SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE

The article deals with development of forest and landscape management from the establishment of Forestry Institute until today. The entire overview is divided and analysed within four significant periods, some aspects of the prosperity of this field are analysed in the conclusion.

Key words: spatial problematics, development plan, landscape plan, forest management, environmental protection, environmental impact assessment

* Mag., dipl. inž., Gozdarski inštitut Slovenije, 1000 Ljubljana, Večna pot 2, SLO
** Dipl. inž. gozd., Kocjanova 3, 1000 Ljubljana, SLO

1 UVOD

Že uvodoma naj poudariva, da s prispevkom ne nameravamo podati celovite vrednostne ocene 50 letnega dela inštituta na področju gozdarske prostorske problematike. Malo zato, ker je gozdarska prostorska problematika izjemno široko področje in je dosledna razmejitev z drugimi področji skoraj nemogoča, predvsem pa zato, ker samo iz suhoparnih poročil največkrat ni mogoče prepoznati pomembnosti in teže starejših projektov. Namesto ocene sta zato podana pregled in kratek oris pomembnejših projektov, ki jih je glede na tematiko še mogoče označiti in šteti za prostorske ter ocena perspektive tega področja. Glede na to, da inštitut dobršen čas svojega delovanja sploh ni imel skupine za delo na tem področju, je v pregledu najbolj sporno obdobje med leti 1947 in 1969. To seveda ne pomeni, da se tovrstni projekti niso izvajali; nasprotno, raziskovalci in sodelavci na terenu so jih izvajali z veliko vnemo, saj so bili prisiljeni reševali najbolj aktualne strokovne in družbene probleme tistega časa.

2 VSEBINSKI ORIS RAZISKOVALNEGA IN STROKOVNEGA DELA

V skladu s pomenljivostjo reka "vsak čas ima svoje ideale", delimo dosedanje delo na obravnavanem področju v 4 večja obdobja:

- na čas povojnega urejanja gozdov in nenehnega preučevanja možnosti za povečevanje intenzivnosti gospodarjenja z gozdovi (od ustanovitve inštituta do sredine 60. let),
- na čas povečane skrbi za oblikovanje in varstvo slovenske kulturne krajine, začetka preučevanja negativnih vplivov na gozdno okolje in pospešenega vključevanja gozdarstva v krajinsko načrtovanje (od sredine 60. do začetka 80. let),
- na obdobje raziskovanja novih metodoloških in tehnoloških prijemov (od začetka 80. let do sredine 90. let), in na
- na čas sodobnega razvoja - razpetega med temeljnimi in tehnološkimi znanji, ki naj enakovredno pomagata pri ohranjanju in varovanju gozdnega okolja.

2.1 POVOJNO UREJANJE GOZDOV IN INTENZIVIRANJE GOSPODARJENJA Z GOZDOVI

Za zgodnje raziskovalno-strokovno delo inštituta na prostorskem področju sta značilna velika zanos in smelost. Za lažje razumevanje te vneme je treba upoštevati splošne gospodarske in družbene razmere tedanjega časa, katerih glavne značilnosti so bile: 1) nastajanje nove, v 2. svetovni vojni precej prizadete države, ki je bila nekaj časa celo v mednarodni osamitvi, 2) menjava družbenega in gospodarskega reda in z njima povezani ekonomski, socialni in družbeni pretresi ter 3) izčrpanost gozdov in kmetijskih površin zaradi slabih predvojnih in povojnih gospodarskih razmer. V takih razmerah se je tudi gozdarstvo soočalo s številnimi nalogami, ki so bile močno povezane z narodnim gospodarstvom, premnoge pa so morale reševati še nakopičene probleme iz prejšnjega časa.

V primerjavi z današnjim časom je zanimivo, da se je gozdarstvo že na samem začetku lotevalo številnih tem, ki so aktualne še danes, na primer celovitega gospodarjenja z visokogorskim svetom, krajinsko-ekološke členitve Slovenije itn., pa vendar se zdi, da tudi danes ni dovolj volje, materialne podpore, niti interesa, da bi se problematika lahko začela razreševati. Glede na to, da je bila večina nalog takrat zelo praktično usmerjenih, tudi ne preseneča, da so tekle znotraj (za današnje razmere) ogromnih površin, saj so delovna področja le v redkih primerih obsegala manj kot 10000 ha.

Za obdobje od začetka delovanja inštituta pa do sredine 60. let, so brez posebnega kronološkega reda značilne naslednje velike teme:

- prva in druga nacionalna gozdna inventura,
- začetek ustanavljanja inštitutskih terenskih raziskovalnih postaj,
- kategorizacija zemljišč znotraj katere se je razreševala tudi problematika relativnih gozdnih zemljišč in celovitega gospodarjenja z alpskim prostorom,
- oblikovanje gozdnogospodarskih območij in izdelava navodil za urejanje gozdov,
- izdelava geobotaničnih kart in izdelava pregledne karte gozdne vegetacije za LR Slovenijo z navodili za uporabo pri gospodarjenju z gozdovi in za snovanje novih gozdov, priprave za izdelavo fitosociološke karte Slovenije z zasnovano metode za kartiranje gozdnih rastišč z razmejitvijo Slovenije na rastiščne gozdno-pokrajinske enote,
- izdelava osnov in izvedba različnih pokrajinsko-gospodarskih načrtov,

- melioracija degradiranih zemljišč na Krasu in v Beli krajini,
- snovanje topolovih nasadov in priveternih pasov.

Večina naštetih projektov se uvršča med razvojno-gospodarske projekte, ki so bili na prostorskem področju takrat prevladujoči. Med najpomembnejše se uvrščata obe nacionalni gozdni inventuri in pa melioracija Krasa. Vsi trije so pionirsko delo, saj na ozemlju Slovenije do l. 1947 sploh še ni bilo inventarizacije, ki bi obsegala vse gozdove, projekt "Gozdno-melioracijski načrt za Kras slovenskega Primorja" pa je na nek način načrtno nadaljevanje Kollerjevega dela (ki mu je s sadikami črnega bora leta 1859 uspela pogozditev kraškega zemljišča pri Bazovici nad Trstom - RUBBIA 1912) in je do danes verjetno največji gozdarski projekt. Tekel je skoraj celo desetletje (1957-1964) in to na površini okoli 228000 ha, od tega je bilo več kot 61000 ha degradiranih gozdov (IGLG 1963).

2.2 SKRB ZA OBLIKOVANJE IN VARSTVO SLOVENSKE KULTURNE KRAJINE IN ZAČETKI PREUČEVANJA NEGATIVNIH VPLIVOV NA OKOLJE

Doba, ki je po uporabljeni klasifikaciji trajala od sredine 60. do začetka 80. let, je na gozdarski inštitut vnesla številne novosti na organizacijskem in na vsebinskem področju. Med prve je treba šteti uskladitev in razmejitev raziskovalnega dela tega področja z drugimi institucijami ter ustanovitev odseka za prostorsko urejanje gozdov (IGLG 1970), ki se je od tedaj naprej, čeprav pod različnimi imeni, ukvarjal izključno s prostorskimi raziskavami. Glavni argumenti, ki so narekovali njegovo ustanovitev so bili:

- potreba po opredelitvi varovalnih in drugih nalog gozdov v slovenskem naravnem in gospodarskem prostoru zaradi ohranjanja zdravega življenjskega okolja ter zaradi preučevanje vrednotenja gozdov,
- načrtna vpeljava gozdarstva v koncept regionalnega planiranja, ker je gozdarstvo izmed vseh gospodarskih panog najbolj kompleksno obravnavalo naravne in gospodarske dejavnike v prostoru, in ker se je le pasivno vključevalo v sistem prostorskega urejanja,
- začeti je bilo treba s promocijo številnih vlog gozdov v najširši javnosti (rekreacija, zeleni turizem); zaradi premajhne aktivnosti gozdarstva je javnost prevečkrat istovetila gozdarstvo samo s proizvodnjo lesne surovine,

- uveljaviti je bilo treba idejo prostorskega planiranja in pripraviti izhodišča za sestavljanje prostorskih delov gozdnogospodarskih območnih načrtov,
- preučevati je bilo treba vprašanja vzdrževanja naravnega ravnovesja v slovenski kulturni krajini, posebej z vidika spreminjanja deleža kmetijskih in gozdnih površin ter nenačrtne zaraščanja,
- posebno pozornost je bilo treba posvetiti razmeram v hribovitem in gorskem prostoru, v skladu z vlogo, ki jo je imelo (in jo še ima) gozdarstvo pri reševanju problematike gorskih kmetij,
- preučevati je bilo treba posebno problematiko prostorskega urejanja, nastalo zaradi vnašanja daljnovodov in plinovodov, in urejanja okolja ob glavnih prometnicah, ob industrijskih in mestnih središčih ter snovanje zaščitnih priveternih pasov,
- pripraviti je bilo treba metodologijo za zavarovanje posebej pomembnih področij in naravnih spomenikov v okviru splošnega varstva narave.

Izjemno velik korak je bil storjen tudi na vsebinskem področju. Ker so potrebe po obsežnih razvojno-gospodarskih načrtih v glavnem prenehale, se je skupina bolj posvečala okoljski problematiki. Že iz naštetih argumentov je mogoče razbrati, da je stroka intenzivno razmišljala o različnih funkcijah gozdov (čeprav jih tako še ni poimenovala) in o svoji vključitvi v koncept krajinskega načrtovanja. V primerjavi z današnjim stanjem razvoja nobena izmed tem še ni presežena, saj o podobnih vprašanjih intenzivno razmišljamo že vse zadnje desetletje.

Vsebine, ki so jih različne delovne skupine izvajale od tega časa naprej, je zaradi večje programske homogenosti že mogoče deliti v naslednje sklope:

- razvojno-gospodarski in krajinski načrti ter tematike, ki so obravnavale različne vidike funkcij gozda,
- varstvo okolja in preučevanje negativnih vplivov na gozdno okolje,
- urejanje gozdov in gozdnega prostora

Po obsežnosti pa tudi po pomembnosti so prevladovala teme iz prve skupine. Povečini so se ukvarjale s študijem sprememb kulturne krajine, z vrednotenjem funkcij gozdov in nenazadnje s preučevanjem vloge gozdarstva pri reševanju problematike višinskih kmetij.

Podrobnejši ogled zasluži več projektov. Študija »Delež gozdov v slovenskem prostoru« (IGLG 1976) še danes predstavlja eno izmed temeljnih del o študiju razvojnih procesov dinamike zemljiških kultur v slovenskem prostoru. S

številčnimi podatki so prikazane ogromne spremembe v letih med 1875 in 1975, ko je delež gozdov narasel od nekdanjih 37% na 51%.

Izjemno obsežen projekt je bil tudi "Spreminjanje kulturne krajine zaradi opuščanja in zaraščanja kmetijskih zemljišč". Na osnovi ankete, razposlane v 2634 katastrskih občin, sta bili ocenjeni intenziteta in obseg opuščanja oziroma zaraščanja zemljišč v odvisnosti od prostorskih, socialnih in ekonomskih dejavnikov. Glede na izbrane kriterije je bilo opuščanje okoli 237500 ha zemljišč členjeno v naslednje kategorije: 1) bo opuščeno v naslednjih 20 letih /30%/, 2) že opuščeno /32%/, 3) začetek zaraščanja /21%/ in 4) v polnem zaraščanje /17%/ (IGLG 1979). Naloga seveda ni ostala osamljena, marveč so se vanjo vključile še druge raziskave, kot sta npr. "Ohranjanje gorskega prostora in gorske kmetije" ter "Propad in nastajanje kulturne krajine na Kočevskem" (CIGLAR 1979). Slednja je bila izdelana s sodelovanjem gozdarske fakultete iz Freiburga.

Zelo odmevna je bila tudi študija "Vrednotenje gozdnega prostora po varovalnih in lesnoproizvodnih funkcijah na podlagi prirodnih razmer". Njen avtor (KOŠIR 1976) je gozdove obravnaval glede na varovalno in lesnoproizvodno vlogo, pri tem pa se je opiral predvsem na ekološke razmere v gozdnem prostoru ter na opredelitev gozdnih rastišč preko rastlinskih združb.

Med krajinsko-prostorskimi načrti sta bila najpomembnejši študiji izdelani za občini Ljubljana-Šiška in za zeleni pas Ljubljane (IGLG 1977, 1981). Z metodološkega vidika zelo prepoznaven je prvi načrt, katerega cilj je bil sprva samo dolgoročna opredelitev potreb kmetijstva in gozdarstva na območju občine z vidika skupnih interesov in ciljev. V njegovem okviru je bilo zelo uspešno izpeljano tudi medsektorsko planiranje, ki je še danes zaželeno in potrebno - žal ne vedno tudi uporabljeno - metodološko orodje planiranja.

Zelo odmeven je bil tudi projekt evropske pešpoti E6 (IGLG 1974). Z njim se je slovensko gozdarstvo neposredno vključilo v organiziranje nove zvrsti rekreacije - popotništva, javnosti je močno približalo spoznavanje, dožemanje in doživljanje narave, istočasno pa je stroka lahko uspešno promovirala raznovrstne vloge gozdov tako doma kot v svetu.

Neposredni dokaz, da se je gozdarstvo med prvimi začelo zavedati negativnih vplivov industrializacije na okolje, predstavljajo študije o poškodbah gozdov

zaradi emisij in imisij. Prva tovrstna naloga je že l. 1967 obravnavala vplivno območje topilnice svinca v Žerjavu, ki pa je bilo kmalu zatem razširjeno še na okolico železarne - Ravne. Na topografsko karto M 1:25000 so bila vrisana tri območja zaradi imisij prizadetih gozdov in to na skupni površini 3363 ha (IGLG 1967).

Sorodno tematiko, ki pa bi jo danes uvrstili med raziskave o preučevanju vplivov na okolje (PVO), predstavljajo projekti urejanja infrastrukturnih koridorjev. Daleč največji projekt "Plinovodno omrežje SR Slovenije - krajinski načrt" (ŽONTA in sodelavci 1976, IGLG 1976) je bil zaradi velike zahtevnosti posega v prostor izpeljan v dveh fazah; prva je obravnavala smernice za ukrepe, priprave in sanacije na trasi (M:1:50000), druga pa analizo stanja in sanacijske ukrepe na trasi (M:1:5000). Projekt obsega kartografsko in opisno dokumentacijo (ločeno po katastrskih zemljiških kulturah) za okoli 543 km magistralne plinovodne trase. V 500 metrskem pasu je bilo analizirano okoli 27000 ha površin, od katerih je bilo v notranjem delovnem pasu (25 m) neposredno prizadetih 1358 ha. Za prikaz vseh elementov prostora je bila izdelana posebna metodologija na hkratnem situacijskem in profilnem poteku, s spremljajočim tabelarnim opisom kvantitativnih in kvalitativnih parametrov.

V okviru klasičnih gozdarskih urejevalskih projektov zaslužita posebno mesto projekta "Optimalna razdelitev Slovenije na gozdno-gospodarska območja" in "Ekonomska problematika razdelitve Slovenije na gozdno-gospodarska območja". Samo kot zanimivost navedimo, da je bil v poročilu slednje študije že takrat zapisan zelo pomenljiv zaključek: "Optimuma ne moremo več iskati v spremembah teritorialne razdelitve, ampak v ustrezni preusmeritvi naše gozdnogospodarske politike" (IGLG 1968).

2.3 OBDOBJE INTENZIVNEGA RAZISKOVANJA NOVIH METODOLOGIJ IN TEHNOLOGIJ

Za obdobje, ki je trajalo od začetkov 80. do sredine 90. let so značilni, gledano s časovne perspektive, precejšnji pretresi in dokajšnja mera zmedenosti. Na eni strani sta bila prisotna nenehni optimizem in velika razvojna perspektiva, ki se je začela na začetku 80. let, na drugi strani pa je konec obdobja zaznamovan s popolno razvojno recesijo prostorskega oddelka, ki se je končala z neslavnim

koncem - njegovo ukinitvijo in priključitvijo k oddelku za gozdno tehniko in ekonomiko.

Taka slika je prepoznavna tudi iz raziskovalne vsebine, ki se je v primerjavi s prejšnjim obdobjem najprej močno razširila, dosegla svoj vrh koncem 80. let, v začetku 90. let pa se je skoraj povsem razblinila, najverjetneje zaradi novih družbenih razmer, delno pa tudi zaradi nerazumne vodstvene politike.

Med na novo uveljavljenimi področji je treba vsekakor omeniti razvoj novih tehnologij za pridobivanje podatkov v gozdarstvu - že v tem času je inštitut začel iskati možnosti uporabe satelitskih posnetkov v gozdarstvu, in pa zgodovino gozdarske kartografije, ki je tekla s pomočjo priznanega zunanjega sodelavca, Branka Korošca. Razširitev je bila odraz povečanih kadrovskih kapacitet, ki so bile v večini tega obdobja največje.

Za vsa področja dela, na začetku obdobja sta bili izjemi samo urejanje gozdov in gozdna inventura, je mogoče reči, da so se raziskave zelo okrepile. Med zasnovami krajinskih načrtov so še vnaprej prevladovali prostorski načrti, ki so se izdelovali po naročilu in za potrebe tedanjih občin. Zanimiv primer je študija "Vrednotenje gozdnega prostora - Alpsko območje - občina Tolmin (IGLG 1983), v katero so bili vključeni novi pristopi za presojanje namembnosti prostora. Obsežna študija je bila tudi "Žumberak-Gorjanci" (IGLG 1984), ki je tekla v sodelovanju s kolegi iz Zagreba, krajino pa je poskušala ovrednotiti tudi preko funkcij gozda.

Za preučevanje vplivov na gozdno okolje je treba reči, da je zaradi nekaj nepremišljenih potez skoraj zamrlo. V vseh vidikih pomemben projekt, ki je bil organiziran v okviru celotnega inštituta, predstavlja presoja potencialnih vplivov akumulacijskih elektrarn na gozdno okolje ob reki Muri (ŽONTA in sodelavci 1989, IGLG 1989). Projekt sodi med večje tovrstne projekte in obsega vsebinsko-metodološki in samostojni kartografski del. S tehnološkega vidika je bil projekt zasnovan zelo sodobno; vsebinski del je bil skoraj v celoti podprt z računalniško tehnologijo, prostorski del pa je bil v celoti izpeljan s tehnikama daljinskega zaznavanja in računalniškega kartiranja.

V nasprotju s to problematiko se je začelo intenzivirati raziskovanje propadanja gozdov. Resnici na ljubo je treba povedati, da se je večina bazičnih raziskav -

vkjučno z nacionalnim popisom propadanja gozdov - izvajala v okviru biološkega oddelka. Prostorski oddelak, ki danes sicer usmerja najbolj splošni, t.j. statistični del monitoringa propadanja gozdov, se je v tematiko vključeval le občasno in to s posamičnimi sodelavci. Samostojno je bila v okviru oddelka na to temo izdelana samo eno odmevnejša študija "Prostorsko proučevanje in spremljanje pustošenja in propadanja gozdov ter spreminjanja namembnosti gozdnega prostora" (GOLOB in sodelavci 1990). Kot dopolnilo posebnim raziskavam je ta študija opozorila (na osnovi številnih kartografskih in terenskih podatkov o gozdnih sestojih) na izjemno širino problematike propadanja gozdov. Veliko svežine je prinesla tudi z metodološkega vidika, saj so v njej podrobno obdelane nekatere nove, v gozdarstvu prvič uporabljene vzorčne metode zbiranja podatkov (npr. ocena dolžin linijskih krajinskih elementov s pomočjo števila transektov / t.i. Buffonov problem igle), zahtevni pa sta bili tudi statistična obdelava in interpretacija podatkov.

Izjemno veliko težo je vsaj na začetku tega razvojnega obdobja imelo tehnološko-informacijsko področje, za katerega pa sta - predvsem zaradi nenačrnega dela in zaradi velikih želja po naglih uspehih - značilna tako vzpon, kot skoraj popoln zastoj. Za še bolj meglen vtis je poskrbel tudi nepredvidljiv tehnološki razvoj, ki je manj kot v pol desetletja zaokrenil razvojne poti številnih institucij doma in v tujini.

Za večino raziskav tega sklopa je mogoče reči, da so bile v fazi eksperimenta. Kljub temu je bil v tem času razvit in operacionaliziran računalniško podprt gozdarski informacijski sistem, med tehnikami daljinskega zaznavanja je postala povsem operativna aerofotointerpretacija, bolj načrtno se je začela razvijati tudi računalniška kartografija. Številna metodološko-tehnološka vprašanja so se reševala v celi vrsti raziskav. Projekti »Integralni informacijski sistem«, »Digitalna interpretacija slovenskega gozdnega prostora«, »Stanje in možnosti uporabe aerofotogrametrije v gozdarstvu«, »Preučevanje obdelave in interpretacije podatkov daljinskega zaznavanja s sateliti v gozdnem prostoru Slovenije« so, kot govorijo naslovi, zadevali zelo različne teme. Takrat še precej »vesoljsko znanost«, ki se je ukvarjala z eventualno rabo satelitskih posnetkov v gozdarstvu, med bolj "normalnimi" temami pa je tekel študij o "možnostih sodobne aerofotointerpretacije", v sodelovanju z Biotehniško fakulteto /gozdarskim oddelkom pa se je razvijala interpretacije infrardečih barvnih posnetkov za ocenjevanje propadanja gozdov. Pri tem ni mogoče prezreti uspeha, kot je bil

npr. računalniško razpačenje aerosopnetkov, ki pa ima grenak priokus, ker postopki niso bili do konca razviti, in to kljub temu, da so bili uspešno testirani skoraj na najtežjih terenih gozdnogospodarske enote Soča-Trenta (KRALJ 1986) in Podkrajja (HLADNIK 1986). Razveseljivo je tudi dejstvo, da je inštitut po dolgih letih molka več časa posvetil tudi področju krajinskih inventur, ki jih od tedaj redno spremlja in razvija (KOVAČ 1991).

S prihajajočo novo zakonodajo se je seveda močno okrepilo razmišljanje o sodobnejšem načrtovanja gozdov, v okviru katerega je bilo izpeljanih kar nekaj odmevnih seminarjev, npr. o prostorski informatiki v gozdarstvu (KOVAČ in sodelavci 1992), o načrtovanju v primestnih gozdovih (GOLOB in sodelavci 1993) in raziskav (GOLOB 1992). O »zmedenosti časa«, ki je bil velikokrat neprizanesljiv do novih pristopov in spoznanj, še danes pričajo mestoma tudi ostre zapisane polemike.

Med problematiko, ki se je pred desetletji že obravnavala, so na dan ponovno vzniknila vprašanja v zvezi z gozdnimi združbami in tlemi, kot osnovami gozdno-gospodarskega načrtovanja, študij deagrarizijskih procesov in nenazadnje regionalizacija Slovenije.

Z letom 1993 se je bolj ali manj uspešno obdobje razvoja prostorskega in gozdarskega načrtovanja ter informatike zaključilo. Oddelek je bil ukinjen.

2.4 SODOBNI RAZVOJ

Raziskovalno in projektno delo na področju prostorske problematike ni bilo nikoli povsem prekinjeno. Z večjim optimizmom je steklo v letu 1994 in to s popolnoma novimi, žal ne tudi prekaljenimi kadri, ki so se zbrali v oddelku za gozdno načrtovanje in prostor.

V skladu z novim zakonom o gozdovih in drugimi pravnimi akti je oddelek obvezan razvijati in koordinirati inventuro propadanja gozdov, razvijati študije za preučevanje vplivov na okolje in usmerjati razvoj gozdarskega informacijskega sistema. V viziji razvoja, ki se snuje za celoten gozdarski inštitut je še predvideno, da naj bi sodelavci skrbeli še za celostni razvoj gozdarske prostorske informatike vključno z razvojem danes že neobhodnih tehnologij (daljinsko zaznavanje, geografski informacijski sistemi), za razvoj in usmerjanje krajinskih

in gozdnih inventur, dendrometrije in za razvoj gozdarskega in krajinskega urejanja ter številnih drugih nalog, ki posredno zadevajo prostor.

V skladu s to usmeritvijo so vidnejše teme naslednje (GIS 1995):

- vpliv onesnaženega zraka in drugih stresnih dejavnikov na gozdno drevje in gozdne ekosisteme,
- celostni gozdarski prostorski informacijski sistem in integralni monitoring gozdnih ekosistemov,
- snovanje modelov za preučevanje vplivov na okolje.

Poleg rednega projektne delo, se oddelek bolj ali manj uspešno vključuje tudi v tržne raziskave. Zaenkrat predvsem na področju preučevanja vplivov na okolje, kjer sicer dosega skromne finančne učinke, zato pa pridobiva potrebno znanje in izkušnje.

3 SPLOŠNA OCENA DOSEDANJIH USMERITEV IN PERSPEKTIVA

Nobenega dvoma ni, da je področje prostorske problematike v preteklih 50. letih doseglo razvoj, ki je v številnih kazalcih primerljiv tudi s tujimi dosežki. Toliko bolj, če upoštevamo vseskozi skromne kadrovske kapacitete in skromna finančna sredstva. Seveda ne moremo trditi, da se v obstoječih razmerah ne bi dalo delati tudi bolje; še posebej velja to za zadnja leta obstoja Inštituta za gozdno in lesno gospodarstvo, ko je na področju prostorske problematike prevladovalo malodušje, pomanjkanje volje za nove in perspektivnejše projekte, nenazadnje pa se je počasi a vztrajno izčrpalo tudi znanje, saj je prostorska problematika postajala vse bolj odvisna od specialnih gozdarskih in mejnih znanj ter od sodobne tehnologije.

Pogled iz precejšnje časovne oddaljenosti tudi pokaže, da se področje nikoli ni razvijalo celostno v vseh segmentih (vsebina, metodologija, tehnologija), prav tako je bilo vedno močno odvisno od aktualnih gospodarskih razmer. To ni slučaj, kajti prostorska problematika je bila in vedno bo tesno povezana z vsakdanjim življenjem, zato ima le malo možnosti, da bi povsem skrenila s problemsko naravnanih poti in se prepustila lastnemu toku razvoja.

In kakšna je perspektiva področja danes? Vsekakor dobra, če odmislimo številne kadrovske, finančne, organizacijske in druge težave. Podobno kot v najboljših letih (npr. sredina 70. do konca 80 let) zanimanje za to področje ponovno narašča, saj postaja okoljska problematika tako rekoč neobvladljiva in vabi k sodelovanju izjemno širok krog ljudi. Podobno kot je v preteklem času enkrat že bilo - takrat zaradi politične volje oblasti, danes pa predvsem zaradi potreb - bo pri reševanju okoljskih problemov počasi le začelo prevladovati usklajeno reševanje vprašanj (problematika ohranjanja naravnega okolja, ohranjanje naravnih resursov), saj je okolje preveč dragocena danost in vrednota, da bi ga smeli poceni zapraviti.

V primerjavi s predhodnimi obdobji, v katerih je še mogoče zaznati odmeve gospodarskih petletk in desetletk, je za začetek nove epohe značilna nekoliko bolj svobodno izbrana in zaokrožena vsebina (dopuščamo tudi zmoto, na katero bo bržkone opozoril čas). Glede na to, da s sleherno prostorsko raziskavo pravzaprav preizkušamo neki model, ta pa je vreden le toliko, kolikor se njegova spoznanja skladajo z resničnostjo, bo večina raziskav najbrž še vnaprej zastavljena problemsko. V prihodnje bomo morali bolj skrbeti le za to, da bodo vsebine raziskav obsegale uravnotežene dele teoretskih, praktičnih in tehnoloških spoznanj.

Zaradi številnih nalog in novih izzivov, je treba oddelku za gozdno načrtovanje in prostor zaželeli veliko uspeha. Svoboda in iskričnost duha, podjetnost, raznovrstnost kadrovskega potenciala, razpoložljiva tehnologija ter bogate izkušnje starejših kolegov, ki so še vedno voljni pomagati, so zagotovilo, da uspeh najbrž ne bo izostal.

4 LITERATURA

CIGLAR, M., 1979. Raziskave o posledicah izpraznitve gozdnate kulturne krajine na primeru kočevske. Strokovna znanstvena dela 64. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti v Ljubljani. 162 s.

GIS (Gozdarski inštitut Slovenije), 1995. Letna poročila. - GIS, Ljubljana.

GOLOB, S. / in sod., 1990. Prostorsko preučevanje in spremljanje pustošenja in propadanja gozdov ter spreminjanja namembnosti gozdnega prostora (z vidika slabitve funkcij gozda). Ljubljana. Elaborat IGLG, 213 s.

GOLOB, S., 1992. Analiza gozdnogojitvenega načrtovanja v Sloveniji in njegova vloga v prihodnosti. Ljubljana. Gozdarski vestnik, 50 (1), s. 14-23.

GOLOB, S., (urednik), 1993. Mestni in primestni gozd - naša skupna dobrina. Ljubljana. Zveza društev inženirjev in tehnikov gozdarstva in lesarstva Slovenije,

HLADNIK, D., 1986. Ocena zdravstvenega stanja jelovo-bukovih gozdov na Visokem Krasu. Ljubljana. Univerza E.K. v Ljubljani, BF/VTOZD za gozdarstvo, diplomska naloga, 68 s.

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1963. Letna poročila. - IGLG Ljubljana.

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1967. Letna poročila. - IGLG Ljubljana.

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1968. Letna poročila. - IGLG Ljubljana.

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1970. Letna poročila. - IGLG Ljubljana.

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1974. Letna poročila. - IGLG Ljubljana.

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1976. Letna poročila. - IGLG Ljubljana.

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1977. Letna poročila. - IGLG Ljubljana.

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1979. Letna poročila. - IGLG Ljubljana.

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1981. Letna poročila. - IGLG Ljubljana.

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1983. Poročila o raziskovalnem delu. - IGLG Ljubljana.

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1987. Poročila o raziskovalnem delu. - IGLG Ljubljana.

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1989. Poročila o raziskovalnem delu. - IGLG Ljubljana.

KOVAČ, M., 1991. Zasnova prostorskega informacijskega sistema za spremljanje stanja in gospodarjenja z gozdnato krajino-primer na velikoprostorski ravni (magistrska naloga). Ljubljana. Univerza v Ljubljani, VDO BF, VTOZD za gozdarstvo, 152 s.

KOVAČ, M. / in sod., 1992. Pomen, stanje in prihodnji razvoj prostorske informatike. Seminarско gradivo. Ljubljana. IGLG, 61 s.

KOŠIR, Ž., 1976. Zasnova uporabe prostora - gozdarstvo. Ljubljana. Zavod SR Slovenije za družbeno planiranje in Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti, 145 s.

KRALJ, A., 1986. Digitalna monorestitucija - restitucija aeroposnetkov z uporabo digitalnega modela reliefa. Ljubljana. Elaborat IGLG, 10 s.

RUBBIA, K., 1912. Petindvajset let pogozdovanja Krasa na Kranjskem. Poročilo komisije za pogozdovanje Krasa v vojvodini Kranjski o delovanju od leta 1886 do konca leta 1911. Ljubljana. Založila pogozdovalna komisija, 85 s.

ŽONTA, I. / in sod., 1976. Slovensko plinovodno omrežje. Krajinski načrt. Zvezki I, II, III. Ljubljana. Elaborat IGLG.

ŽONTA, I. / in sod., 1989. Mura - ocena vplivov načrtovanih HE na gozd in gozdni prostor. Ljubljana. Elaborat IGLG, 223 s.

GDK 149.74 *Ursus arctos* L.: 156.1: 917: (497.12)

NEKATERI VIDIKI EKOLOŠKE NIŠE RJAVEGA MEDVEDA V OBMOČJU AC VRHNIKA-POSTOJNA: GIS ANALIZA TELEMETRIČNO ZBRANIH PODATKOV

Andrej KOBLER^{*}, Marko JONOZOVIČ^{**}, Miha ADAMIČ^{***}

Izvleček

Z radiotelemetrijsko spremljavo so bili zbrani podatki o gibanju 9 rjavih medvedov (*Ursus arctos* L.) v širšem območju ob avtocesti. S pomočjo GIS smo podrobneje analizirali podatke 2 odraslih živali - samca in samice. Ugotovili smo areala aktivnosti obeh osebkov in ju združili s podatki popisa gozdov. Avtocesta vpliva na obliko in lego areala, vendar pa ne predstavlja absolutne bariere za migracijo. Samice se avtoceste bolj izogibajo od samcev, še posebej v obdobju paritve in izven vegetacijske dobe. Habitat je vezan na strnjene komplekse gozda, kjer prevladujejo jelova bukovja starejših razvojnih faz. Odsotnost antropogenih motenj je pomembnejši vidik habitata kot pa tip gozda. Samec je bolj aktiven od samice: ima 4 - krat večji areal in vsak dan v povprečju prehodi 1,8 - krat večjo razdaljo.

Ključne besede: Ursus arctos L., *habitat*, *avtocesta*, *GIS*, *Slovenija*

SOME ASPECTS OF THE BROWN BEAR ECOLOGICAL NICHE IN THE AREA OF THE VRHNIKA-POSTOJNA HIGHWAY: A GIS ANALYSIS OF THE RADIOTRACKING DATA.

Abstract

Data on the movements of 9 bears (*Ursus arctos* L.) in the broader highway area were gathered using radiotracking. A GIS was used for a detailed analysis of 2 adult animals - a male and a female. The home ranges were identified for both animals and subsequently integrated with the forest inventory database. The highway influenced both the shape and location of each home range although the highway cannot be considered an absolute barrier to migration. The females seemed to avoid the highway more than the males, especially during the mating season and during winter. The bear habitat is characterized by continuous forest, with predominantly mature stands of silver fir and beech. Among various aspects of habitat the absence of human-induced disturbances is more important than the type of forest. The male was more active than the female: its home range is 4 times more extensive and it covers a daily distance 1.8 times greater than that of the female.

Key words: Ursus arctos L., *habitat*, *highway*, *GIS*, *Slovenia*

^{*} asistent, dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, 1000 Ljubljana, Večna pot 2, SLO

^{**} strokovni svetovalec, dipl. inž. gozd., Zavod za gozdove, OE Ljubljana, 1000 Ljubljana, Tržaška 2,

SLO

^{***} izredni profesor, dr., dipl. inž. gozd., BF - oddelek za gozdarstvo, 1000 Ljubljana, Večna pot 83, SLO

1 UVOD

Proučevanje habitatov živalskih vrst z velikimi areali aktivnosti in z redko disperzijo ter prikritim načinom življenja je danes samo na klasičen način težko zadovoljivo izpeljati. Posebej v kulturni krajini je mogoče identificirati dovolj velike krpe habitatov in načrtovati njihovo funkcionalno združevanje le s pomočjo geografskega informacijskega sistema (GIS). GIS je pomembno orodje za oceno vplivov rabe prostora na primernost habitatov in za napovedovanje posledic načrtovanih posegov v prostor na živalske populacije. Uporaba GIS v velikopovršinski strategiji ohranitve prostoživečih živali se je posebej uveljavila v ZDA v okviru projektov varstva velikih plenilcev (MLADENOFF s sod. 1995, VAN MANEN PELTON 1993, HIRSCH HAUFLERT 1993, AGEE s sod. 1989). Postopki za oceno habitata rjavega medveda (*Ursus arctos* L.) na podlagi empiričnih podatkov so bili do sedaj v Evropi le redko uporabljeni (CLEVINGER PURROY CAMPOS 1992). Zaradi prikritega načina življenja lahko nemoteče zbiranje podatkov pri rjavem medvedu predstavlja precejšen logističen problem, radiotelemetrična metoda pa omogoča neomejeno in neovirano spremljanje živali.

V okviru raziskovalnega projekta Ekologija in varstvo rjavega medveda v Sloveniji, ki ga je financiralo Ministrstvo RS za znanost in tehnologijo, smo v aprilu leta 1993 skupaj s sodelavci dunajskega Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft, Wildbiologische Gesellschaft München in Lovsko zvezo Slovenije pričeli s projektom radiotelemetrijske spremljave gibanja in obnašanja rjavega medveda v širšem območju avtocestnega odseka med Verdrom in Razdrtim. Cilj tu predstavljene raziskave je analizirati nekatere vplive na vedenje medveda ter ovrednotiti habitat v območju avtocestnega odseka Vrhnika - Postojna. Z uporabo GIS in statističnih metod smo poskušali te vidike zajemati kvantitativno.

2 METODE

Območje raziskave leži med Vrhniko, Bloško planoto in Postojno. Predel večinoma spada v dinarsko fitogeografsko omočje (MARINČEK 1987) in predstavlja nadaljevanje osrednjega območja razširjenosti rjavega medveda pri

nas z vitalno populacijo 400–450 medvedov (ADAMIČ 1996). Pritisk na tukajšnje gozdove je velik (les, nabiranje gozdnih plodov, lov in rekreacija), hkrati pa avtocesta, ki pelje ob zahodnem robu območja, odreže tradicionalne migracijske povezave z Nanoško–Hrušičkim masivom. Od leta 1972 je bilo na avtocesti povoženih 11 medvedov (JONZOVIČ 1995). Od 9 osebkov (4 samice, 5 samcev), ki so bili radiotelemetrično zasledovani v letih 1993 - 1995, tu prikazujemo prve rezultate za 2 odrasla osebka (samec M5 - Miško in samica F3 - Ančka), ki sta bila najdlje zasledovana in imata izmerjenih največ lokacij (M5 od 7. aprila 1994 do 6. novembra 1995 s 135 lokacijami, F3 od 23. aprila 1994 do 15. julija 1995 s 149 lokacijami). Za posameznega medveda smo določili vsaj dve do tri lokacije tedensko. Za vsako telemetrično točko smo v okviru GIS ugotovili še oddaljenost od najbližje ceste, od avtoceste in od najbližjega naselja. Iz razdalje in časovne razlike med dvema zaporednima točkama smo izračunali dnevne hitrosti gibanja. Lokacije smo klasificirali glede na vegetacijski prag 10°C (6. maj - 2. oktober) in glede na paritveno dobo (15. maj - 15. julij). Vključili smo še povzetek baze podatkov popisa gozdov iz leta 1990, tako da smo na ravni oddelkov povzeli naslednje attribute centroidov odsekov: površina oddelka, lesna zaloga, delež iglavcev v lesni zalogi, površinski deleži razvojnih faz in glavna drevesna vrsta. Pri kasnejši statistični obdelavi podatkov o gozdu smo kot ponder uporabili površine oddelkov. Za osebka F3 in M5 smo nato ugotovili areale aktivnosti (angl. *home range*) in pri tem uporabili program Homerange (ACKERMAN s sod. 1991). Program uporablja neparametrično metodo, ki temelji na volumnu pod prilagojeno 3-dimenzionalno krivuljo (ki opisuje verjetnost rabe prostora), na kateri nariše izolinijo, ki ustreza arealu aktivnosti, znotraj katerega obstaja določena verjetnost rabe. Izračunali smo širši areal aktivnosti (95% verjetnost rabe), ki ustreza področju, kjer se je osebek v času zasledovanja pretežno zadrževal, ter osrednji areal (60% verjetnost rabe), ki je manj odvisen od velikosti vzorca. Metoda ima naslednje prednosti v primerjavi s klasičnimi pristopi (ANDERSON 1982, DIXON CHAPMAN 1980): glede na metodo minimalnega konveksnega poligona kaže bistveno manjšo občutljivost na kratkotrajne ekskurzije osebka izven osrednjega areala hkrati pa ne predpostavlja konveksne oblike areala; to je prednost tudi v primerjavi z bivariatno normalno metodo, saj slednja predpostavlja normalno porazdelitev v prostoru in ovalno obliko areala. V zadnjem koraku smo znotraj GIS izvedli

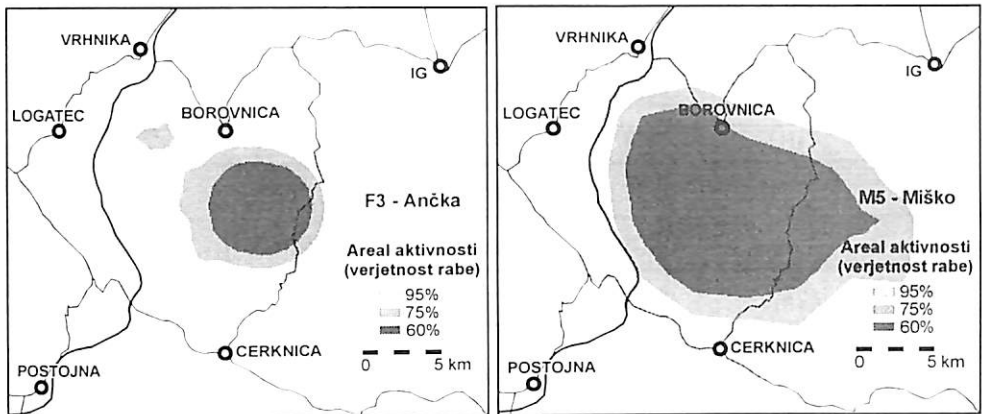
prostorsko prekrivanje arealov in ostalih informacijskih slojev ter jih statistično ovrednotili. Uporabili smo neparametrične teste (Mann - Whitney U test, Wald - Wolfowitz runs test, Kolmogorov - Smirnov test), ker se pojavi porazdeljujejo izrazito nenormalno.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Pri obeh analiziranih osebkih se velika večina lokacij nahaja na vzhodni strani avtoceste. Samec M5 ima 4 - krat večji areal aktivnosti od samice F3, kar se ne razlikuje bistveno od ugotovitev, ki jih navajajo Huber in Roth (1986, 1994) ter Bjärvall, Sandegreen in Wabakken (1990). Poleg večjega areala kažeta na večjo aktivnost samcev še dva indikatorja: povprečna dnevna hitrost gibanja (3,4 km/dan pri samcih in 1,9 km/dan pri samicah oz. 2,9 km/dan pri M5 in 1,6 km/dan pri F3 - gl. tudi preglednico 1) ter večja nelovna mortaliteta samcev zaradi prometa. Huber in Roth (1986, 1994) navajata, da je srednja hitrost za oba spola 1,5 km/dan v Gorskem Kotarju in 1,6 km/dan v Nacionalnem parku Plitvička jezera.

Iz podatkov za M5 sledi, da avtocesta vpliva na obliko in lego areala. Slika 1 kaže, da je M5 svoj areal prilagodil poteku avtoceste. V manjši meri to velja tudi za F3. Kljub temu ne moremo trditi, da avtocesta predstavlja absolutno bariero, saj imata oba osebka nekaj točk tudi na zahodni strani avtoceste. Tudi iz podatkov za ostalih 7 osebkov izhaja, da so nekateri večkrat prešli iz ene na drugo stran. Adamič (1993) povzema, da je prečkanje avtoceste za medveda zelo rizično in se pogosto konča s smrtjo ali poškodbo. Preglednica 1 kaže, da na srednjo oddaljenost od avtoceste vpliva spol osebka (pri samcih je preko celega leta 8,1 km, pri samicah pa 5,8 km). F3 se je izven vegetacijske dobe umaknila dlje od avtoceste (8,4 km nasproti 6,0 km med vegetacijo), razlika obstaja tudi glede na paritveno obdobje (7,7 km nasproti 5,4 km izven paritvenega obdobja). V raziskavi nismo ugotovili razlik pri srednji oddaljenosti telemetrične lokacije od naselij - razen pri F3, kjer so razlike glede na vegetacijo in paritveno obdobje sicer statistično značilne, vendar zelo majhne. Odsotnost razlik pripisujemo dejstvu, da naselij nismo razlikovali glede na število prebivalcev. Prosen (1996) pa je v Brkinih ugotovil, da se rjavi medved bolj

izogiba naseljem, ki imajo nad 100 prebivalcev. Kot kaže preglednica 2, je habitat obeh osebkov močno vezan na gozd. Delež gozda v obeh arealih aktivnosti je precej višji kot v širšem območju raziskave. Gre pretežno za jelova bukovja zrelejših razvojnih faz in z višjo lesno zalogo od povprečja v širšem območju. Vizualna primerjava telemetričnih lokacij s satelitsko sliko (Landsat TM) je potrdila, da se medved pretežno zadržuje znotraj strnjjenih gozdnih kompleksov. Navezanost rjavega medveda na zrel gozd torej narekuje obzirno gospodarjenje. Naraščajoč vdor človekovih aktivnosti v gozd bo po mnenju Dendaletscha (1981) in Camarre (1983) v prihodnje ena glavnih determinant preživetja vrste. Primerjava arealov F3 in M5 s širšim območjem raziskave kaže na višji delež iglavcev, kjer je jelka najpomembnejša vrsta (na račun smreke in ostalih iglavcev) ter na manjšo zastopanost bukve. Za območje Plitvičkih jezer pa Cicnjak s sod. (1986) navaja, da je medved prehransko tesno navezan na bukov gozd. Domnevamo torej, da je mir pomembnejša značilnost ugodnega habitata kot optimalen tip gozda.



Slika 1: Areala aktivnosti obeh analiziranih medvedov

Fig. 1: Home ranges of both analysed bears

Preglednica 1: Pregled statistično značilnih vplivov

Table 1: Overview of statistically significant factors

vpliv factor	medved bear	spol gender	vegetac. doba vegetation season	paritvena doba / mating season	vegetac. doba vegetation season	paritvena doba / mating season
testirani osebki <i>tested bears</i>	F3 / M5	vsi osebki <i>all bears</i>	F3		M5	
srednja hitrost gibanja <i>avg. speed of movement</i>	+	+	-	-	-	+
srednja oddaljenost od najbližjega naselja <i>avg. proximity to settlement</i>	-		+	+	-	-
srednja oddaljenost od avtoceste <i>avg. proximity to highway</i>	+	+	+	+	-	-

Legenda: + vpliv je statistično značilen ($p = 0,05$), - vpliv ni statistično značilen.

Preglednica 2: Gozdnovegetacijske značilnosti habitata

Table 2: Forest-vegetation characteristics of the habitat

medved <i>bear</i>		F3		M5	
področje <i>region</i>	širše razisk. področje <i>broader research area</i>	širši areal - 95% verjetnost rabe <i>broader home range - 95% utilization probability</i>	osrednji areal - 60% ver. rabe <i>core area - 60% utilization probability</i>	širši areal - 95% verjetnost rabe <i>broader home range - 95% utilization probability</i>	osrednji areal - 60% ver. rabe <i>core area - 60% utilization probability</i>
površina areala (ha) <i>area (ha)</i>	176736	12092	2961	39408	12606
delež gozda (%) <i>% of forest</i>	62	88	88	71	91
lesna zaloga (m3/ha) <i>growing stock (m3/ha)</i>	180	220	225	208	221
razmerje igl / list (%) <i>conifer /broadl. ratio (%)</i>	51 / 49	71 / 29	69 / 31	68 / 32	72 / 28
delež mladovja (%) <i>% of young growth</i>	10,7	13,8	9,7	14,1	14,0
del. Drogovnjakov (%) <i>% of pole wood</i>	40,0	38,6	50,9	39,0	37,0
delež debeljakov (%) <i>% of old growth</i>	32,3	47,0	38,6	45,9	48,2
delež panjevcev (%) <i>% of coppice</i>	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0
delež grmišč (%) <i>% of shrubs</i>	1,0	0,3	0,4	0,5	0,4
del. ostalih tipov (%) <i>% of other types</i>	8,5	0,3	0,4	0,5	0,4
delež smreke (%) <i>% of spruce</i>	21,6	16,6	9,7	26,3	19,7
delež jelke (%) <i>% of silver fir</i>	28,2	61,5	66,1	48,2	58,1
d. ostalih iglavcev (%) <i>% of other conifers</i>	6,5	3,1	0,0	4,5	4,9
delež bukve (%) <i>% of beech</i>	29,5	15,7	24,2	16,8	14,7
delež hrasta (%) <i>% of oak</i>	7,1	1,2	0,0	1,5	0,8
d. ostalih listavcev (%) <i>% of other broadleaves</i>	7,1	2,0	0,0	2,6	1,8

4 SUMMARY

Tracking bears, which have a secretive pattern of behavior, with radiotelemetry is preferable to non-disturbance methods. The research area between Vrhnika, Bloška planota and Postojna is a continuation of the bear core area. We were specifically interested in the area around the Vrhnika - Postojna highway. Since

1972, 11 bears have been killed on the highway. Nine animals were tracked, out of which 2 adult bears were analyzed in detail. Positional data were integrated with additional data within a GIS. The home ranges for both animals were determined. The male had a considerably greater home range than the female. The male's higher activity is also indicated by the greater distances it covers daily and by its higher non-hunting mortality, which is caused by traffic. The highway influenced the shape and position of home ranges although it does not represent a barrier to migration. The females seem to avoid the highway more than the males, especially during the mating season and during winter. The habitat of both animals is connected to forest, with predominantly mature stands of silver fir and beech. A visual comparison between bear locations and a satellite image confirmed a preference for larger continuous forest areas. This species' ties to mature forests demand a sensible management approach. Among various aspects of habitat the absence of human-induced disturbances seem to be more important than the type of forest.

5 ZAHVALA

Ministrstvu RS za znanost in tehnologijo se zahvaljujemo za financiranje projekta. Dr. Tomu Levaniču in mag. Marku Kovaču se zahvaljujemo za nasvete glede statistične obdelave.

6 VIRI

ACKERMAN, B. B./ LEBAN F. A./ SAMUEL M. D./ GARTON E. O., 1991. Program Home range User's manual. - University of Idaho, 1991, 80 s.

ADAMIČ, M., 1993. Divje živali in prometna varnost na avtocestah: primer rjavega medveda (*Ursus arctos* L.). - Cestarski dnevi '93, Zbornik kratkih vsebin referatov, Društvo za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije, Ljubljana, s. 197-199.

ADAMIČ, M., 1996. Expanding brown bear population of Slovenia - the chance for bear recovery in southeastern Alps. Management and restoration of small and relictual bear populations. - Proceedings of the 9th Int. Conf. Bear Research and Management, French Ministry of the Environment, Paris, s. 489-496.

AGEE, J. K./ STITT, S. C. F./ NYQUIST, M./ ROOT, R., 1989. A Geographic analysis of historical grizzly bear sightings in the North Cascades. - Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 55 (11), s. 1637-1642.

ANDERSON, D. J., 1982. The home range: A new nonparametric estimation technique. - Ecology, 63(1), 1982, s. 103 - 112.

BJÄRVALL, A./ SANDEGREEN, F./ WABAKKEN, P., 1990. Large home ranges and possible early sexual maturity in Scandinavian brown bears. - Int.Conf.Bear Res. and Management 8, s. 237-241.

CAMARRA, J. J., 1983. Habitat utilization of brown bears in the western Pyrenees. - Acta Zool. Fennica 174, s. 157-158.

CICNJAK, L./ HUBER, Đ./ ROTH, H. U./ RUFF, R. L./ VINOVRSKI, Z., 1986. Food habits of brown bears in Plitvice Lakes National Park, Yugoslavia. - Int.Conf. Bear Res. and Management 6, s. 221-226.

CLEVENGER, A. P./ PURROY F. J./ CAMPOS, M. A., 1992. Brown bear habitat evaluation in the cantabrian mountains, Spain. - Proceedings of the 9th international conference on bear research and management, Grenoble, 1992, s. 165 - 178.

DENDALÉTSCH, C., 1981. Connaissance de l'ours brun dans les Pyrénées, état actuel. - Bull. Ecol. 1981 / 2, 4, s. 365-372.

DIXON, K. R./ CHAPMAN, J. A., 1980. Harmonic mean measure of animal activity areas. - Ecology, 61(5), 1980, s. 1040 - 1044.

- HIRSCH, J. G./ HAUFLE, J. B., 1993. Evaluation of forest habitat model for black bears. - Forest and wildlife towards the 21st Century, IUGB XXI Proceedings, Vol.1, Canadian Wildlife Service, Halifax, 1993, s. 330-337.
- HUBER, Đ./ ROTH, H., 1986. Home ranges and movements of brown bears in Plitvice Lakes National Park, Yugoslavia. - Int.Conf.Bear Res. and Management 6, s. 93-97.
- HUBER, Đ./ ROTH, H., 1994. Kretanja smeđih medvjeda (*Ursus arctos* L.) u Hrvatskoj s posebnim osvrtom na Nacionalni park "Risnjak". - Zbornik radova 40 godina Nacionalnog Parka Risnjak (1953-1993), s. 87-90.
- JONOZOVIČ, M., 1995. Vplivi avtoceste Ljubljana - Razdrto na prostoživeče živali. - Diplomaska naloga, Univerza v Ljubljani, BF - Odd. za gozdarstvo, Ljubljana, 1995, 83 s.
- MARINČEK, L., 1987. Bukovi gozdovi na Slovenskem. - Ljubljana, Delavska enotnost, 139 s.
- MLADENOFF, D.J./ SICKLEY T. A./ HAIGHT R. G./ WYDEVEN, A. P., 1995. A regional landscape analysis and prediction of favorable gray wolf habitat in the Northern Great Lakes Region. - Conservation Biology 9, s. 279-294.
- PROSEN, M., 1996. Koridorski habitati rjavega medveda v jugozahodni Sloveniji. - Diplomaska naloga, Univerza v Ljubljani, BF - Odd. za gozdarstvo, Ljubljana, 1996, 74 s.
- VAN MANEN, F. T./ PELTON, M., 1993. Data based modelling of black bear habitat using GIS. - Forests and wildlife towards the 21st century, IUGB XXI Proceedings, Vol.1, Canadian Wildlife Service, Halifax, 1993, s. 323-329.
- WEBER, P., 1989. Beobachtungen zu Tagesruheplätzen und zum Ortwechsel einer individuell bekanten Population des Braunbären. - Säugetierkundliche Informationen 3/13, Jena, s. 31-46.

GDK 911 - - 014

RAZVOJ METODOLOGIJE ZA PRESOJO VPLIVOV POSEGOV NA GOZD

Andreja ŠUBIC^{*}, Andreja OGULIN^{**}

Izvleček

V članku je kratko predstavljen razvoj metodologije za presojo vplivov posegov na gozd. Naraščajoče potrebe po izdelavi poročil presoj vplivov na okolje (PVO) in pomanjkljivosti dosedanjih tovrstnih študij za gozdni prostor so bile povod za sistematizacijo vsebine in metodologije PVO za gozd. Ta nastaja v okviru raziskovalne naloge, ki poteka na Gozdarskem inštitutu Slovenije. Predstavitev naloge je v članku vsebinsko razdeljena na dva sklopa: na metodologijo za oceno ranljivosti gozdnega prostora in na metodologijo za presojo vplivov posegov na gozd. Oba postopka naj bi v bodoče predstavljala strokovno podlago pri odločanju o razvoju gozdnega prostora.

Ključne besede: ranljivost okolja, presoja vplivov na okolje (PVO), metodologija, gozdni prostor

DEVELOPMENT OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT METHODOLOGY FOR THE FOREST LANDSCAPE

Abstract

This article presents the development of the Environmental Impact Assessment (EIA) methodology for the forest landscape. The increasing need for EIA reports and shortcomings of EIA studies to date have brought about the need to systemize the content and methodology of the EIA for the forest landscape. This process is currently taking place in the framework of a research project at the Slovenian Forestry Institute. The project is divided into two parts: the methodology for forest vulnerability assessment and the methodology of the EIA for the forest landscape. Both procedures provide a strong basis for future professional decisions on the development of the forest landscape.

Key words: environmental vulnerability, environmental impact assessment (EIA), methodology, forest landscape

^{*} dipl. geogr. in etnol., Gozdarski inštitut Slovenije, 1000 Ljubljana, Večna pot 2, SLO

^{**} dipl. inž. kraj. arh., Gozdarski inštitut Slovenije, 1000 Ljubljana, Večna pot 2, SLO

1 UVOD

Na Gozdarskem inštitutu Slovenije se že vrsto let izdeluje različne študije in izvaja raziskovalne programe s področja prostorskega načrtovanja in vrednotenja možnih vplivov na gozdni prostor. Trenutno so najbolj aktualne presoje vplivov na okolje (v nadaljevanju PVO), v katere se inštitut vključuje z izdelavo sektorskih (gozdarskih) študij. Poleg tega teče tudi raziskovalni program z naslovom Snovanje modelov za preučevanje vplivov na gozd. Omenjena raziskovalna naloga je osredotočena na PVO kot strokovni postopek in obravnava aktualne vplive na gozdni prostor.

2 PRESOJA VPLIVOV NA OKOLJE

PVO je v svetu poznana že od leta 1969, slovenski začetki pa segajo v leto 1972. S sprejetjem Zakona o varstvu okolja (1993) je Slovenija opredelila izdelavo PVO kot enega od regulacijskih instrumentov varovanja okolja. Zakon o gozdovih (1993) je vpleten v omenjeno zakonodajo, zato se tudi za posege v gozdni prostor zahteva izdelavo PVO.

Splošne metodološke nejasnosti izdelave PVO so bile dokončno odpravljene z izidom dveh dokumentov: Uredbe o vrstah posegov v okolje, za katere je obvezna presoja vplivov na okolje (1996) ter Navodila o metodologiji za izdelavo poročila o vplivih na okolje (1996).

2.1 MODEL PVO NA PRIMERU AVTOCESTNE PROBLEMATIKE

Zaradi aktualnosti se v zadnjem času obravnava predvsem PVO za gradnjo avtocest, zato se tudi raziskovalni model razvija na omenjeni problematiki. Presoja vplivov na okolje je pri načrtovanju avtocest postopkovno ločena na dva dela: na oceno vplivov na okolje za izbor najugodnejše variante odseka avtoceste ter na oceno vplivov na okolje za izbrano traso.

Navodilo o metodologiji za izdelavo poročila o vplivih na okolje (1996) opredeljuje splošne vsebinske zahteve, ki jih lahko strnemo v pet korakov:

1. opis dejanskega stanja okolja,
2. opis značilnosti nameravanega posega,
3. opis in ocena pričakovanih vplivov na okolje ter njihovo vrednotenje,
4. opis in ocena okoljevarstvenih ukrepov,
5. predlog zasnove monitoringa.

2.1.1 Dosedanji koncept PVO pri posegih v gozdni prostor

Dosedanji koncept PVO za gozdni prostor pri gradnji avtocest ima vrsto pomanjkljivosti, od katerih so izstopajoče predvsem: slaba podatkovna baza, premajhen poudarek na ekoloških in socialnih funkcijah gozda, uporaba predvsem količinskih kazalcev pri vrednotenju posegov (npr. izguba gozdnih površin) ter presplošno opredeljevanje predlogov za zmanjšanje negativnih posledic (za zmanjšanje vpliva se šteje že kar izbor najugodnejše variante). Objektivnih vzrokov za takšno stanje je več, najočitnejši pa so: do pred kratkim nedefinirana metodologija izdelave PVO, razkorak med razpisanimi zahtevami in razpoložljivim časom oz. finančnimi sredstvi, pomanjkljiva znanja o ekoloških in socialnih funkcijah gozda ter slaba podatkovna baza, katere priprava zato zahteva preveč vloženega časa in sredstev (ŠUBIC 1996). To so dolgoročni problemi, ki se pojavljajo v praksi in pri znanstveno-raziskovalnem delu in jih tudi nove nastajajoče metodologije še ne bodo uspele razrešiti.

3 SNOVANJE METODOLOGIJE ZA OCENJEVANJE VPLIVOV NA GOZD

Opisani problemi in naraščajoče potrebe po izdelavi PVO so bile vzpodbuda, da je na Gozdarskem inštitutu Slovenije začela teči raziskovalna naloga, katere namen je odprava dosedanjih pomanjkljivosti ter sistematizacija vsebine in metodologije PVO za gozdni prostor. Njen cilj je razvoj metodologije za določanje, napovedovanje in vrednotenje predvidljivih vplivov ter učinkov na gozd (metodologija PVO za gozdni prostor). Za uresničitev tega cilja je bilo potrebno realizirati vrsto faznih ciljev, kot so: inventarizacija vplivov na gozdnato krajino,

zasnova kompleksnih prostorskih modelov ranljivosti funkcij gozda in modelov za spremljanje učinkov konkretnih vplivov na gozdne ekosisteme.

Vsebinsko je raziskovalna naloga razdeljena na dva pomembnejša sklopa:

- na metodologijo za oceno ranljivosti gozdnega prostora, ki bo v bodoče služila kot strokovna podlaga pri oblikovanju strategije prostorskega razvoja (to je: diferenciacija gozda na območja z različnimi stopnjami ranljivosti, ki že vnaprej opredeljujejo večjo ali manjšo primernost za posege) ter
- na metodologijo za presojo vplivov na gozd (ali za ugotavljanje najprimernejše lokacije posega z vidika najmanjšega vpliva na gozdni prostor), ki se izdela, ko je poseg v okolje že opredeljen.

3.1 METODOLOGIJA ZA OCENO RANLJIVOSTI GOZDA

Proučevanje ranljivosti gozdnih funkcij in vplivov nanje ni novo, vendar pa po metodološki in vsebinski plati prinaša nekatere novosti, katerih značilnosti so kompleksna in večnamenska obravnava gozdnega prostora, uporaba geokodiranih podatkovnih zbirk ter prehod k simuliranim variantnim rešitvam. Obstaja več interpretacij termina ranljivost okolja, v nalogi izhajamo iz definicije (MARUŠIČ 1996): "Ranljivost okolja je vrednostna ocena stanja prostora, ki razkriva, kje v prostoru so z vidikov varstvenih zahtev manj ustrezna mesta za posege, za katere iščemo lokacijo, ali za postavitev neke dejavnosti, ki jo v prostoru načrtujemo."

Sodobno gozdarstvo temelji na treh osnovnih načelih (sonaravnost, trajnost in mnogonamenskost), ki jih je mogoče uveljaviti le preko uresničevanja vseh funkcij gozda (ANKO 1995). Gozd ima večji pomen na območjih, kjer so funkcije gozda poudarjene, zato je ranljivost gozda tam večja. Metodologija, ki smo jo razvili, opredeljuje kazalce za vrednotenje gozda glede na ranljivost njegovih funkcij zaradi posegov. Z vrednotenjem tistih dejavnikov okolja, ki določajo funkcijo gozda in z metodo prekrivanja kart (prekrivanje vektorskih slojev v programskem paketu Arc/Info) ugotavljamo stopnje ranljivosti gozdnega prostora. Metodo je mogoče poenostaviti do te mere, da že opredeljene funkcije

vrednostno razvrstimo in jih prekrijemo z nekaterimi dodatnimi sloji, kot sta npr. lesnoproizvodni pomen gozda in ocena zgradbe gozdne krajine.

3.1.1 Model vrednotenja

Za oblikovanje modela vrednotenja so bile uporabljene nekatere ugotovitve avstrijske in švicarske metodologije vrednotenja funkcij gozda (KUDJELKA SINGER 1988, WULLSCHLÄGER 1982), predvsem pa so bile upoštevane zahteve iz delovnega gradiva zasnove Pravilnika o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih (MKGP 1997), ki se oblikuje pod okriljem Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Pri vrednotenju dejavnikov okolja, ki določajo funkcijo gozda, kakor tudi pri poenostavljenem modelu z že opredeljenimi funkcijami, je bil uporabljen linearni model, ki je zgrajen po vzorcu v preglednici 1. Posamičnim dejavnikom so pripisane vrednosti in teža glede na ostale dejavnike. Vrednosti so pomnožene s težo, pri prekrivanju z drugimi dejavniki okolja pa sešete. Pričakovani rezultat vrednotenja je karta s skupno oceno vrednosti in iz tega izhajajoča ranljivost posamezne funkcije gozda.

Preglednica 1: Model za opredeljevanje ranljivosti varovalne funkcije gozda
 Table 1: Model for the Forest Protective Function's Vulnerability Definition

FUNKCIJA GOZDA	MERILA	KAZALCI	Ovrednotenje	Teža	VIRI
Varovalna funkcija	- naklon površja	naklon površja			- karta
	- geološka podlaga	- blago nagnjen (0-5°)	1		- naklonov površja
	- tla	- položen (6-15°)	2	4	- geološka karta
	- erozijska območja, žarišča snežnih plazov, hudourniška območja	- zmeren (16-25°)	3		- pedološka karta
	- meja strnjenege gozda (višinski pasovi)	- strm (26-35°)	4		- karta erozijskih območij, žarišč snežnih plazov in hudourniških območij
	- gozdne združbe	- zelo strm (> 35°)	5		- karta višinskih pasov
		geološka podlaga - skupine kamnin	5	4	- karta gozdnih združb
		- prod in pesek	5		
		- gline in ilovice	5		
		- mehke karbonatne kamnine	4		
		- trde karbonatne kamnine	1		
		- mehke do srednje trde nekarbonatne kamnine	3		
		- trde nekarbonatne kamnine	2		
		- mešane kamnine (karbonatno-nekarbonatne)	3		
		- tla - pedosekvence*	2-5		
		- pedosekvenca na produ in pesku	2-3	4	
		- pedosekvenca na glinah in ilovicah	2-3		
		- pedosekvenca na mehkih karbonatnih kamninah	2-3		
		- pedosekvenca na trdih karbonatnih kamninah	1-4		
		- pedosekvenca na nekarbonatnih kamninah	2-4		
		- pedosekvenca na mešanih kamninah	2-3		
		erozijska območja, žarišča snežnih plazov, hudourniška območja - oddaljenost		5	
		- območje pojava	4		
	- 0-100m				
	meja strnjenege gozda		5	2	
	- sestoji nad zgornjo mejo strnjenege gozda vključno z rušjem (meja se spreminja, zato jo sproti preverjamo)				
	gozdne združbe		5	2	
	- združbe, ki so opredeljene pod 1. stopnjo poudarjenosti varovalne funkcije				
	- združbe, ki so opredeljene pod 2. stopnjo poudarjenosti varovalne funkcije (Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih, delovno gradivo 1997)		4		

* ranljivost je opredeljena za vsak talni tip posebej

Skupna ranljivost funkcij gozda pa je rezultat nadaljnjega postopka, ki vključuje normiranje vrednosti, pridobljenih pri vrednotenju posamezne funkcije ter ponderiranje funkcij glede na njihov pomen. Glede na to, da se na nekaterih območjih pojavlja več funkcij, prevlada funkcija z maksimalno vrednostjo. Rezultat tega postopka je karta območij večje ali manjše ranljivosti gozdnega prostora, kar opredeljuje hkrati tudi večjo ali manjšo sprejemljivost posegov v ta prostor. Takšna karta naj bi bila tudi po Zakonu o varstvu okolja osnova pri načrtovanju posegov v prostor / v gozd.

Problem opisanega modela je, da zahteva veliko število digitalnih kartografskih podatkov, česar pa obstoječa podatkovna baza ne nudi. Zaradi tega je bila za izbrano širše študijsko območje (avtocestni odsek med Ljubljano in Celjem) ranljivost gozda ocenjena na osnovi poenostavljenega modela, predlagan kompleksni model ranljivosti gozdnih funkcij pa je preizkušen le na ožjem gozdnem območju pri Domžalah, preko katerega je načrtovan potek avtoceste.

3.2 METODOLOGIJA ZA PRESOJO VPLIVOV POSEGOV NA GOZD

Metodologija PVO za gozd opredeljuje kazalce, ki kažejo trenutno stanje gozda ter model vrednotenja teh kazalcev, na osnovi katerega bo mogoče predvideti posledice nekega posega in s tem predlagati bodisi optimalnejšo lokacijo posega ali pa ukrepe za omilitev posledic oz. nadomestne ukrepe.

V raziskovalni nalogi gre za dva nivoja presoje vplivov nameravanega posega na gozd. Na regionalnem nivoju se izdelava vrednotenje variant, na lokalnem pa presoja vplivov na gozd za izbrano varianto avtoceste. V prvem primeru so obravnavani le tisti elementi, ki nudijo ustrezne informacije za vrednotenje posameznih variant posega in posledično omogočajo izbor optimalne variante z vidika obremenitve gozdnega okolja. V tej fazi prevelika detajlnost študije ni smiselna, saj to časovno in finančno tudi v praksi ni izvedljivo (npr. kartiranje biotopov). Lokalni nivo PVO študije je detajlnejši, saj gre v tem primeru že tudi za opredeljevanje konkretnih izvedbenih ukrepov za omilitev posledic posega.

3.2.1 Priporočena struktura poročila PVO pri gradnji avtocest

Izdelava poročila za presojo vplivov gradnje avtocest na gozd zahteva točno opredeljene korake, katerih osnovna shema je predpisana v Navodilu o metodologiji za izdelavo poročila o vplivih na okolje (1996), detajlnejša priporočila pa so rezultat praktičnega in raziskovalnega dela na Gozdarskem inštitutu. Struktura poročila PVO naj bi bila sledeča:

1. *Opis dejanskega stanja okolja* predstavlja osnovo nadaljnim napovedim sprememb in oceni vplivov posega (5. člen). Pri ocenjevanju posegov v gozdni prostor se zato opredeli območje obdelave, oceni gozdnovegetacijske razmere, gozdne združbe, posebne vrste ekosistemov, lesno zalogo in prirastek, analizira napomembnejše funkcije, opredeli gozdnogospodarske razrede, razvojne faze, stanje poškodovanosti gozdov, njihovo požarno ogroženost in odprtost z gozdnimi prometnicami.
2. *Opis značilnosti nameravanega posega* vsebuje opis značilnosti cestnega telesa in posega ter opredelitev potencialnih vplivov gradnje in obratovanja ceste (7. člen) na gozdni prostor.
3. *Opis in ocena pričakovanih vplivov na okolje ter njihovo vrednotenje* vsebuje kriterije za oceno vpliva in temelji na poznavanju lastnosti posega, analizi obstoječega stanja in poznavanju posledic že izvedenih posegov (11. člen). Vse obravnavane sestavine gozdnega prostora so ovrednotene, rezultat pa je prikaz stanja gozda pred posegom. Pripisane vrednosti sestavin so osnova presoji vplivov posega na gozd. Na osnovi pričakovanih vplivov so ocenjene vrednosti sestavin tudi po posegu. Statistično ovrednoteni rezultati omogočajo primerjavo stanja pred in po posegu. Razlike so pokazatelj intenzitete posega, na osnovi česar je mogoče ugotavljati njegovo sprejemljivost.

To je eden najzahtevnejših korakov PVO, ki zahteva kvalitetno opravljene predhodne korake ter veliko mero strokovnosti in izkušenosti.

V do sedaj izdelanih študijah se je izkazalo, da so pri gradnji avtocest najpogostejši vplivi na gozdna tla, vodotoke, gozdni rob, živalske habitate in selitvene koridorje, posebne biotope, kažejo pa se ti vplivi tudi v obliki fizičnega uničenje in propadanja vegetacije, fragmentacije gozdnega prostora, povečanja požarne ogroženosti, degradacije funkcij gozda, spremembe dostopnosti, vpliva na krajinski prostor, omejitve rekreacije v naravi in spremembe režimov gospodarjenja v gozdu. Opozoriti je potrebno tudi na vplive gozda na cesto, ki so v večini primerov pozitivni (npr. optično vodenje, varovanje pred bleščanjem, preprečevanje erozije, zaščita pred snegom in burjo ipd.).

4. *Opis in ocena okoljevarstvenih ukrepov* vsebuje prostorsko-ureditvene in tehnične rešitve posega ter oceno zmanjšanja vplivov na osnovi predlaganih rešitev. Med gradnjo sta v gozdnem prostoru kot ukrepa predvidena le pazljivost in nadzor nad delom, po izgradnji pa zasnova gozdnega roba, zaščita vegetacije pred odplakami, protierozijski ukrepi, zaščita pred požari, burjo in snežnimi zameti, zaščita divjadi in biotopsko zanimivih predelov, pogozditev pokritih vkopov, oblikovanje obcestne krajine ter premostitveni objekti.

5. *Predlog zasnove monitoringa* vsebuje navodila za sistematično spremljanje stanja po izvedbi posega, katerega cilj je ugotavljanje morebitnih negativnih sprememb v okolju ter ustrezno ukrepanje v primeru poslabšanja stanja. V gozdnem prostoru je potrebno vzpostaviti predvsem kompleksen nadzor nad morebitnim povečevanjem poškodb drevja ter spremljati odzivnost rasti posameznih vrst drevja in stabilnost novonastalega gozdnega roba ter v primeru poslabšanja stanja tudi ukrepati. Rezultati monitoringa so pomembni pri vseh nadaljnjih posegih v prostor (OGULIN ŠUBIC 1996).

4 RAZPRAVA

Pred kratkim izdana dokumenta (Uredba o vrstah posegov v okolje, za katere je obvezna presoja vplivov na okolje ter Navodilo o metodologiji za izdelavo poročila o vplivih na okolje) razrešujeta splošne metodološke nejasnosti pri izdelavi PVO študij. Ostajajo pa nejasnosti v zvezi s sektorskimi poročili po posameznih področjih okolja oz. nejasnosti znotraj posameznih strok glede

pristopa k izdelavi omenjenih študij. Gre predvsem za vprašanje sistematičnosti pristopov in za univerzalnejše opredelitve kriterijev vrednotenja prostora ter za izpopolnitev potrebne digitalne podatkovne baze. To bi pripomoglo k racionalnejšemu delu, predvsem bi zmanjšali porabo časa in denarnih sredstev. V praksi se namreč pojavlja velik razkorak med zahtevami investitorjev PVO študij in med razpoložljivimi finančnimi sredstvi, časom ter podatkovno bazo, ki jo investitorji nudijo. Predvsem slednja onemogoča kvalitetno obdelavo problematike, zavira pa tudi potek raziskovalnega dela ter uporabo rezultatov in metod znanstvenih raziskav.

Gotovo ta problem kratkoročno še ne bo rešen, vendar pa raziskovalna naloga, katere izdelava je bila posledica omenjenega stanja, nakazuje nekatere rešitve. Vnaša predvsem sistematičnost v izdelavo gozdarskih sektorskih PVO študij, hkrati pa opredeljuje kriterije vrednotenja funkcij gozda. Jasen koncept nakazuje, kako se je v bodoče mogoče nekoliko bolj rutinsko lotevati izdelave študij PVO, opredeljuje pa tudi zahtevano podatkovno bazo, ki jo bo potrebno sistematično dopolniti.

Omenjene metodologije v celoti še nekaj časa ne bodo uporabne, saj je trenutna vsebina podatkovnih baz preskromna. Bodo pa poleg študij PVO za gozdni prostor dolgoročno koristne tudi pri opredeljevanju nacionalne strategije razvoja gozdov, predvsem pri obravnavi ranljivosti funkcij gozda, opredeljevanju regijskega in nacionalnega gospodarskega razvoja, prostorske bilance (oblikovanje razmerja med kmetijskimi, gozdnimi in urbanimi površinami) ter pri simulaciji razmer v gozdni krajini ob različnih variantnih rešitvah predlaganih posegov.

5 SUMMARY

The increasing need for Environmental Impact Assessment (EIA) reports and shortcomings of EIA studies to date have been the occasion for the Slovenian Forestry Institute to undertake a research project aimed at eliminating the shortcomings and systemizing the content and methodology of the EIA for the forest landscape. The project is divided into two parts: the methodology for the

assessment of the vulnerability of forest landscape and the methodology for the assessment of environmental impacts on the forest. Both methodologies provide a strong basis for future professional decisions on the development of the forest landscape.

In this project, we derive from the presumption that *environmental vulnerability* is "an assessment of the state of the landscape which from the viewpoint of environmental requirements reveals the sites that are less appropriate for encroachments or for establishing an activity projected in that area." (MARUŠIČ 1996). We have developed a forest evaluation methodology which defines indicators for the assessment of the forest in view of the vulnerability of its functions due to encroachments. By evaluating the factors that define the forest functions and by using the map overlapping method (overlapping of vector layers in the software package Arc/Info) we can determine the level of vulnerability of the forest landscape. This method has also been so simplified that it now makes use of already defined functions.

The methodology of impact assessment on forests in turn defines indicators which show the current state of the forest and a model for the evaluation of these indicators. The given values are the basis for the impact assessment on the forest. Based on the expected impact, an evaluation of the values is also given after the encroachment. A statistical evaluation of the results permits a comparison of the state before and after the encroachment. The difference is an indication of the intensity of the encroachment and offers a basis for determining its acceptability.

6 VIRI

ANKO, B., 1979. Problematika valorizacije funkcij gozdnega prostora. - Samoupravna interesna skupnost za gozdarstvo SR Slovenije, Ljubljana.

ANKO, B., 1995. Funkcije in vloge gozda. - Skripta. Oddelek za gozdarstvo, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, 182s.

BRASSEL, P., 1995. Assessment of non-productive forest functions in the Swiss national forest inventory (NFI). - The Monte Verita conference on forest survey designs "Simplicity versus efficiency" and assessment of non-timber resources, May 2-7, 1994, Monte verita, Ascona, Switzerland, Swiss federal institute for forest, snow and landscape research, Birmensdorf.

KOŠIR, Ž., 1976. Zasnova uporabe prostora - Gozdarstvo. - Vrednotenje gozdnega prostora po varovalnem in lesnoproizvodnem pomenu na osnovi naravnih razmer. Zavod SR Slovenije za družbeno planiranje in Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti, Ljubljana, 147s.

KUDJELKA, W. / SINGER, F., 1988. Richtlinien für Waldentwicklungsplan. - Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft, Wien.

MARUŠIČ, J., 1994. Prostorsko naravnane študije ranljivosti okolja na republiški in občinski ravni. - Inštitut za krajinsko arhitekturo, Biotehniška fakulteta, Ljubljana.

MARUŠIČ, J., 1996. Študija ranljivosti za prostorski plan Slovenije. Zasnova modelov ranljivosti okolja za turizem in rekreacijo. - Poročilo II. faze. Priloga: Pojasnjevalno besedilo pripravljeno za delavnico in dodelavo modelov ranljivosti v septembru 1996. Inštitut za krajinsko arhitekturo, BF in Urad za prostorsko planiranje, MOP, Ljubljana, 31s. in priloge.

MKGP (Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS), 1995. Navodila za določitev in vrednotenje funkcij gozdov v gozdnem prostoru. - Delovno gradivo. MKGP, Ljubljana.

MKGP (Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS), 1997. Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih. - Delovno gradivo. MKGP, Ljubljana.

OGULIN, A. / ŠUBIC, A., 1996. Uporaba GIS pri presojah vplivov posegov v gozdni prostor. - V: Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 1995-1996.

Zbornik referatov simpozija, Ljubljana, 28.-29. november 1996, Zveza geografskih društev Slovenije in Zveza geodetov Slovenije, s.93-98.

Splošno združenje gozdarstva Slovenije, 1989. Razmišljanja o vključevanju prostorskega (krajinskega) vidika v območno gozdnogospodarsko načrtovanje. - Splošno združenje gozdarstva Slovenije, Ljubljana.

ŠPES, M. s sod. 1996. Študija ranljivosti okolja (Vsebina in metodologija kot osnova za pripravo podzakonskega akta). - Inštitut za geografijo, Ljubljana, 73s.

ŠUBIC, A., 1996. Presoja vplivov na okolje pri posegih v gozdni prostor. - Gozdarski vestnik, 54, 10, s.474-479.

WULLSCHLÄGER, E., 1982. Die Erfassung der Waldfunktionen. - Berichte, Eidgenössische Anstalt für forstliche Versuchswesen, Birmensdorf, 79s.

Navodila o metodologiji za izdelavo poročila o vplivih na okolje. - Uradni list RS št. 70/96.

Uredba o vrstah posegov v okolje, za katere je obvezna presoja vplivov na okolje. - Uradni list RS št. 66/96.

Zakon o gozdovih. - Uradni list RS št. 30 - 1299/93.

Zakon o varstvu okolja. - Uradni list št. 32/93.

GDK 907.11 Harz:581/587

UMWELTBEOBACHTUNG IM NATIONALPARK HARZ: MONITORING VON WALDÖKOSYSTEMEN DURCH INTEGRATION TERRESTRISCHER AUFNAHMEN, FERNERKUNDUNG UND GIS

Alparslan Akça* , Axel Pahl**

Zusammenfassung

Für den 1993 in Niedersachsen eingerichteten Nationalpark Harz wird ein Konzept zum Aufbau eines mehrstufigen Monitoringsystems vorgestellt, das auf der Erfassung von raumbezogenen, den Zustand der betrachteten Ökosysteme und Ökosystemkomplexe beschreibenden Parametern durch terrestrische Datenaufnahme und auf der Auswertung von Luft- und Satellitenbilddaten basiert. Das mehrstufige Monitoringsystem und ein Informationssystem, das einen einfachen Zugriff auf fachbezogene, räumlich und zeitlich differenzierte Datenbestände über das Gebiet des Nationalparks ermöglicht, sind wesentliche Elemente eines umfassenden Managementsystems. Geo-Informationen und Geo-Informationssystem bilden die Grundlage für landschaftsanalytische Auswertungen auf der Ebene des Nationalparks und die Umsetzung landschaftsökologischer Erkenntnisse in eine ökologische Planung.

Schlüsselwörter: Nationalpark Harz in Niedersachsen, Luftaufnahme, Fernerkundung, Monitoringsystem, GIS (geographisches Informationssystem)

OPAZOVANJE OKOLJA V NARODNEM PARKU HARZ: MONITORING GOZDNIH SISTEMOV Z INTEGRACIJO POSNETKOV NA TERENU, DALJINSKEGA ZAZNAVANJA IN GEOGRAFSKEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA.

Izvleček

Za narodni park Harz na Spodnjem Saškem je predstavljen koncept za zgraditev večstopenjskega sistema monitoringa, ki temelji na parametrih terenskih posnetkov in izvednotenja fotogrametričnih in satelitskih posnetkov, ki se nanašajo na značilnosti ekosistemov in ekosistemskih kompleksov. Večstopenjski sistem monitoringa skupaj s posebnim informacijskim sistemom predstavlja glavne elemente obsežnega sistema upravljanja. Tako sama geoinformacija kot tudi geografski informacijski sistem so temelj za iskanje informacij na ravni narodnega parka in sta pomembna za ekološko načrtovanje.

Ključne besede: narodni park Harz na Spodnjem Saškem, fotogrametrija, daljinsko zaznavanje, sistem monitoringa, GIS

* Prof. Dr., Professur für Waldinventur und Fernerkundung, Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Georg-August Universität Göttingen, Büsgenweg 2, 37073 Göttingen

** Diplom-Forstwirt, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Georg-August Universität Göttingen, Büsgenweg 2, 37073 Göttingen

1 EINLEITUNG

Der Schutz von Tier- und Pflanzenarten, von Ökosystemen und Ökosystemkomplexen ist die traditionelle Aufgabe des Naturschutzes. Die Verwirklichung formal, organisatorisch und technisch notwendiger Rahmenbedingungen sowie die Entwicklung und Anwendung von Methoden, die den Naturschutz in die Lage versetzen, Zustandserfassungen, Analysen und Bewertungen von Landschaftszuständen, Nutzungen, von Nutzungskonflikten und Belastungen durchzuführen und dynamische Anpassungen von Entwicklungszielen und Planungen vorzunehmen, sind Voraussetzung dafür, daß der Naturschutz seine Interessen effektiv durchsetzen kann [1].

Der Aufbau eines Geo-Informationssystems als ein zentrales Element des Managementsystems dient der Erfassung und Integration heterogener raumbezogener Fachdaten, der Verwaltung, der Analyse und Visualisierung raumbezogener Datenbestände [2]. Für die Überwachung raum- und zeitbezogener Veränderungen der Landschaft des Nationalpark Harz, müssen Verfahren entwickelt werden, die geeignet sind, operational großräumig vergleichbare, flächendeckende und aktuelle Daten über die Landschaft zu erfassen. Die Methode der Datenerfassung und -verarbeitung muß eine direkte Übernahme der aktuellen Daten in das Geo-Informationssystem ermöglichen. Der Informationsbedarf kann durch die Auswertung multitemporaler und multispektraler Fernerkundungsdaten unterschiedlicher Sensoren unter Einbeziehung von fachbezogenen Geo-Informationen erfüllt werden [3].

2 NATIONALPARK HARZ

Der Nationalpark Harz soll natürliche und naturnahe Ökosysteme in ihrem Bestand sichern und deren ungestörte Entwicklung gewährleisten. Verschiedene Bereiche des Nationalpark Harz werden aber auch in Zukunft direkt und indirekt durch Faktoren wie Tourismus, Verkehr, Schadstoffeintrag aus der Luft und Randwirkungen, die von angrenzenden Flächen ausgehen, anthropogen beeinflußt. Aktuell finden sich auf nur 69% der Fläche des Nationalpark Harz naturnahe Ökosysteme. Künstlich begründete Fichtenreinbestände auf

Standorten, die natürlich eine andere Baumartenzusammensetzung zeigen würden, bilden großflächige, nicht naturnahe Ökosysteme. Durch gezielte waldbauliche Maßnahmen sollen diese nicht naturnahen Waldbestände umgewandelt und die Entwicklung der natürlichen Vegetation und Strukturvielfalt gefördert werden. Aufgrund des Alters der Fichtenbestände wird der Waldumbau mehrere Jahrzehnte andauern.

3 GEO-INFORMATIONSSYSTEM

3.1 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

Der Aufbau eines Geo-Informationssystems für den Nationalpark Harz ist aufgrund der flächenmäßigen Ausdehnung und der Vielzahl an heterogenen, raumbezogenen Fachdaten, die in unterschiedlicher Art und Weise integrativ für die Lösung von Aufgaben der Nationalparkverwaltung ausgewertet werden müssen, unbedingt erforderlich. Die Verwaltung von Informationen über die räumliche Verteilung unterschiedlicher Ökosysteme und Ökosystemtypen, von zustandsbeschreibenden Merkmalen und die Durchführung analytischer Untersuchungen über räumliche und zeitliche Zustandsveränderungen im Landschaftsökosystem erfordern den Einsatz moderner GIS-Technologie. Auf der Grundlage von Anwendungen des Geo-Informationssystems können Bewertungen von Landschaftszuständen, die heterogenes Fachwissen über Landschaftsökosysteme und sozio-ökonomische Einflußfaktoren umfassend einbeziehen, vorgenommen und bei Prognosen und Simulationen, konkreten Planungen und im Rahmen der Erfolgskontrolle durchgeführter Maßnahmen eingesetzt werden. Das Ziel der Datenerfassung, die Methode der Datenerhebung und Datenaufbereitung, der Erfassungsmaßstab und die Aktualität der Daten der unterschiedlichen Informationsebenen im Geo-Informationssystem muß für den Anwender transparent sein, damit die Datenbestände in einem geeigneten Kontext angewendet werden. Das System sollte einen Anwender bei Anforderung einer Informationsbereitstellung über die Gültigkeit der vorhandenen Methode und der benötigten Daten in Kenntnis setzen, bevor der Prozeß der Datenerzeugung angestoßen wird.

3.2 DATENINTEGRATION

Die Übernahme des Digitalen Landschaftsmodells ATKIS DLM 25/1¹ in das Geo-Informationssystem ist erforderlich, weil das ATKIS mit hoher geometrischer Genauigkeit flächendeckend topographische Informationen über die Landschaft bereitstellt. Als digitales Geländemodell steht das DGM 50 mit einer Rasterweite von 50 m zur Verfügung. Ein qualitativ hochwertiges Geländemodell mit einer Rasterweite von 12.5 m, das DGM 5 wird zur Zeit erstellt. Die digitalen Geländemodelle sind die Grundlage für die Ableitung von Reliefparametern, die für landschaftsökologische Analysen erforderlich sind. Darüber hinaus werden aus den Geländemodellen Parameter hergeleitet, die zur Geokodierung und Korrektur der Einstrahlung in die Auswertung der Fernerkundungsdaten einbezogen werden.

Mit der Bodenkundliche Standortkarte (BSK 200), der Bodenübersichtskarte (BÜK 50) und der Forstliche Standortkartierung stehen im Niedersächsische Bodeninformationssystem (NIBIS²) flächendeckende Informationen über den Boden in digitaler Form zur Nutzung zur Verfügung. Die Geologische Karte im Maßstab 1:25000 sowie Nutzungsarten aus historischen topographischen Karten sind für Teilflächen digital verfügbar. Die Ergebnisse der landesweiten Biotopkartierung und andere raumbezogene Fachdaten des Naturschutzes werden zur Zeit in digitaler Form aufbereitet³.

Waldflächenbezogene Daten, die für die Umsetzung des waldbaulichen Konzeptes von entscheidender Bedeutung sind, werden im Zuge der Realisierung des Niedersächsischen Forstlichen Informationssystems NIFIS⁴ in digitale Form überführt. Für Teilgebiete des Harzes existieren außerdem historische Forstkarten, die wichtige Informationen für die Analyse der bisherigen Waldbehandlung enthalten.

¹ Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem

² Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (NLfB)

³ Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (NLÖ)

⁴ Niedersächsisches Forstplanungsamt

3.3 LANDSCHAFTSANALYSE UND BEWERTUNG

Das Geo-Informationssystem dient der Untersuchung der sich aus dem Nebeneinander unterschiedlicher Ökosysteme und von Ökosystemzuständen, Flächengrößen und -formen, standortbedingenden Faktoren wie Geologie, Boden, Klima, Hangneigung und Exposition und Nutzungsintensitäten ergebenden Landschaftstrukturen. Die Analyse muß die räumliche Lage der unterschiedlichen Funktionsbereiche wie z.B. von Wasserschutzgebieten oder Erholungsgebieten berücksichtigen, um die von Teilsystemen zu erfüllenden multifunktionale Nutzungsansprüche quantifizieren zu können und Nutzungskonflikte zu identifizieren. Ausgehend von der retrospektiven Auswertung von Fernerkundungsdaten und historischen Daten der Fachverwaltungen können Ursachen und die Dynamik von Zustandsveränderungen erkannt werden und in die Entwicklung von Prognosemodellen einfließen.

Die naturschutzfachliche Bewertung ist notwendig, um im Rahmen einer differenzierten Planung die erforderlichen Maßnahmen zum Schutz und zur Entwicklung der Landschaft durchführen zu können [1]. Auf der Grundlage des Geo-Informationssystems werden Methoden entwickelt, die zu synoptischen, heterogene Fachdaten integrierenden, einfachen und reproduzierbaren Bewertungsansätzen führen. Lokale und regionale Besonderheiten der Landschaft müssen bei der Bewertung berücksichtigt werden. Ein Ziel der Forschungsarbeiten ist, verstärkt quantitative und räumlich differenzierte Zustandsgrößen in die Bewertung einfließen zu lassen.

4 MONITORING IM NATIONALPARK HARZ

4.1 ZIELE UND AUFGABEN EINES OPERATIONALEN MONITORING

Ziel eines operationalen Monitoring im Nationalpark Harz ist es, langfristig die räumliche und zeitliche Dynamik von Zustandsänderungen der Landschaft und der sie bildenden Ökosysteme flächendeckend oder zumindest flächenrepräsentativ zu erfassen. In Zukunft werden verschiedene Fachdiszi-

plinen fachspezifische Monitoringprogramme im Nationalpark z.B. zur Überwachung des Bodenzustandes, der Bodenvegetation, von Moosen, Flechten oder Tierarten durchführen, deren Koordination durch die Nationalparkverwaltung Wissen über die Struktur des Landschaftsökosystems voraussetzt. Für die Überwachung von Medien wie Luft, Wasser und Boden stehen Methoden zur Verfügung, die eine kontinuierliche Meßwertaufzeichnung ermöglichen. Die Methoden der medialen Umweltbeobachtung müssen um Verfahren erweitert werden, mit denen operational in relativ kurzen Perioden aktuelle Informationen über die Landoberfläche und den Zustand von Vegetationsformen und Landnutzungen gewonnen werden können.

Die horizontale und vertikale Raumstruktur, Standortfaktoren wie Exposition, Hangneigung und Einstrahlung oder abgeleitete Größen wie die Diversität eines Ökosystems oder einer Landschaft sind als Indikatoren für eine Analyse des Zustands von Landschaftsökosystemen von Bedeutung [1]. Die Kenntnis der vorhandenen Ökosysteme und Ökosystemtypen, deren Größe und räumliche Verteilung ist für die Einschätzung des Potentials an Lebensgemeinschaften und die Gefährdung vorhandener Lebensgemeinschaften erforderlich [4].

Für die Waldökosysteme, die den überwiegenden Teil des Nationalparkgebietes bedecken, werden differenzierte Informationen über Zustandsgrößen wie die Baumartenverteilung, die Alterstufen, biotische und abiotische Schäden und deren zeitliche und räumliche Veränderung benötigt. Die gleichförmige Horizontal- und Vertikalstruktur künstlich begründeter Waldbestände wird sich ohne den Einfluß von Bewirtschaftungsmaßnahmen verändern. Als Folge biotischer und abiotischer Einwirkungen werden sich langfristig Wälder entwickeln, deren Verteilung, Artenzusammensetzung und Struktur wieder stärker durch natürliche Standortfaktoren bedingt ist.

Aufgabe des Monitoring⁵ ist die langfristige, methodisch vergleichbare Aufnahme von Variablen, die geeignet sind, Veränderungen der Umwelt zu

⁵ Monitoring für den Naturschutz wird definiert als "Messung und Beobachtung an Elementen der Biozönose und des Biotops in Raum-Zeitserien, die geeignet sind, an den Zielen von Naturschutz und Landschaftspflege orientierte Aussagen über den Zustand der Umwelt und deren Änderungen zu treffen". [5]

erkennen und zu bewerten. Daten über die Landschaft können als Sekundärdatenbestände aus den Fachsystemen übernommen und durch terrestrische Inventuren und die Auswertung von Fernerkundungsdaten zielorientiert erhoben werden. Veränderungen der Landschaft und der sie bildenden Teilsysteme müssen durch geeignete Methoden der Zustandserfassung erkannt und im Informationssystem der Nationalparkverwaltung abgebildet werden. Das Monitoring ist damit eine Grundlage für die Analyse von Landschaftszuständen und von Ursachen und Wirkungen beobachteter Veränderungen. Die Bewertung und Kontrolle von Landschaftszuständen und von Auswirkungen vollzogener Maßnahmen sind Voraussetzung für zielgerichtete, integrale Planungen und dienen der Umsetzung von Ergebnissen des Monitoring im Nationalparkmanagement (Fig. 1).

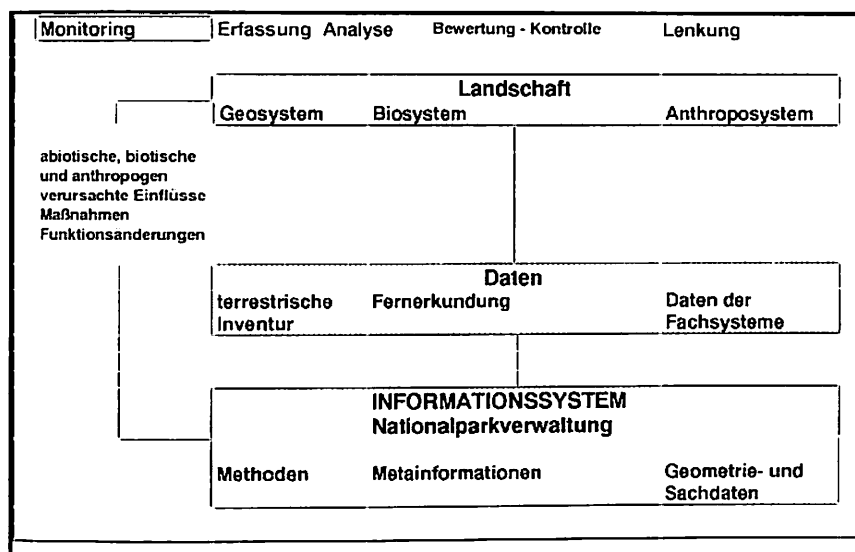


Fig. 1: Erfassung und Integration von Daten über die Landschaft und deren Teilsysteme in ein Informationssystem

Slika 1: Zajemanje in integriranje podatkov o krajini in njenih podsistemih v informacijski sistem

4.2 SATELLITENBILDAUSWERTUNG

Die flächendeckende Aufnahme der aktuellen Landschaftsstruktur kann auf der Grundlage der Auswertung von Fernerkundungsdaten der operational arbeitenden Systeme SPOT und Landsat TM durchgeführt werden. Daten dieser Sensoren sind darüber hinaus für eine retrospektive Auswertung geeignet. Auch unter der Einschränkung, daß nur vergleichsweise wenige Aufnahmen den Anforderungen an Datenqualität und Aufnahmezeitpunkt genügen, stellen Fernerkundungsdaten die einzige Möglichkeit dar, Landschaftszustände in relativ kurzen Zeitabständen auf regionaler Ebene zu erfassen und zu dokumentieren.

Die Untersuchung der Eignung von MOMS-2P Daten für Fragen der Zustandserfassung und Überwachung der Landschaft, ist aus wissenschaftlicher Sicht das Hauptziel des Forschungsprojektes. Der Harz ist wegen der reliefbedingt hohen Vielfalt an unterschiedlichen Standorten, der Waldverteilung, aufgrund der bereits vorhandenen digitalen raumbezogenen Informationen und in Folge des hohen Informationsbedarfes über die Landschaft ein besonders geeignetes Untersuchungsgebiet für die Anwendung von Fernerkundungsdaten des MOMS-P2. Die höhere räumliche Auflösung und die Möglichkeit stereoskopischer Aufnahmen machen Datenprodukte des MOMS-P2 für Anwendungen der Umweltbeobachtung allgemein sowie für fachspezifische Aufgaben wie Waldinventuren besonders interessant.

Eine Verbesserung der Ergebnisse der rechnergestützten Satellitenbildauswertung wird durch die Einbeziehung von raumbezogenen Informationen des Geo-Informationssystems auf unterschiedlichen Ebenen der digitalen Bildverarbeitung erwartet. Die Fachdaten des Geo-Informationssystems können z.B. für die Geokodierung, für die Bildung von Bildmasken, zur Erzeugung thematischer Rasterdatensätze, als Zusatzkanal für die Klassifizierung oder zur Korrektur der Einstrahlungsverhältnisse herangezogen werden. Von besonderem Interesse ist außerdem eine Verbesserung und Operationalisierung der Verifikation von Klassifikationsergebnissen durch Einbeziehung von Informationen des Geo-Informationssystems.

4.3 LUFTBILDAUSWERTUNG

Die zweite Stufe der Datenerhebung basiert auf der Auswertung von CIR-Luftbildaufnahmen. Für das Gebiet des Nationalpark Harz ist dabei eine flächendeckende Aufnahme mit CIR-Luftbildern im Maßstab 1:6000 bis 1:10000 vorgesehen, um den Ausgangszustand bei Einrichtung des Nationalparks zu dokumentieren. Die zusätzliche Aufnahme kleinmaßstäbiger Luftbilder aus einer Hochbefliegung würde die Datenbasis durch die Möglichkeit, vergleichende Untersuchungen außerhalb des Nationalparkgebietes durchzuführen, optimieren. Die geplante terrestrische Datenaufnahme auf den in einem systematisch angelegten Gitter permanent markierten Probekreisflächen, kann durch temporäre oder permanente Luftbildstichproben verdichtet werden. Die Luftbildauswertung wird darüber hinaus für die Regionalisierung von terrestrisch nur punktuell erhobenen Daten benötigt.

Auf Dauerbeobachtungsflächen unterschiedlicher Größe, die nach Möglichkeit repräsentativ die im Nationalpark Harz auftretenden Ökosysteme umfassen, werden detaillierte Parameter über die Horizontal- und Vertikalstruktur der Ökosysteme erhoben. Die Daten werden durch Luftbildinterpretation und photogrammetrische Luftbildauswertung erfaßt, aufbereitet und in das Geo-Informationssystem integriert (Fig. 2).

Die Dauerbeobachtungsflächen werden in Abstimmung zwischen der Nationalparkverwaltung und Fachwissenschaftlern eingerichtet. Dauerbeobachtungsflächen können beispielsweise kleinräumig auftretende Ökosysteme vollständig erfassen oder auch einen repräsentativen Ausschnitt aus einem ausgedehntem Ökosystem darstellen. Als Kriterien für die Ausscheidung von Dauerbeobachtungsflächen kommen landschaftsökologische Faktoren wie Bodentyp, Exposition, Hangneigung und Klima in Betracht. Die Identifizierung von Suchräumen, die eine potentielle Eignung für die Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen haben, wird durch analytische Auswertungen mit dem Geo-Informationssystem unterstützt.



Fig. 2: Differenzierung von Flächenobjekten des ATKIS mit Hilfe der analytischen Luftbildauswertung (breite Linien = ATKIS DLM, schmale Linien = Auswertung von CIR-Luftbildern M 1:10000, Graustufen = Flächenobjekte der CIR-Luftbildauswertung)

Slika 2: Diferenciranje ploskovnih objektov ATKIS s pomočjo analitičnega izrednotenja fotogrametričnih posnetkov (debele črte=ATKIS DLM), tanke črte=izrednotenje fotogrametričnih posnetkov CIR M 1:10000, stopnje sivosti=ploskovni objekti izrednotenja ploskovnih objektov iz fotogrametričnih posnetkov Cir.

Untersuchungen im Bereich der Dauerbeobachtungsflächen über in der Vergangenheit entstandene Änderungen der Baumartenzusammensetzung, von Mischungsformen und Konkurrenzverhältnissen können auf Basis der Auswertung von Luftbildern aus den Archiven des Landesvermessungsamtes und der Forstverwaltung, die in ungleichen Perioden den Zustand während der vergangenen 50 Jahre dokumentieren, durchgeführt werden. Einflüsse auf die Bestandesentwicklung durch abiotische und biotische Faktoren und durch

Bewirtschaftungsmaßnahmen können beispielsweise über die Aufnahme von Baumpositionen objektiv aufgezeigt werden.

Nach terrestrischer Kontrolle und Integration der Ergebnisse der Luftbildauswertung in das Geo-Informationssystem können diese Daten zur Unterstützung bei der Festlegung von Musterklassen für die Klassifikation von Satellitenbildern und für die Verifizierung von Klassifikationsergebnissen eingesetzt werden.

4.4 TERRESTRISCHE DATENERHEBUNG

Die dritte Stufe des Monitoring-Konzeptes für den Nationalpark Harz bildet die terrestrische Datenaufnahme im Bereich der Dauerbeobachtungsflächen und auf einem Netz von systematisch im 500 x 500 m Raster verteilten Probekreisflächen (Fig. 3). Der Mittelpunkt der Probekreisflächen wird permanent markiert, womit die Aufnahme identischer Probekreisflächen bei einer Wiederholungsinventur gewährleistet ist.

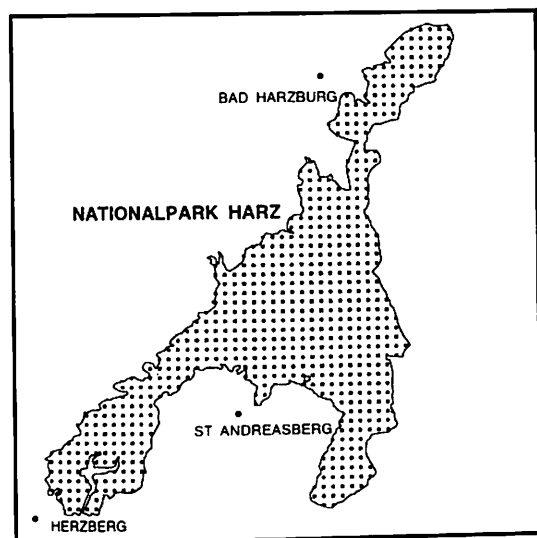


Fig. 3: Systematische Verteilung permanenter Probekreise im Abstand von 500 * 500 Metern

Slika 3: Sistematična porazdelitev stalnih poskusnih krogov v razdalji 500x500 m

Durch die terrestrische Datenaufnahme auf den permanenten Probekreisen und den Dauerbeobachtungsflächen werden Parameter zur Bodenvegetation, Verjüngung, Baumschicht und zum Totholz erhoben und außerdem bei der Baumschicht wie auch beim Totholz die Position erfaßt (Fig. 4). Die Dimensionsbestimmung der vitalen Bäume und des Totholzes sowie die daraus abgeleiteten Kennwerte dienen dem Vergleich der Entwicklung von Waldbeständen im Nationalpark mit denen der bewirtschafteten Wälder und geben darüber hinaus Hinweise auf die Entwicklungsstufe oder das Sukzessionsstadium der Wälder.

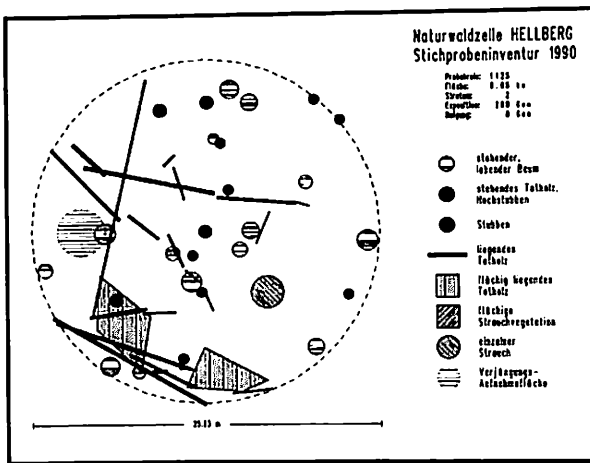


Fig. 4: Beispiel für die Datenaufnahme und Darstellung auf einem permanenten Probekreis

Slika 4: Primer snemanja in predstavitve podatkov na stalnem poskusnem krogu

5 AUSBLICK

Die Einrichtung des Nationalpark Harz eröffnet die Möglichkeit, die vorgeschlagenen Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Umweltbeobachtung mit Hilfe der Fernerkundung und der Anwendung von Geo-Informationssystemen orientiert an praxisnahen Anforderungen durchzuführen.

Für den Nationalpark besteht in besonderer Art und Weise ein Bedarf an operationalen Methoden der Zustandserfassung und -überwachung sowie an leistungsfähigen Werkzeugen, die eine Integration von heterogener Fachdaten für raumbezogene Analysen, Bewertungen und Planungen ermöglichen.

Die Nationalparke des Harzes können nicht isoliert von der umgebenden Landschaft gesehen werden, da die unter Schutz gestellten Bereiche zumindest in den Randbereichen in vielfältiger Wechselwirkung zu den nicht geschützten Ökosystemen stehen. Gerade die Einbindung von Fernerkundungsdaten in das Monitoring-Konzept, erlaubt die operationale Erfassung von Daten über die Landschaft des Harzes. Ein über die Nationalparkgrenzen hinausgehendes Monitoring und ein Informationssystem das über den Harz insgesamt Daten bereitstellt, kann langfristig einen Vergleich der Entwicklungen der Landschaft innerhalb und außerhalb der Nationalparkgrenzen ermöglichen. Die Übertragbarkeit von Erkenntnissen über die Entwicklung einer vom Menschen nur noch wenig beeinflussten Landschaft auf die nicht besonders geschützten Lebensräume, ist notwendig, um eine naturverträgliche, auf Nachhaltigkeit aller Funktionen ausgerichtete Nutzung dieser Gebiete durchzusetzen.

6 IZGLEDI

Ureditev narodnega parka Harz odpira možnosti, da s pomočjo daljinskega zaznavanja in uporabe geo-informacijskega sistema usmerjamo raziskovalno delo in opažanja okolja in tako izpolnimo pričakovanja prakse. Narodni park še posebno potrebuje uporabne metode zajetja in nadzora stanja, kakor tudi učinkovita orodja za integriranje raznovrstnih strokovnih podatkov, ki jih potrebujemo za nalizo prostora in za načrtovanje.

Narodnega parka Harz ne moremo videti ločenega od krajine, v kateri se nahaja, ker vsaj na njegovem robu nastajajo mnogovrstna medsebojna vplivanja zavarovanih in nezavarovanih ekosistemov. Prav povezava podatkov daljinskega zaznavanja v zasnovo monitoringa omogoča zajetje uporabnih podatkov o krajini Harza. Monitoring in informacijski sistem, ki sega tudi čez meje narodnega parka, omogoča dolgoročno primerjavo razvoja krajine znotraj in zunaj meja parka.

Spoznanja o krajini ki še ni pod močnim vplivom človeka, so potrebna za trajnost izrabe vseh funkcij prosatora, ki ni posebej zavarovan.

7 REFERENZEN

[1]PLACHTER, H. 1991: Biologische Dauerbeobachtung in Naturschutz und Landschaftspflege. Laufener Seminarbeiträge. Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege. H. 7/91, S. 7-29.

[2]BILL, R., FRITSCH, D. 1991: Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Wichmann Verlag, Karlsruhe. Band 1. S. 414

[3]GÜNTHER, O., RIECKERT, W.F. (Hrsg.) 1992: Wissensbasierte Methoden zur Fernerkundung der Umwelt. Wichmann Verlag, Karlsruhe. S. 216

[4]LENZ, R., RIEDEL, B. u. VOERKELIUS, U. 1990: Landschaftsanalyse mittels Ökosystemtypen und -potentialen und ihre Bedeutung für die Planung. Landschaft + Stadt. 22. Jg., H. 3, S. 84-87.

[5]SUKOPP, H., SEIDEL, K. u. BÖCKER, R. 1986: Bausteine zu einem Monitoring für den Naturschutz. Berichte Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege. H.10, S. 27-39.

GDK 524.6 : 56 : UDK 519.86 / .87

MODELLING A FOREST STAND TO SUPPORT A FOREST INVENTORY PLAN

Tono KRUŽIĆ *

Abstract

In this paper the author demonstrates the digital modelling of a forest stand using some preliminary information. The model is actually a database in which every piece of data is information about a single tree. Given the tree coordinates, one can easily simulate the various methods of forest sampling.

Key words: Forest stand modelling, Poisson's forest, sampling simulation, forest inventory plan

MODELIRANJE GOZDNEGA SESTOJA KOT PRIPOMOČEK PRI NAČRTOVANJU GOZDNE INVENTURE

Izvleček

V prispevku avtor demonstrira digitalni model gozdnega sestoja z uporabo nekaterih predhodnih informacij. Model je podatkovna baza v kateri je vsak podatek informacija o posamičnem drevesu. Z znanimi drevesnimi koordinatami je mogoče enostavno simulirati načine gozdnega vzorčenja.

Ključne besede: modeliranje gozdnih sestojev, Poissonov gozd, simuliranje vzorčenja, načrt izmere gozda

* Dr. asistent, University of Zagreb, Faculty of Forestry, Svetošimunska 25, 10 000 Zagreb, Croatia

1. INTRODUCTION

The calculating ability of new computers is growing. We must constantly research new applications and we are aware that a forest inventory is not a simple sampling (PRANJIC 1987). The theories on the reliability of estimates in a forest inventory sample could be complicated (CUNIA 1965) especially if we use a non-equal sampling probability for a sampling area. PALLEY and O'REGAN (1961, 1965) were the first to use computer techniques to study forest sampling methods. After them came STERBA (1982) who used the same technique in Germany. The data for forest models were from a real forest (using coordinates and diameters of the trees). However, this was only useful for scientific research of methods. For practical everyday use, it was necessary to find ways of modelling that data (NEWNHAM 1968, NEWNHAM MALOLEY 1970). Following the NEWNHAM and MALOLEY (1970) computer program, which simulates a forest stand, MACKISACK and WOOD (1988, 1990) made a computer program for designing forest inventories which included the basal area variable (G) and the number of trees per hectare (N), but does not deal with the volume (V) yet.

2 AIM OF RESEARCH

We need further improvements in MACKISACK and WOOD's idea especially with regard to volume estimation, where we have to sample not only the area but also the height curve data.

3 METHODS

Our preliminary knowledge about the forest is the basis for using computers to design forest inventories. Information on variability is the most important because of its influence on the precision of an assessment. To model a forest we need to have:

- a) space information
- b) tree information

Basic space information is determined by measuring the density of a forest stand, which is the number of trees per unit area. Tree information is encompassed in the coordinates, the DBH, the height and the volume.

When modelling a forest, we use thousands of trees. The computer RAM is relatively limited so we need an algorithm which can read only a small part of the database written on a disk. Since a forest model is actually a database, the read part should concern information on all the trees belonging to an area or part of the real forest. We can achieve this by separating the forest area into small basic units. Every basic unit is referred to by two integer coordinates, $x-pik$ and $y-pik$ (Figure 1.).

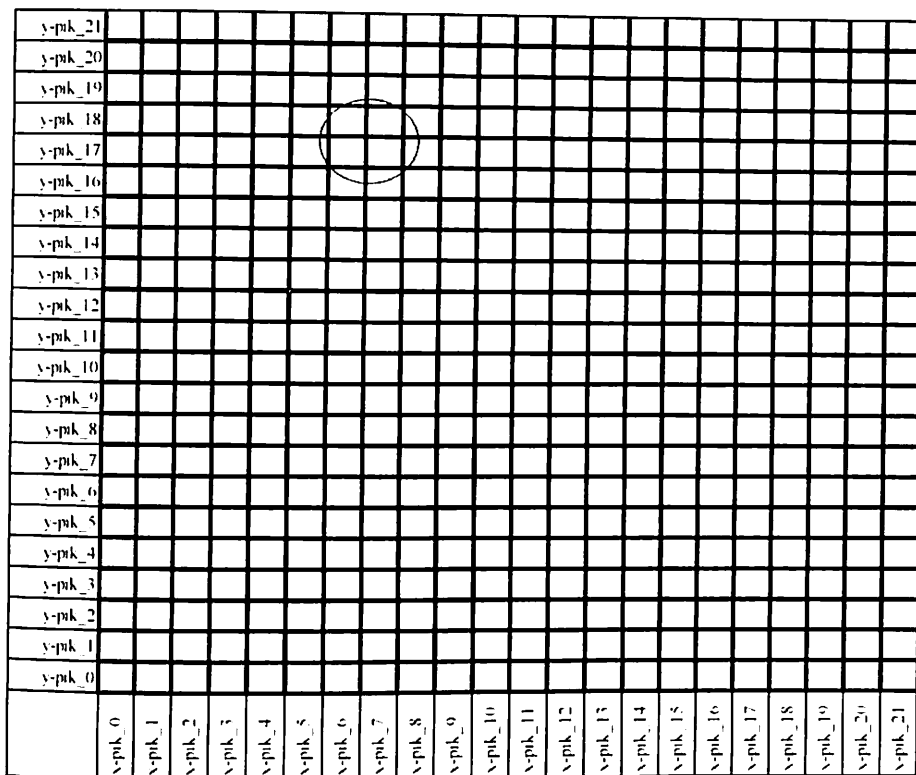


Figure 1: Separating the forest area into 22x22 small basic units and a simulation of an area sampling where the random circle is sample unit

Slika 1: Razdelitev gozdnega območja v temeljne enote (22 X 22 polj) in simuliranje vzorčenja, v katerem je slučajnostno izbrana krožna ploskev vzorčna enota

Using this technique we can load only one part of the tree database belonging to an area of forest where we are active into the RAM of a computer. For example from Figure 1., in order to simulate a circle-shaped sample unit, we need to determinate its catching the basic units: (4, 17), (4,18), (4,19), (5, 17), (5, 18), (5, 19), (6, 17), (6, 18), (6,19).

The size of a basic unit should be the same as the one in the preliminary sample.

- Modelling the space data

The number of trees (N) between the basic units should vary per basic unit area according to their distribution and the parameters of distribution. These parameters are determined from a preliminary sample. For example, supposing that this distribution is normal, we should then have two parameters:

\overline{N} - arithmetic mean of the number of trees per basic unit
 s_N - standard deviations of \overline{N}

Using the Monte Carlo method, we can then add the different N to each basic unit.

- Modelling tree data

a) Modelling the coordinates of each tree

At every basic unit we model N trees such that they are completely randomly distributed over its area, in the same way as it is done in the theoretical Poisson's forest (PUHEK 1993). Thus, each coordinate of a tree is a random number between 0 and the width of basic unit. In this way, we have made our forest model a composite made up of small Poisson's forests.

b) Modelling the DBH

To model the DBH of a tree we have to know its theoretical distribution and its parameters. Assuming that it is normal, we can model the DBH with the algorithm:

$$d_i = \bar{d} + u * s_d \quad (1)$$

d_i - DBH of i-th tree

\bar{d} - arithmetic mean of DBH (preliminary input information)

s_d - standard deviation of DBH (preliminary input information)

u - randomly determined variable of normal distribution

When an N number of DBH are modelled, we have to distribute them over the trees of the basic unit according to their space situation. If a tree has, for example, some 6-12 neighbours over a small distance then a smaller diameter must be assigned to that tree.

c) Modelling tree height

We can assign tree height by determining the preliminary parameters of a stand height curve. The mathematical model used may be Mihajlov's function:

$$h = b_0 * e^{-\frac{b_1}{d}} + 1.3 \quad (2)$$

$$h_i = b_0 * e^{-\frac{b_1}{d_i}} + 1.3 + u * s_{h,d} \quad (3)$$

h_i - modelled height of i-th tree

d_i - modelled DBH of i-th tree

b_0, b_1 - parameters of Mihajlov's functions (preliminary input information)

u - randomly determined variable of normal distribution

$s_{h,d}$ - standard deviation about the fitting line of Mihajlov's function

d) Modelling tree volume

We can assign tree volume by knowing the parameters of the two-entry tables regression model. The mathematical model used may be Schumacher-Hall's function:

$$\log v = \log A + B \cdot \log d + C \cdot \log h \quad (4)$$

$$\log v_i = \log A + B \cdot \log d_i + C \cdot \log h_i + u \cdot s_{\log v, \log d, \log h} \quad (5)$$

v_i - modelled volume of i-th tree

h_i - modelled height of i-th tree

d_i - modelled DBH of i-th tree

A, B, C - regression parameters of Schumacher-Hall's functions for a tree species

u - randomly determined variable of normal distribution

$s_{\log v, \log d, \log h}$ - standard deviation about the logarithmic fitting surface of Schumacher-Hall's function

Table 1: All data for modelling a beech forest by using the SIL_GEN program

Preglednica 1: Vsi podatki za modeliranje bukovega gozda ob uporabi SIL_GEN programa

Number of trees per ha:	462	ha ⁻¹
Coefficient of variation of numb. of trees per are	23.3	%
Arithmetic mean of DBH:	29.24	cm
Stand. deviation of DBH:	10.39	cm
Parameters of Schumacher-Hallo's regression model of two entry volume tables and its standard deviation about the logarithmic fitting surface (for beech tree species in Croatia)	log A= -4.477612 B= 2.024425 C= 1.032212 $s_{\log v, \log d, \log h}$ = 0.043192	
Parameters of Mihajlov's regression model of stand height curve and the standard deviation about the fitting line of it:	b0= 39.113209 b1= 12.073483 $s_{h,d}$ = 2.5127968	m
Area of basic unit:	1000	m ²
Width of basic unit	31.622777	m
Number of basic units 22x22:	484	

4 RESULTS OF MODELLING A FOREST

A computer program named SIL-GEN has been created to make a model of a forest. The program was created using QuickBASIC computer language. All input data are in Table 1.

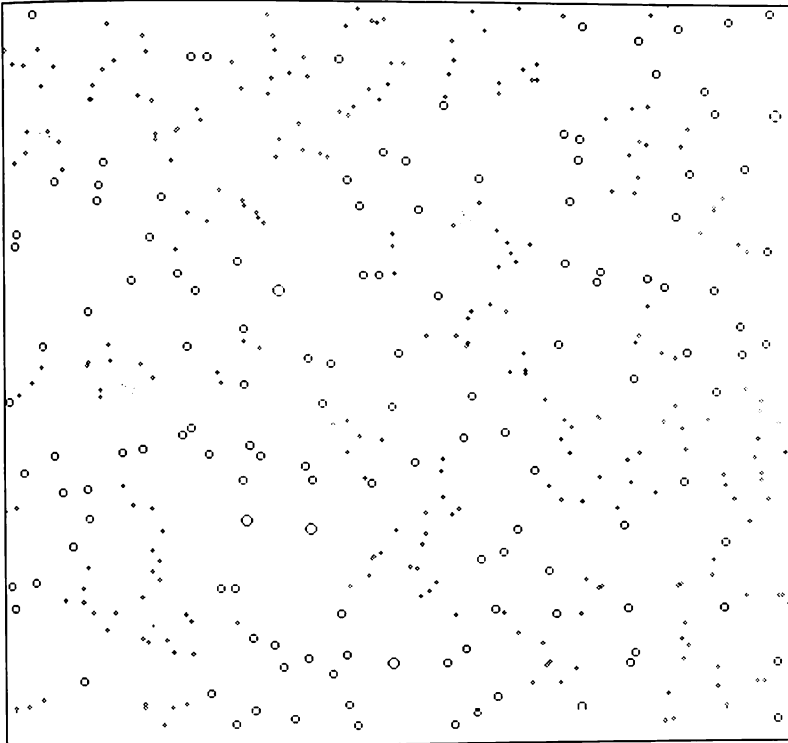


Figure 2: Part of the simulated beech forest model, showing the distribution of tree basal area

Slika 2: Del simuliranega modela bukovega gozda, ki kaže na razporeditev dreves

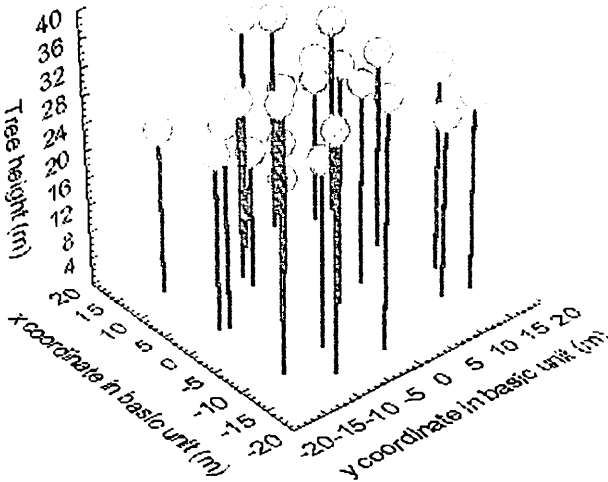


Figure 3: Part of the simulated beech forest model, showing the distribution of tree heights

Slika 3: Del simuliranega modela bukovega gozda, ki kaže višino dreves

The completed beech forest model is 40 square hectares and contains 18,818 trees, meaning that there are 18,818 records in the data base where each tree has the following variables: ordinal number, x-number of basic units, y-number of basic units, x-coordinate in basic units, y-coordinate in basic units, DBH, height and volume.

5 CONCLUSIONS

Given some preliminary information about a forest we can, using a computer, make digital models of the forest and use a similar type of program to simulate sampling. By using different sampling methods, we will be able to determine how many trees are needed.

6 ZAKLJUČKI

V primeru, da imamo nekaj predhodnih informacij o gozdu lahko z uporabo računalnika naredimo digitalen model zanj kot tudi podoben program za simulacijo vzorčenja; z uporabo različnih načinov vzorčenja lahko ugotovimo kateri je zadosten za naše potrebe.

7 REFERENCES

CUNIA, T., 1965. Some theory on reliability of volume estimates in a forest inventory sample.- For. Sci., 11, pp. 115-128.

MACKISACK, M. S. / WOOD, G. B., 1988. FPS-SIM; User Guide to the Forest Point Sampling Simulation Package (Version 1). Dept. of Forestry, Australian National University, Canberra, 146 pp.

MACKISACK, M. S. / WOOD, G. B., 1990. Simulation the forest and the point-sampling process as an aid in designing forest inventories.- Forest Ecology and Management, Amsterdam, 36, pp. 79-103.

NEWNHAM, R. M., 1968. The generation of artificial populations of points (spatial patterns) on a plane.- For. Manage. Inst., Ottawa, Inf. Rep. FMR-X-10.

NEWNHAM, R. M. / MALOLEY, G. T., 1970. The generation of hypothetical forests for use in simulation studies.- For. Manage. Inst., Ottawa, Inf. Rep. FMR-X-26.

O'REGAN, W. G. / PALLEY, M. N., 1965. A Computer Technique for the Study Of Forest Sampling Methods.- Forest Science, 11, pp. 99-114.

PALLEY, M. N. / O'REGAN, W.G., 1961. A Computer Technique for the Study Of Forest Sampling Methods. I. Point sampling compared with line sampling.- Forest Science, 7 , pp. 282-294.

PRANJIĆ, A., 1987. Pouzdanost rezultata izmjere šuma.- Glas. šum. pokuse, posebno izd., Zagreb, 3, pp. 161-176.

PUHEK, V., 1993. Preizkus veljavnosti metod razmika za ocenjevanje gostote in temeljnice sestojev.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 42, pp. 155 - 198.

STERBA, H., 1982. Die Effektivität aus der Winkelzählprobe hergeleiteter Stichprobenverfahren - eine Simulationsstudie.- Allgemeine Forstzeitung, 93, 7, pp. 179-181.

GDK 4 : 156 : 945.4 (091)

PREGLED RAZISKOVALNEGA DELA NA PODROČJU VARSTVA GOZDOV IN LOVSTVA NA GOZDARSKEM INŠTITUTU SLOVENIJE

Dušan JURČ*

Izvleček

Varstvo gozdov je v petdesetletni zgodovini inštituta zavzemalo pomembno mesto v raziskovalnem delu. Večinoma sta sodelovala dva raziskovalca, eden za gozdno entomologijo in drugi za gozdno fitopatologijo, v nekaterih obdobjih so raziskave opravljali trije ali štirje raziskovalci. Delo je bilo od začetka usmerjeno v biotično kontrolo škodljivcev in boleznih in ta usmeritev obstaja še danes.

Raziskave ekologije divjadi so se zaradi številnih interesov na tem področju pričele šele v sredini 50. let. Po širokopoteznem začetku je do sredine 70. let sodeloval en raziskovalec, nato pa dva do prenehanja teh raziskav na inštitutu leta 1995. Dosežen je opazen napredek v metodologiji in kakovosti raziskav in ponovna uvedba teh raziskav na inštitutu je pogoj za celostno razumevanje gozda.

Ključne besede: varstvo gozdov, lovstvo, zgodovina, raziskovalno delo

REVIEW OF RESEARCH WORK ON FOREST PROTECTION AND GAME MANAGEMENT AT THE SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE

Abstract

Forest protection occupied an important place in the 50 years history of research work at the Slovenian forestry institute. For the most part two research workers were engaged, one for forest entomology and the other for forest phytopathology, in some periods the research was conducted by three or four researchers. From the beginning the work was oriented into the biotic control of pests and diseases and this orientation is prevailing also today.

Because of many interests on this field of work research of game ecology started not later than in the middle fifties. After extensive beginning only one researcher was engaged up to the middle seventies then two researchers up to the end of this research on the institute in 1994. There was noticeable progress in methodology and quality of the research work and reactivation of this research is inevitable condition for the complete understanding of forest.

Key words: forest protection, game management, history, research work

* Mag. dipl. biol., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SLO

1 UVOD

Prispevek obravnava področji, ki v zgodovini raziskovalnega dela v Sloveniji nista bili tesneje organizacijsko ali delovno povezani. Skupaj sta obravnavani zato, ker Gozdarski inštitut Slovenije trenutno nima zaposlenega nobenega raziskovalca na področju ekologije divjadi in zato, ker plan razvoja predvideva ustanovitev novega znanstveno raziskovalnega oddelka za varstvo gozdov in ekologijo divjadi. Zaradi samostojnega razvoja obeh raziskovalnih področij sta v prispevku tudi ločeno obravnavani. Viri, iz katerih je povzet pregled razvoja obeh raziskovalnih področij, so letna poročila o delu inštituta, za varstvo gozdov so dodana še najpomembnejša dela.

Začetek sistematičnega dela in raziskav na nekem področju ne pomeni, da dotlej pri nas ni bilo nikakršnih strokovnih aktivnosti na tistem področju. Ravno obratno velja: problemi v operativnem delu, spoznanja o potrebah in koristih, seznanjanje z razvojem stroke v svetu privedejo do načrtnega kadrovskega razvoja, ureditve laboratorija, nabave opreme in kemikalij. Ta del zgodovine slovenskega gozdarstva pred ustanovitvijo Gozdarskega inštituta Slovenije še ni ovrednoten in tudi pričujoči prispevek ni namenjen temu. Zgodovinski pregled razvoja raziskav mikromicet pri nas obravnava Maček (MAČEK 1974) in delno se nanaša tudi na varstvo gozdov oziroma gozdno fitopatologijo.

2 VARSTVO GOZDOV

V letu 1947 je bilo na Gozdarskem inštitutu Slovenije zaposlenih pet raziskovalcev, ki so zastavili delo na področju gozdarske ekonomike, izkoriščanja gozdov in industrijske predelave lesa, tehnologije lesa ter gozdne botanike in fitosociologije. V letu 1948 se jim je priključil Jože Jošt, ki je bil kratek čas zadolžen za gozdno entomologijo. Delo je potekalo v neustreznih prostorih na Poljanski 2 in v provizoriju pod Rožnikom, laboratorija ni imel inštitut nobenega. Delo je bilo organizirano v okviru treh sektorjev in varstvo gozdov je spadalo v sektor za gozdno proizvodnjo. Leta 1949 je zvezno ministrstvo za gozdarstvo določilo enotno strokovno razdelitev za vse gozdarske inštitute v državi in ustanovljen je bil sektor za varstvo gozdov (eden od petih poleg treh samostojnih

tematskih skupin). Kot dopisni član inštituta je sodeloval Jože Šlander, takrat zaposlen v Beogradu, leta 1950 pa je postal profesor za predmete varstvo gozdov, fitopatologija in gozdna entomologija na Fakulteti za agronomijo in gozdarstvo in pričel raziskovalno delo.

V prvih letih po vojni je stroka vzpostavljala gozdarski sistem, gozdovi pa so bili prizadeti od vojnega divjanja, ki se je nadaljevalo s pritiski povojne ekonomske krize in obnove države. Ni čudno, da so bile raziskave in operativno delo usmerjene predvsem v zatiranje podlubnikov. Od leta 1945 do 1951 je bilo posekanih približno 273.000 m³ lubadark in lovnih dreves (ŠLANDER 1955), na raziskovalnem področju pa so proučevali bionomijo podlubnikov (osmerozobega smrekovega lubadarja, šesterezobega smrekovega lubadarja in velikega macesnovega lubadarja), načine zatiranja (predvsem problem časovne razporeditve polaganja lovnih dreves), kemijska sredstva za zatiranje. Z gojenjem podlubnikov v entomološkem zaboju so proučevali njihov razvojni krog. Veliko dela je bilo namenjenega izobraževanju gozdarskih delavcev in lastnikov gozdov s predavanji in članki, leta 1947 je bila objavljena prva knjižica o zatiranju podlubnikov in leta 1951 še druga (NOVAK ŠLANDER 1947, ŠLANDER 1951). Raziskovali so načine zatiranja pinijevega sprevodnega prelca in sodelovali v akciji njegovega zatiranja na Krasu. Celotno obdobje prvih desetih let raziskav je v znamenju izrednih naporov za razumevanje naravnih dogajanj v gozdnem ekosistemu: kako izkoristiti naravne mehanizme gozdnega ekosistema, ki regulirajo populacije za človeka nezaželjenih konzumentov v gozdnem ekosistemu. Razvili so tehnike ohranjanja, pravzaprav gojenja parazitov gobarja v Prekmurju in ob avionskem zatiranju gobarja s kemičnimi sredstvi na 24.216 ha ugotavljali neprimernost te metode, ki nato v takšnem obsegu ni bila več uporabljena. Iskanje, gojenje in uporaba gobarjevih parazitov je bila stalnica v delu Jožeta Šlandra do konca njegovega raziskovalnega dela, ko je v letu 1962 umrl, vendar dognanj na žalost ni uspel publicirati. Prvi sezname bolezni in škodljivcev, določeni v naših gozdovih v prvih osmih letih delovanja inštituta ne obsegajo več kot približno 30 taksonov in kažejo s kakšno težavo in ob pomanjkanju strokovne literature je napredovalo raziskovalno delo na področju varstva gozdov.

Leta 1950 sta dva dogodka bistveno zaznamovala varstvo gozdov v naslednjih desetletjih: v Panovcu je bil ugotovljen kostanjev rak, na inštitutu pa je pričela z delom Stana Hočevarjeva, biologinja, ki je celo svoje življenje posvetila raziskavam v okviru varstva gozdov, predvsem pa gozdni fitopatologiji. Njena že prislovična natančnost, doslednost in pridnost so odločilno vplivali na oblikovanje in potek dela v okviru varstva gozdov do njene upokojitve leta 1984.

Že od teh začetkov dela na področju varstva gozdov je bila določena razdelitev raziskovalnega področja tako, da je na gozdarski fakulteti deloval entomolog, na inštitutu pa fitopatolog. Raziskovalno delo je v celoti potekalo v okviru enotnega raziskovalnega programa in tudi prostorsko na inštitutu vse do leta 1982, ko je gozdarski oddelek pričel samostojno oblikovati svoj raziskovalni program. Vodja sektorja za varstvo gozdov je bil s kratko prekinitvijo vedno raziskovalec iz gozdarskega oddelka. Apeli po povečanju števila raziskovalcev se pojavljajo že v prvih letih po ustanovitvi inštituta, vendar je stanje ostajalo vse do konca 80. let enako, le pred odhodom raziskovalcev v pokoj se posamezno področje začasno kadrovsko okrepi.

Zaradi nevarnosti kostanjevega raka za obstoj pravega kostanja in zaradi nevarnosti njegovega širjenja v neokužene predele na Balkan, so bila prva leta raziskav v okviru gozdne fitopatologije namenjena spoznavanju biologije glive povzročiteljice, njene patogenosti in preprečevanja novih okužb s preprečevanjem odganjanja kostanja iz panjev. Pomembni so bili stiki z raziskovalci iz Beograda (Mihailo Krstić), Združenih držav Amerike (Gravatt) in z italijanskimi raziskovalci. Predvsem pa je bilo obsežno sodelovanje z gozdarsko operativo pri odkrivanju novih okužb in pri konkretnih akcijah zatiranja kostanjevega raka. Publicirana je bila tudi strokovno - poljudna knjižica o kostanjevem raku in o načinih njegovega zatiranja (HOČEVAR 1952). Že leta 1953 so dobili iz ZDA dve pošiljki plodov kitajskega kostanja, vzgojili so sadike in jih posadili v Panovcu. Leta 1958 pa na osnovi vzpodbudnih rezultatov o odpornosti kitajskega kostanja na kostanjev rak prične Miran Brinar dolgoročno nalogo uvajanja kitajskega kostanja v Slovenijo. Uvozili so 1000 kg semena iz ZDA in spomladi 1958 osnovali 354 nasadov s skupno 32.700 sadikami. Kljub temu, da kostanjev rak ne prizadane kitajski kostanj v večji meri, pa to vnašanje

ni uspelo, predvsem zaradi nizke, grmaste rasti kitajskega kostanja in s tem povezane nekonkurenčnosti v našem gozdu. Obširni so bili tudi poskusi križanja kitajskega in pravega kostanja, ki pa zaradi prekinitve dela (to je izrazito dolgoročno) ni dalo uporabnih rezultatov.

V letu 1955 je bila inštitutska stavba po dolgem času dokončana in opremljen je bil tudi laboratorij za gozdno fitopatologijo. Pomembna večletna raziskava obravnava iskanje antagonističnih gliv proti kostanjevemu raku. Iz zraka in lubja so izolirali številne glive in v laboratorijskih razmerah testirali njihovo inhibitorno delovanje na povzročiteljico kostanjevega raka. Nekaj najuspešnejših izolatov so vzgojili v velikih količinah in jih vnašali v okužene sestoje pravega kostanja. Zanimive so bile raziskave obsevanja kostanjevega semena z radioaktivnimi izotopi ($Co\ 60$, 100 - 1.000.000 r), s katerimi so želeli dobiti mutante, ki bi bili morda odporni na kostanjev rak in poskuse obsevanja glive, da bi dobili izolate z zmanjšano virulenco. Kot zunanji sodelavec inštituta je sodeloval Franjo Janežič iz Agronomskega oddelka BF, ki je ugotavljal načine prenosa kostanjevega raka s čebelami in možnosti preprečevanja prenosa z razkuževanjem semena.

V petdesetih letih so v slovenskem gozdarstvu pripisovali velik pomen vnašanju tujerodnih drevesnih vrst v gozd: duglazije, zelenega bora in topolovih križancev. Ob raziskavah njihove rasti in možnosti njihovega velikopoteznega vnašanja v naše gozdove so bili ves čas vključeni tudi sodelavci iz odseka za varstvo gozdov, saj so bile bolezni in škodljivci teh dreves eden od najpomembnejših omejevalnih dejavnikov za njihovo večjo uporabo. Ukvarjali so se predvsem z iskanjem odpornih duglazij na rjasti in sajasti duglazijev osip, z mehurjevko zelenega bora in z njo povezano rajonizacijo gojenja črnega ribeza in zelenega bora, z odmiranjem topolovega lubja in z glivami iz rodu *Cytospora* na topolih. Te raziskave so se v 60. letih dokončale s knjižicami o najpomembnejših raziskovanih boleznih (HOČEVAR 1966, 1967).

Sodelavci iz gozdarskega oddelka so se od ustanovitve inštituta do leta 1971 neprekinjeno ukvarjali z varstvom ptic: preiskovali so različne tipe gnezdilnic, krmilnic in hrano za zimsko krmljenje ptic. Delo se ni omejevalo le na raziskave, ampak je bilo usmerjeno v široko vzgojno in izobraževalno dejavnost o pomenu

in koristih ptičev za naravno ravnotežje gozda. V začetku šestdesetih let so raziskave razširili in vključili tudi varstvo netopirjev in gozdnih mravelj. Prve poskuse prenosa mravelj so pričeli že leta 1953 in dosegli nekatere uspehe, tako so npr. leta 1961 mravlje iz devetih prenešenih mravljišč naredile 11 podružnic. Pri raziskovalnem delu je v letu 1961 pričel sodelovati Saša Bleiweis, ki je bil v naslednjih letih aktiven predvsem na področju entomologije (jelova uš, bukova kobilica, borov zavijač) in leta 1963 Janez Titovšek, ki je prva leta raziskoval predvsem male glodalce (polh in podlesek), determiniral škodljivce za gozdarsko operativo ter pričel obširno raziskovalno delo o mravljah, predvsem je proučeval njihovo vrstno sestavo in razširjenost v Sloveniji.

V celotnem obdobju šestdesetih let se nadaljujejo raziskave v zvezi s kostanjevim rakom, ki so bile usmerjene tudi v iskanje odpornih pravih kostanjev in selekcijo kitajskih kostanjev. Pri tem delu so sodelovali zunanji raziskovalci (Franjo Janežič in Tatjana Hlišč iz Sadjarskega zavoda v Mariboru) in delo se je zaključilo leta 1969 s končnim elaboratom (HOČEVAR JANEŽIČ HLIŠČ 1969).

Za naše razmere izjemno obširna triletna raziskava bioloških metod borbe proti gobarju ob koncu 60. let je bila predvsem interes zveznega sklada za financiranje raziskovalnih dejavnosti. Proučevali so dinamiko populacij defolijatorjev, predvsem gobarja v Prekmurju in v Slovenskem Primorju, opredelili vegetacijo in z gojenjem gobarjevih jajc, gosenic in bub ugotavljali vrste in številčnost njihovih parazitov. Ob pojavu novih, dotlej pri nas nepoznanih škodljivcev, so se oblikovale posamezne nekajletne raziskave, npr. o bionomiji in zatiranju smrekove grizlice.

V sredini 60. let pričnejo raziskave delavci sedanjega lesarskega oddelka, ki se nanašajo na patologijo lesa, vključene pa so bile v raziskovalni program inštituta. Tako Bogdan Dietrich in Ljerka Kervina raziskujeta možnosti impregnacije in zaščite bukovine, jelovine in smrekovine z bandažiranjem in s premazi že v gozdu, raziskujejo možnosti uporabe kemičnih in mehaničnih sredstev za preprečevanje gozdnih požarov. Stana Hočevar je v celotnem obdobju svojega dela determinirala glive, ki razkrajajo vgrajen les, dajala je navodila za njihovo zatiranje, raziskovalno pa se je ukvarjala z glivami na telegrafskih drogah.

Rezultat tega dela je poljudna knjiga o hišnih gobah in njihovem zatiranju (HOČEVAR 1975), obširno svetovalno delo v zvezi s propadanjem vgrajenega lesa pa prevzamejo sodelavci Oddelka za lesarstvo sredi 80. let.

Leta 1975 je pričel predavati gozdno fitopatologijo študentom gozdarstva Jože Maček iz Oddelka za agronomijo, ki je v naslednjih letih tudi raziskoval posamezne gozdarske fitopatološke probleme in rezultate publiciral.

Raziskovalno področje varstva gozdov v sedemdesetih letih zaznamuje obširna, interdisciplinarna in temeljna raziskava o glivah v slovenskih pragozdnih rezervatih. Nedvomno je to najbolj poglobljena mikološka raziskava v našem prostoru doslej, njen pomen pa še povečuje interdisciplinarnost, saj so bile obenem opravljene tudi fitosociološke, lihenološke in briološke raziskave. Sodelovala je tudi zagrebška mikologinja Milica Tortić, rezultati pa so objavljeni v številnih člankih in treh monografijah (HOČEVAR in sod. 1980, HOČEVAR 1985, HOČEVAR in sod. 1995).

Leta 1977 je zagovarjal doktorsko disertacijo Janez Titovšek (TITOVŠEK 1977), poglobljeno se je še naprej ukvarjal s podlubniki Slovenije in jih monografsko obdelal (TITOVŠEK 1988) ter nadaljeval raziskave mravelj.

V letu 1980 se je zaposlil na inštitutu Dušan Jurc, ki je nekaj let le delno sodeloval v okviru fitopatoloških raziskav, opravljal je naloge iz fiziologije rastlin in na tem področju magistriral leta 1983.

V letu 1982 se dolgoletno tesno sodelovanje sodelavcev inštituta in gozdarskega oddelka prekine zaradi preselitve delavcev oddelka v novo stavbo in ločitve raziskovalnih nalog med inštitucijama. Tesno sodelovanje sodelavcev obeh inštitucij tako že zaradi narave dela ni več mogoče in pričujoči pregled raziskovalnega dela ne vključuje več raziskav gozdarskega oddelka.

V tem obdobju je podrobneje raziskovan problem sušenja črnega bora na Krasu, odkrit je pojav hipovirulence kostanjevega raka, ki je popolnoma spremenil strategijo zatiranja te bolezni, najdena je bila karantenska bolezen trepetlikov rak

in predlagana je ukinitve njenega statusa karantenske bolezni. Leta 1985 poteka prenova fitopatološkega laboratorij in opremljanje z osnovnimi instrumenti, kasneje se nabavi sodobni mikroskop.

Sredino osemdesetih let lahko označimo kot preokret v dolgoletni klasični dejavnosti varstva gozdov na inštitutu. Leta 1984 se prične v večjem obsegu naloga Poškodbe gozdov zaradi onesnaženega zraka, ki se z leti širi in ob koncu 80. let predstavlja večino opravljenega dela. Zaradi nje se oddelek za varstvo gozdov kadrovske razširi, vendar se delo na področju klasičnega varstva gozdov v začetku pravzaprav zmanjša. V okviru te naloge je bila razvita metoda beleženja poškodb drevja zaradi znanih biotskih in abiotskih dejavnikov, obdelava in ovrednotenje podatkov. Naloga ostaja osrednja dejavnost oddelka za varstvo gozdov vse do predstavitve popisa poškodovanosti v oddelek za gozdno načrtovanje in prostor v letu 1994.

Poglobljeno delo v okviru gozdne fitopatologije se intenzivira po kadrovskih okrepitvah: leta 1986 prične z delom v oddelku za varstvo gozdov Maja Jurc, ki magistrira iz ekologije rastlin leta 1988 in doktorira iz mikologije leta 1996 (ŠKULJ 1989, JURC M. 1996). Na novo se leta 1988 zaposli Alenka Munda, ki diplomira, opravi magistrski študij in zagovarja doktorsko disertacijo iz gozdne fitopatologije (MUNDA 1992, 1996).

Nekajletni napori za pridobitev prostorov za zbirko gliv in herbarij privedejo do ureditve in opreme podstrešnega prostora v letu 1989 in kasneje do izdelave računalniškega programa za evidentiranje vzorcev. Taksonomsko delo je tako postalo strokovno neoporečno, saj se ves determiniran material iz raziskovalnega dela shranjuje za kasnejše preverjanje (JURC M. in sod. 1994), kar dotlej ni bilo izvedeno. Zbirka je del herbarija Univerze v Ljubljani (LJU), z njo se gozdarski inštitut vključuje v zbiranje znanja o biotski raznovrstnosti naših gozdov.

Delo treh danes zaposlenih raziskovalcev na področju varstva gozdov je usmerjeno v raziskave glivnih endofitov, gliv iz rodu *Phytophthora*, štorovk, biotično zatiranje smrekove rdeče trohnobe z antagonistično glivo *Phlebia gigantea* in biotično zatiranje kostanjevega raka z uporabo hipovirulence glive

Cryphonectria parasitica. Pri delu so poleg klasičnih laboratorijskih metod uporabljane nove tehnike molekularne genetike, križanja izolatov, ekofiziološke raziskave patogenov in endofitov, nove tehnike izolacij in gojenja gliv, ki postavljajo te raziskave v tok modernih mednarodnih raziskav v gozdni fitopatologiji in mikologiji.

Ob koncu pregleda raziskovalnega dela moramo omeniti dve aktivnosti, ki sicer nista raziskavi v pravem pomenu, vendar pomembno prispevata k našemu poznavanju varstvene problematike v gozdovih, ves čas obstoja inštituta pa sta zahtevali veliko dela vseh sodelavcev. Prva je svetovalno delo za gozdarsko operativno in sodelovanje z ministrstvom zadolženim za gozdarstvo v zvezi s pravilno determinacijo škodljivih dejavnikov, ki prizadanejo drevje ali gozd. V celotnem obdobju, ki ga obravnavamo, je delo potekalo v tesnem in plodnem sodelovanju sodelavcev gozdarskega oddelka in sodelavcev inštituta. Verjetno je prav to delo ves čas dokazovalo upravičenost obstoja raziskav iz varstva gozdov, njegov pomen pa je tudi izobraževalen, saj je operativno, terensko gozdarstvo, predvsem na ta način uvajalo novosti in spoznanja naših in tujih raziskav. Delo je bilo običajno opredeljeno kot samostojna naloga, danes je definirano kot sodelovanje z javno gozdarsko službo. Druga aktivnost so zdravstveni pregledi sadik v drevesnicah. Inštitut, kot pooblaščen organizacija za opravljanje teh pregledov, je do sredine 80. let preglede opravljal skupaj z zunanjimi sodelavci, največ s sodelavci iz gozdarskega oddelka. Zaradi zmanjšane števila drevesnic in kadrovskih okrepitev pa jih danes opravljajo le sodelavci iz področja varstva gozdov na inštitutu.

Od notranje reorganizaciji inštituta v začetku 90. let je varstvo gozdov razporejeno v okviru oddelka za gozdno biologijo, vendar obstaja težnja, da se osamosvoji v oddelek za varstvo gozdov in ekologijo divjadi.

3 MESTO VARSTVA GOZDOV V SLOVENSKEM GOZDARSTVU

Varstvo gozdov je bilo na Gozdarskem inštitutu Slovenije v vsem njegovem obstoju pomembna in stalna raziskovalna dejavnost. Značilnost teh raziskav je v celotnem obdobju usmeritev v biotične načine zatiranja bolezni in škodljivcev in

to načelo nadaljujemo tudi v sedanjem času. Zaradi kadrovske majhnosti so bile raziskave usmerjene le v proučevanja bolezni (gozdna fitopatologija - Hočevar, Jurc D., Jurc M., Munda) in škodljivih žuželk (gozdna entomologija - Šlander, Bleiweis, Titovšek), v določenih obdobjih v raziskave malih glodalcev (Titovšek), praktično nikakršnih raziskav pa ni bilo o gozdnih požarih, škodljivih abiotskih dejavnikih (klima, veter, žled, toča, sneg) in o škodljivem delovanju človeka na gozd. Dolgoročni vpliv na majhen obseg (kadrovski in zaradi tega tudi raziskovalni) raziskav iz varstva gozdov je napačna interpretacija trditve: "Njen pomen (zaščite gozdov - op. avtorja) pa postaja vedno manjši tam, kjer se po načelih naprednega gojenja povečuje proizvodnost, in s čim prirodnejšo gozdno zasnovo ter gospodarjenjem onemogoča množično širjenje škodljivcev." in dalje: "Zanimivo je, da je iz teh vidikov na nekaterih fakultetah (Zürich) odpravljeno varstvo gozdov." (MLINŠEK 1963). V načrtovanju raziskav iz področja varstva gozdov je interpretacija in vulgarizacija te trditve pomenila, da raziskav iz varstva gozdov v sonaravno gojenih gozdovih ne potrebujemo, te so potrebne le zaradi upravnih potreb države in podpisanih mednarodnih sporazumov. Realno stanje v gozdovih pa ne pritrjuje tej interpretaciji - povečujejo se poškodbe drevja zaradi gospodarjenja, v gozdovih opažamo prenamnožitve škodljivcev, ki doslej niso bili pogosti ali so sploh novi pri nas, prodirajo nove bolezni, splošno onesnaženje ozračja spreminja strukturo in interakcije živalske, rastlinske in glivne komponente gozda. Teh procesov v gozdu ne razumemo, niti jih večine ne uspemo zaznati zaradi premalo vloženega dela. Sonaravnost je načelo in vodilo gojenja gozdov, vendar je današnji gozd spremenjen, nestabilen in dolgoročno obremenjen z neprirodno drevesno strukturo sestojev. Napovedane klimatske spremembe in še večji vpliv človeka na gozdove, bodo verjetno trend povečevanja poškodb pospešile in intenzivirale. Varstvo gozdov na Gozdarskem inštitutu Slovenije mora že kratkoročno razširiti raziskave na vse bistvene varstvene probleme v naših gozdovih (ne le gozdno fitopatologijo), intenzivneje sodelovati z Zavodom za gozdove Slovenije, ki edini lahko prenese raziskovalna spoznanja v gozd in o varstvenih problemih in možnih rešitvah sproti seznanjati javnost.

4 LOVSTVO

Raziskave na področju lovstva (uporabljamo izraz, ki so ga imele raziskave prehranjevanja in ekologije divjadi, poškodb zaradi divjadi in njihovega preprečevanja, naselitve in pospeševanja posameznih vrst in druge) na inštitutu niso zaživele še dolgo časa po njegovi ustanovitvi. Razlogi so verjetno v tem, da se v okviru gospodarjenja z divjadjo prepletajo številni interesi, tako gospodarski kot politični in strokovni. Pri načrtovanju organizacije inštituta so raziskave s področja lovstva razporedili v sektor za gozdno proizvodnjo. Formalno je bil v začetku 50. let vodja sektorja za lovstvo Jože Šlander, vendar raziskovalno ni deloval. V njegovem nekrologu je omenjeno, da je z osnovanjem gozdnih jas in z zimskim krmljenjem divjadi v glavnem uspešno rešil problem škod zaradi divjadi v gozdovih pri Kamniški Bistrici (SGERM 1963). Šele leta 1955 je vodja sektorja za lovstvo postal Stane Valentinčič kot zunanji sodelavec inštituta. Kako velik pomen so pripisovali delu tega sektorja pove podatek, da so organizirali sestanek pri Ivanu Mačku (takrat član ZIS in predsednik odbora za gospodarstvo), ki so se ga udeležili predstavniki lovskih organizacij, kmetijstva in gozdarstva. Določili so začasno in perspektivno organizacijsko obliko, način finansiranja in plan dela odseka za lovstvo. Ob koncu leta 1955 so postali pogodbeni sodelavci sektorja za lovstvo Janez Batis (patolog), Janez Matjašič (biolog), Anton Simonič (absolvent gozdarstva), naslednje leto pa še Rajko Rakovec (parazitolog), sektor je še naprej vodil Stane Valentinčič. Proučevali so naseljevanje divjadi, škode zaradi divjadi, gojenje fazanov in parazite divjadi. V naslednjih letih se raziskovalno področje močno širi in deli v mnoge manjše raziskovalne naloge. Iz letnih poročil so razvidne težave pri izvedbi nekaterih nalog, predvsem npr. zaradi nesodelovanja uprave lovišč pri poskusu zmanjševanja škod s povečanim odstrelom jelenjadi in izboljšanim zimskim prehranjevanjem. Široko zastavljen raziskovalni program se v letu 1958 nenadoma konča, na inštitutu pa se zaposli Janez Čop, ki je nato do upokojitve delal na inštitutu na področju raziskav lovstva in divjadi. Najobširnejše delo, ki je postalo v naslednjih letih stalnica v raziskovalnem delu inštituta, je proučevanje poškodb v gozdovih zaradi velike divjadi in njihovo preprečevanje. Nekaj let poteka študij vzreje in prehranjevanja fazanov ter bonitiranja lovišč v Sloveniji. V letu 1963 pričneta v odseku za lovstvo sodelovati Lojze Černe in Borut Stanič, ukvarjajo se z rajonizacijo male divjadi

(zajec, fazan, jerebica) glede na naravne pogoje, preizkušajo kemična sredstva za zaščito mladja pred jelenjadjo, raziskujejo umetno vzrejo poljskih jerebic. Oba nova sodelavca zapustita inštitut leta 1965, vendar ostaneta zunanja sodelavca v raziskovalnem delu odseka za lovstvo. V naslednjih letih sodeluje Janez Čop pri izdelavi lovskogospodarskih načrtov, nadaljuje s poskusi umetne vzreje poljskih jerebic nato rdečenogih jerebic in kotorn. Vedno več je nalog, ki obravnavajo usklajevanje gozdnega in lovskega gospodarstva, nadaljujejo se dela v zvezi z bonitiranjem lovišč, predvsem se širijo na bonitiranje lovišč za jelenjad, gamsjih lovišč in lovišč za malo divjad. Leta 1969 pričnejo obširno nalogo o vplivu jelenjadi in srnjadi na naravno pomlajevanje na območju GG Postojna - postavljenih je 60 ograjenih površin v gozdu, analizirane so vsebine želodcev odstreljenih živali. Tesno sodelujejo s češkimi raziskovalnimi organizacijami. Leta 1970 prično sodelovati s posameznimi lovskimi zvezami in družinami pri naseljevanju novih vrst divjadi (predvsem lopatarjev in muflonov, pa tudi kozorogov in svizcev) in že v naslednjem letu v poročilu o nalogi menijo, da je treba naseljevanje v naslednjih letih nujno prekiniti. Veliko naporov je vloženo v usklajevanje gozdarstva in lovstva, predvsem na območju GG Kranj in GG Postojna, v poročilih se pojavljajo opombe o težavah pri tem usklajevanju, ki ne poteka po dognanih strokovnih merilih. Občasno sodeluje s samostojnimi raziskavami v okviru raziskovalnega programa inštituta, pogosteje pa kot sodelavec pri raziskavah preprečevanja poškodb zaradi parkljaste divjadi, tudi Anton Simonič. V letu 1972 je odsek za lovstvo izdelal elaborat o naselitvi risa na področje Kočevske. Naslednje leto so naselili tri pare risov iz Beskidov in v naslednjih letih je Janez Čop spremljal uspešnost naselitve in širjenje risov v Sloveniji in okolici. Ukvarjal se je z metodami preprečevanja škod, ki jih na divjadi povzroča promet.

Leta 1975 se je zaposlil na inštitutu Miha Adamič, ki je v naslednjih letih vodil pomembne in obsežne raziskave ekologije in prehranjevanja divjadi. Konec 70. let začne raziskave ekologije divjega petelina v Sloveniji ob intenzivnem sodelovanju lovskih družin. V tem času potekajo široko zastavljene raziskave tehnične zaščite sadik z repelenti in spiralnih ovojev iz plastične folije pred poškodbami zaradi velike divjadi, usklajevanje interesov gozdarstva in lovstva na območju GG Kranj, GG Maribor in na območju Notranjskega LGO. Analizirani so

bili številni vzorci iz vampov uplenjene jelenjadi, ne le iz obdobja lovne dobe, ampak tudi iz zimskih mesecev, za kar so pridobili posebna dovoljenja za odstrel. Starost uplenjene jelenjadi so določali z metodo žaganja prvega meljaka v spodnji čeljusti. Leta 1982 se prične nova raziskovalna tema, ki razširi raziskave v zvezi z naselitvijo risa (delo je opravljal Janez Čop) še na biologijo medveda in volka, njun naselitveni in migracijski areal, številčnost in vpliv na ostalo divjad (Miha Adamič). Sredi 80. let je zgrajen lovski laboratorij, kjer so opravljali raziskave starosti divjadi na vzorcih zobovja, prehrane parkljaste rastlinojede divjadi (jelenjad, srnjad, muflon, gams in lopatar) in zveri (medved, ris). V tem času se ukvarja z raziskavami o vplivu divjadi na gozdno vegetacijo tudi Marko Accetto, predvsem z izdelavo enotne metodike dela za spremljanje vpliva divjadi na vegetacijo, vendar že leta 1987 zapusti inštitut. Miha Adamič zaključi leta 1988 obsežne raziskave prehranskih značilnosti parkljaste divjadi kot element načrtovanja varstva, gojitve in lova te divjadi z doktorsko disertacijo. Leta 1992 se upokoji Janez Čop, vendar ostaja še nekaj let sodelavec inštituta z nalogo o ovrednotenju iskušenj z naselitvijo risa v Sloveniji in na Koroškem v Avstriji, ki jo zaključi leta 1993. Intenzivira se delo v zvezi z raziskavami rjavega medveda, oblikuje se skupni avstrijsko - slovenski telemetrijski projekt, v okviru katerega opremijo z oddajniki letu 1993 tri medvede in zasledujejo njihovo gibanje. Opravljajo monitoring medvedov v širši okolici avtoceste in spremljajo emigracijo ter rekolonizacijo alpskega prostora z medvedom. Nadaljujejo se raziskave upravljanja populacij parkljaste divjadi in varstva gozdnih kur. V raziskave se kot mladi raziskovalec vključi Miran Čas, ki leta 1996 magistrira, vendar v istem letu zapusti inštitut. Leta 1994 preneha z delom na inštitutu Miha Adamič in razen skromnega sodelovanja z računalniškim centrom in oddelkom za načrtovanje in prostor inštitut ne opravlja več raziskav v zvezi z ekologijo divjadi, lovom in lovstvom.

V celotnem obdobju raziskav je bilo sodelovanje sodelavcev odseka za lovstvo z Lovsko zvezo Slovenije in s posameznimi Zvezami lovskih družin in Lovskimi družinami zelo intenzivno. Interes LZS za raziskave divjadi se je izražal tudi s stalnim financiranjem raziskovalnega dela. Strokovni stiki so bili nenehni tudi z raziskovalci Veterinarske fakultete in s številnimi tujimi raziskovalnimi inštitucijami.

5 MESTO RAZISKAV EKOLOGIJE DIVJADI V SLOVENSKEM GOZDARSTVU

Različni interesi v zvezi z gospodarjenjem z divjadjo in različni strokovni pogledi so v veliki meri vplivali na razvoj raziskovalnega dela na področju lova, lovstva in ekologije divjadi. To je potekalo v nenehnih konfliktnih razmerah, predvsem zato, ker je bilo umeščeno med interese gozdarstva na eni strani in lovstva na drugi. Z raziskovalnimi aktivnostmi so vplivali na razvoj strokovnega odnosa do gospodarjenja z divjadjo, predvsem so spreminjali ukalupljene načine in napake pri gospodarjenju z divjadjo ter poizkušali pokazati nove, boljše in pravilnejše načine. Zaradi nove organiziranosti načrtovanja gospodarjenja z divjadjo, kjer je Zavod za gozdove Slovenije prevzel pomembno vlogo, raziskovalno delo nima več nevhvaležne vloge reševalca konfliktnih situacij. Usmeri se lahko na prave raziskovalne probleme o biologiji, ekologiji in etologiji živalskih populacij, na pridobivanje znanja o zakonitostih razvoja in sožitja živalske in rastlinske komponente ekosistema. Problemi zmanjševanja biotske raznovrstnosti in globalnega izumiranja vrst širijo področje dela na vrste, ki niso lovna divjad, o njih premalo vemo, so pa nenadomestljivi členi in bogastvo našega gozda. Raziskovalni napor za spoznavanje mehanizmov delovanja gozda mora vključevati tudi raziskave živalske komponente, drugače ne zajame gozda v vsej njegovi kompleksnosti. Zato morajo v zadnjem času prekinjene raziskave ekologije divjadi na Gozdarskem inštitutu Slovenije ponovno zaživeti, potekati morajo v tesnem sodelovanju z Oddelkom za gozdarstvo, Zavodom za gozdove Slovenije in Lovsko zvezo Slovenije. Kadrovanje mora potekati postopoma in dotedaj bodo raziskave umeščene v načrtovani Oddelek za varstvo gozdov, kamor pa po svojih raziskovalnih usmeritvah ne sodijo in je to le prehodno obdobje do ustanovitve novega Oddelka za ekologijo divjadi.

6 VIRI

CIVIDINI, R. / WRABER, M., 1950. Gozdarski inštitut Slovenije v letih 1947 - 1949.- Izvestja, Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, s. 1 - 22.

GIS (Gozdarski inštitut Slovenije), 1994-1996. Letna poročila. - GIS, Ljubljana.

HOČEVAR, S., 1952. Kaj bo s pravim kostanjem v Slovenskem Primorju?- Strokovna in znanstvena dela, Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, 11 s.

HOČEVAR, S., 1966. Najvažnejše smrekove in macesnove bolezni.- Zveza inženirjev in tehnikov gozdarstva in lesne industrije, Ljubljana, 45 s.

HOČEVAR, S., 1967. Bolezni gozdnega drevja. 1. zvezek.- Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije, Ljubljana, 63 s.

HOČEVAR, S., 1975. Hišne gobe.- Državna založba Slovenije, Ljubljana, 60 s.

HOČEVAR, S. / JANEŽIČ, F. / HLIŠČ, T., 1969. Ohranitev domačega kostanja.- Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo. Ljubljana, 89 s.

HOČEVAR, S. / BATIČ, F. / MARTINČIČ, A. / PISKERNIK, M., 1980. Mraziščni pragozd Prelesnikova Koliševka. Mikoflora, vegetacija in ekologija.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, Ljubljana, 18, 1, s. 145 - 252.

HOČEVAR, S., 1985. Preddinarski gorski pragozdovi. Trdinov vrh in Ravna gora na Gorjancih, Kopa v Kočevskem Rogu in Krokar na hrbtu gorskega masiva Borovška gora - Planina nad Kolpo. Mikoflora, vegetacija in ekologija.- Strokovna in znanstvena dela, VTOZD za gozdarstvo in IGLG, Ljubljana, 76, 267 s.

HOČEVAR, S. / BATIČ, F. / PISKERNIK, M. / MARTINČIČ, A., 1995. Glive v pragozdovih Slovenije. III. Dinarski gorski pragozdovi na kočevskem in v Trnovskem gozdu.- Strokovna in znanstvena dela, Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, 320 s.

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1954-1982, 1991-1993. Letna poročila. - IGLG, Ljubljana.

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1983-1989. Poročila o raziskovalnem delu. - IGLG, Ljubljana.

JURC, M., 1996. Endofitne glive in njihove značilnosti v iglicah črnega bora (*Pinus nigra* Arn.).- Doktorska disertacija, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 198 s.

JURC, M. / BATIČ, F. / JURC, D. / KRAIGHER, H. / SIRK, I. / KRALJ, T., 1994. Mikoteka in herbarij Gozdarskega inštituta Slovenije.- Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, 28 s.

MAČEK, J., 1974. Zgodovinski oris raziskovanja mikromicetov v Sloveniji do druge svetovne vojne.- Biološki vestnik, Ljubljana, 22, 1, s. 115 - 121.

MLINŠEK, D., 1963. Razvoj nekaterih gozdnogospodarskih dejavnosti v odnosu na sodobno gojenje gozdov.- Gozdarski vestnik, Ljubljana, 21, 1, s. 5-14.

MUNDA, A., 1996. Smrekova rdeča trohnoba (*Heterobasidion annosum* [Fr.] Bref.- Doktorska disertacija, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 123 s.

MUNDA, A., 1992. Rod štorovk *Armillaria* (Fr. : Fr.) Staude. Vrstna sestava in razširjenost v Sloveniji ter poskusi križanja.- Magistrsko delo, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 87 s.

NOVAK, V. / ŠLANDER, J., 1947. Zatirajmo lubadarja.- Ministrstvo za kmetijstvo in gozdarstvo LRS, Ljubljana, 31 s.

SGERM, F., 1963. V spomin prof. ing. Jožetu Šlandru.- Gozdarski vestnik, Ljubljana, s. 236 - 239.

ŠKULJ, M., 1988. Pomlajevanje in kalitev črnega bora (*Pinus nigra* Arn.) na slovenskem Krasu.- Magistrska naloga. VTOZD za biologijo BF, Ljubljana, 139 s.

ŠLANDER, J., 1951. Zatiranje lubadarjev.- Ministrstvo za kmetijstvo in gozdarstvo LRS, Ljubljana, 60 s.

ŠLANDER, J., 1955. Varstvo gozdov v povojni Sloveniji.- Gozdarski vestnik, Ljubljana, s. 321 - 329.

TITOVŠEK, J., 1977. Negnojev rilčkar (*Hylastinus fankhauseri* Reit.) in njegova vloga v gozdnih združbah z negnojem (*Laburnum alpinum* in *L. anagyroides*).- Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, 135 s.

TITOVŠEK, J., 1988. Podlubniki (*Scolytidae*) Slovenije. Obvladovanje podlubnikov.- Zveza društev inženirjev in tehnikov gozdarstva in lesarstva Slovenije, Ljubljana, 128 s.

UDK 575:57/59:630*1

MODERN GENETIC METHODS IN THE RESEARCH OF BIODIVERSITY IN FORESTRY

Srdjan BOJOVIĆ* , Dušan JURČ**

Abstract

Biochemical and molecular genetic markers are the most powerful tools available for understanding the biodiversity in forestry. Terpenoids, enzyme and DNA markers have been successfully applied in the research of genetic diversity, biogeography, systematic relationships, gene conservation, hybridisation, study of fungi and plant improvement.

Key words: terpenoid markers, enzyme markers, DNA markers, genetic diversity, biodiversity

SODOBNE GENETSKE METODE V RAZISKAVAH BIODIVERZITETE V GOZDARSTVU

Izveček

Biokemijski in molekularni genetski markerji so najuspešnejše orodje za razumevanje biodiverzitete v gozdarstvu. Terpenoidi, encimi in DNA markerji so bili uspešno uporabljeni v raziskavah genetske različnosti, biogeografije, sistematskih odnosov, ohranitve genov, hibridizacije, raziskavah gliv ter izboljšav rastlin.

Ključne besede: terpenoidni markerji, encimski markerji, DNA markerji, genetska raznolikost, biodiverziteta

* Dr., Institute of forestry, Kneza Višeslava 3, 11 000 Beograd, ZR Jugoslavia

** MSc., Slovenian Forestry Institute, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenia

1 INTRODUCTION

The term biodiversity or biological diversity came into use some 20 years ago (ROSS 1972, PIELOU 1975, WILSON 1988). Today this concept has been generally accepted in science and in practice and it comprises, in a general sense, the issues of the study and conservation of biological resources of the planet as a whole (BARBAULT / HOCHBERG 1992). Forestry as a human economic activity deals with a forest which, from a biological aspect, represents a specific vegetational, faunistic and fungal formation within which we can investigate diversity - either at the level of a molecule, individuals, populations, species, or ecosystems. The study and the protection of biodiversity is the biological basis and philosophy of forest survival enabling the rational exploitation of its resources. The total variability of forms, phenomena and functions of biota in a forest realised throughout millions of years of evolution has become the main reason and the motive of protection, because the biological heritage and the very progress of the mankind has been endangered (ONU, FAO, 1991).

Each organic species in a forest ecosystem has a specific combination of genes which is unique. Individuals and populations of certain species are a part of species diversity, and they exist in different ecological relations and diverse forest ecosystems. In the scope of this concept, first of all the study of molecular or genetic diversity is imposed. In this sense, the application of modern biochemical methods (and the technique of gene markers) has its place and full justification in modern forestry science and practice. The technologies such as gas chromatography (GC), electrophoresis, Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP) and Polymerase Chain Reaction (PCR), contribute to the study of genetic potential whose research is the basis of biodiversity.

1 TERPENOID MARKERS

Terpenes are secondary metabolites resulting from the chains of biosynthesis. In the widest sense, terpenes are isoprene polymers (C₅) wherefore this large group can be divided into hemiterpenes, monoterpenes (C₁₀), sesquiterpenes (C₁₅), diterpenes (C₂₀), triterpenes (C₃₀) and polyterpenes (C_{5n}). Terpenes are

volatile compounds whose presence in many plants, and especially in conifers, produces their specific odour.

HANOVER (1975) emphasizes especially monoterpenes and sesquiterpenes as genetic markers of forest trees. Their mode of inheritance varies from single genes with a dominant and recessive allele, to polygenic variation (HANOVER 1966, MARPEAU et al. 1975). Apart from being strictly and differently genetically controlled, their qualitative and quantitative analysis is simple (by gas-liquid chromatography). The fact that recommends terpenes as biochemical markers is the phenomenon of epigenetic variations - variations associated with seasonal changes, tree age, organ and tissue conditioning (MOORE 1980, ROBERTS 1970, FORREST 1980) and their stability and insensitiveness to environmental changes (LANGENHEIM et al. 1979, MUZIKA et al. 1989).

The majority of authors describes terpene variability by stating the types of terpene compounds and their percentage content (either for individual trees or for a group of individuals) without a separate genetic analysis. In the genetic analyses of coniferous trees, terpenes are in many cases a primary tool for various types of studies. Their application is especially significant in the systematic and evolutionary relationships, geographic variation and biodiversity, inter- and intra-population analyses, pest resistance and indirect selection. Table 1 presents the authors and the species whose biodiversity was researched by using terpenes as genetic markers.

Table I: Survey of genetic variation in some forest trees species on the basis of terpenes

Tabela 1: Pregled genetske raznolikosti nekaterih gozdnih drevesnih vrst na osnovi terpenov

Species	Reference	Most significant compounds
<i>Abies cephalonica</i> Loud.	FADY 1995	monoterpens, langifolene
<i>Cupressus sempervirens</i> L.	SVHILLER 1990	pinene, 3-carene, phellandrene, caryophyllene
<i>Pinus nigra</i> Arn.	ARBER et al. 1974	limonene, myrcene, β -pinene
<i>Pinus nigra</i> Arn.	BOJOVIC 1995	α -pinene, germacrene-d, α -humulene, α -cudinol linalyl acetat
<i>Pinus pinaster</i> Ait.	BARADAT et. al. 1979	β -pinene, 3-carene, caryophyllene
<i>Pinus sylvestris</i> L.	FORREST 1979	pinenes, myrcene, phellandrene

3 ENZYME MARKERS

The analysis of enzyme systems is widely distributed in the study of genetic variability of forest trees (PRAT et al. 1992, FADY 1995). In the fifties, the method of electrophoresis was developed by SMITHIES (1955) who was the first to use starch gels, and HUNTER and MARKET (1957) visualised enzymes on gels by using specific colouring. LEWONTIN and HUBBY (1966) and LEWONTIN emphasised the significance of enzyme polymorphism in natural populations, by expressing it numerically.

The technique of electrophoresis is based on the separation of proteins which migrate on a semi-permeable substrate under the influence of an electric field. These are the proteins whose radicals in the solution are differently charged, due to the presence of acid carboxyl groups. Being in an electric field, these proteins migrate towards the anode if they are negatively charged, or towards the cathode - if they are positively charged. At a particular value of pH, the net charge on the protein is zero, the electrophoretic velocity is zero and the protein tends to remain in its position. The separation of proteins depends on its charge in the solution (depending also on the solution pH), on its size and molecular weight (and potential association with other compounds also liable to ionisation). Visualisation of proteins on a substrate (starch or acylamid gel) after electrophoresis is carried out by specific colourisation. The interpretation of coloured bands enables the separation of enzymes coded by different genes (isozymes), or by different alleles of the same gene (allozymes).

Electrophoresis is used in forest genetics in the assessment of genetic diversity, genetic distance, population dynamics, assessment of the degree of homozygosity of plants, control of plant material (identification of varieties, hybrids, clones), problems relating to plant reproduction biology.

Table 2 lists the authors, and the tree species whose diversity was investigated by using enzymes as genetic markers.

Table 2: Survey of genetic variation in some forest trees based on isoenzymes

Tabela 2: Pregled genetske raznolikosti nekaterih gozdnih drevesnih vrst na osnovi izoencimov

Species	References	Main conclusions about intra-and/or interpopulational genetic variation
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	LOUKAS et al. 1983	great intrapop.variation and very small interpop.variation
<i>Pinus nigra</i> Arn.	NIKOLIĆ / TUCIĆ 1983	great intra- and small interpop.variation, differentiation between ssp.
<i>Pinus sylvestris</i> L.	KRZAKOWA 1982	differentiation between north. and south. pop. in Poland
<i>Castanea sativa</i> Mill.	FINESCHI et al. 1990	differentiation between north. and south. pop. in Italy
<i>Quercus ilex</i> L.	LUMARET et al. 1991	differentiation between North African and South. European pop.
<i>Fagus sylvatica</i> L.	COMP et al. 1990	differentiation between continental and mediterr. regions

4 DNA MARKERS

In the past ten years or so, the so-called DNA based genetic markers have been increasingly applied, especially Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP) and Polymerase Chain Reaction (PCR) based markers. DNA markers surpass the capacity of isoenzyme and terpene markers for tree improvement applications.

One type of DNA variation is copy number polymorphism, which is due to differences in the number of genomic occurrences of a particular DNA sequence. DNA variation can also occur in base sequence, length, and arrangement. These latter types of variation are often detected as restriction fragment length polymorphisms (RFLPs), using enzymes (restriction endonucleases) that cut DNA molecules into restriction fragments of varying lengths. RFLP methodologies are technically straightforward and permit analyses of large numbers of samples.

DNA variation can also be studied by direct determination of DNA base sequences in a genomic region of interest. In principle, comparison of individuals is then possible at each base pair, which is a level of resolution not attainable with copy number variation or RFLPs. Collection of sequence data from population samples now appears feasible because of the efficiency of the polymerase chain reaction (PCR) in DNA amplification (SAIKI et al. 1988, LEIGH BROWN 1989).

The application of DNA markers in forest research in general has been discussed in several papers (CHELIAK ROGERS 1990, NANCE NELSON 1989, WAGNER 1992). In general, DNA markers are especially powerful for several reasons, including the following: 1. potentially a large number of polymorphisms can be identified in any taxon, 2. widely differing levels of polymorphism can be studied, 3. DNA analyses allow investigation of coding and non-coding variation, 4. both Mendelian and non-Mendelian markers can be identified, because DNA resides in chloroplasts and mitochondria as well as in the nuclei, 5. it is usually possible to determine the mutational differences among DNA variants (e.g. point mutations, insertions, deletions, or rearrangements) which strengthens population analyses. DNA markers will be most useful for estimating genetic diversity in breeding populations, germplasm identification, verifying controlled crosses, and estimating seed orchard efficiencies. Table 3 presents the authors and the species whose genetic variability was researched by using DNA markers.

Table 3: Survey of genetic variation in some forest trees species on the basis of molecular markers

Tabela 3: Pregled genetske raznolikosti nekaterih gozdnih drevesnih vrst na osnovi molekularnih markerjev

Species	Reference	Nucleic acid (NA) polymorphism
<i>Pinus sylvestris</i> L.	SITBON / GUSTAFSSON 1988	ribosomal DNA
<i>Pinus radiata</i> D. Don	CULLIS et al. 1988	ribosomal DNA
<i>Picea sitchensis</i> (Bong.) Carr.	STRAUSS / HOWE 1990	ribosomal RNA
<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	PARKS / WENDEL 1990	ribosomal DNA
<i>Quercus ilex</i> L.	MICHAUD 1993	ribosomal DNA
<i>Pinus taeda</i> L.	NEALE / SEDEROFF 1989	mitochondrial DNA

These techniques are also mostly important for the taxonomical research in fungi. They enable mycologists to think about abandoning the Deuteromycotina because connections between anamorph and teleomorph can be established solely by nucleic acid characters. It is only the matter of time until all fungi will be analysed and construction of evolutionary tree of fungal systematics will be possible (TAYLOR 1993). This statement is far from realisation and the question:

“Will there ever be enough molecular taxonomists to accomplish the required amount of work?” is reasonable (GAMS 1993). Only about 5% of fungi is described till now from 1.5 million species which supposedly exists on earth (HAWKSWORTH 1991). It is better to look at these new molecular techniques as useful tool which will clarify many taxonomical problems in mycology and will also be useful as sensitive, very specific and rapid methods for routine diagnostic applications. RFLP techniques will have in these research restricted applicability while PCR techniques will be widely used. STAMMLER and SEEMÜLLER (1994) and MILLS et al. (1994) show that PCR can detect specific fungi when only femtogram quantities of DNA are present, which approaches the sensitivity of one nucleus of specific genotype in the background of contaminating DNA (of a host or other fungi). PCR can accurately quantify fungal infection (ROBB et al. 1994). But molecular techniques alone will not satisfy all the needs of taxonomy, which tends towards the phylogenetically arranged system of fungi. Good example of how the combination of physiological (fermentative ability, urease, extracellular DNase and Diazonium Blue B colour test), chemotaxonomic (ubiquinone systems and cellular carbohydrate composition), molecular data (DNA base composition and DNA/DNA reassociations) and ultrastructural characters can be used (or maybe: must be used) is the discrimination among *Saitoella complicata* and related taxa (SUGIYAMA et al. 1993). On the other hand REYNOLDS and TAYLOR (1991) believe that there is not far the time when a fungus will be described from just its DNA. They speculate about the fungus in complex substrate, which can not be cultured and which lack any spore production, yet, its DNA can be extracted, amplified and sequenced. This so called DNA-only fungus could be placed in phylogenetic system if nucleic acid sequence has been obtained from enough related taxa (TAYLOR 1993).

In research of diseases of trees and fungi in forest ecosystems molecular methods are becoming widely adopted and Table 4 lists some examples.

Table 4: Survey of genetic variation in some fungi on the basis of molecular markers

Tabela 4: Pregled genetske raznolikosti pri nekaterih glivah na osnovi molekularnih markerjev

Taxa investigated	Reference	Main conclusions
genus <i>Cronartium</i>	VOGLER / BRUNS 1993	<i>Pendermum harknessii</i> is in close relation to <i>C. quercuum</i>
genus <i>Armillaria</i>	MOHAMMED 1994	species can be distinguished, new African isolates detected
<i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.) Bref	KARJALAINEN/ KAMMIOVIRTA 1994	intersterility groups of <i>H. annosum</i> can be identified
<i>Venturia inaequalis</i> (Cooke) Wint	KOENRAADT / JONES 1994	benomyl resistant strains can be detected
<i>Lactarius lignyotus</i> Fr.	KRAIGHER/ AGERER/ JAVORNIK 1995	fungal partner in mycorrhiza can be identified

5 CONCLUDING REMARKS

The application of modern biochemical and molecular methods in the research of biodiversity finds its place and justification in modern forestry science and practice. Terpenoids, enzyme and DNA markers have been successfully applied in the research of genetic diversity, inter- and intra-population analyses, biogeography, systematics and evolution, study of genotype variations and mutations, gene conservation, hybridisation, control of plant material, study of fungi, and plant improvement.

6 REFERENCES

ARBEZ, M. / BERNARD-DAGAN, C. / FILLON, C., 1974. Variabilité intraspécifique des monoterpènes de *Pinus nigra*.- Bilan des premiers résultats.- Ann. Sci. Forest., 31, 1, pp. 57-70.

BARADAT, PH. / BERNARD-DAGAN, C. / MARPEAN, A., 1979. Variation of terpene within and between populations of Maritime pine.- In: Rudin, D. (Ed) Proceedings of the IUFRO Conference on Biochemical Genetics of Forest trees, Umea, Sweden, 1978, pp. 151-168.

BARBAULT, R. / HOCHBERG, M. E., 1992. Population and community level approaches to studying biodiversity in international research programs.- *Acta Oecologica*, 13, 1, pp. 137-146.

BOJOVIĆ, R. S., 1995. Biodiversite du pin noir (*Pinus nigra* Arn.) en region mediterrannée.-These de doctorat: Biologie et Physiologie Végétale. Université d' Aix -Marseille III. Marseille, France.

CELLIS, C. A. / CREISSEN, G. P. / GORMAN, S.W. / TEASDALE, R. D., 1988. The 25 S and 18 S ribosomal DNAs from *Pinus radiata*.- In: Hanover, J.W. and Keathley, D.E. (Eds) Genetic manipulation at Woody Plants. Plenum Press, New York, P. 463.

CHELIAK, W. M. / ROGERS, D. L., 1990. Integrating biotechnology into tree improvement programs.- *Can. J. For. Res.*, 20, pp. 452-463.

COMPS, B. / THIEBANT, B. / PAULE, L. / MERZEAN, D. / LETOUZEY, J., 1990. Allozyme variability in beechwoods (*Fagus sylvatica* L.) over central Europe: spatial differentiation among and within populations.- *Heredity*, 65, pp. 407-417.

FADY, B., 1995. Geographic variation in *Abies cephalonica* and related eastern mediterranean *Abies* species from terpene and isozyme analysis: hypotheses on the phylogeny of eagens *Abies* species. Population genetics and genetic conservation of forest trees.- Baradat, W.T.Adms and G.Muller-Stark (Eds.) 1995, Amsterdam, pp. 171-179.

FINESCHI, S. / MALVOLI, E. / MORGANTE, M. / VENDRAMIN, G. / PACIUCCI, M., 1990. Erhaltung von Genressourcen bei der Kastanie (*Castanea sativa* Mill.).- In: Hattemer, H.H. (Ed) Erhaltung forstlicher Genressourcen. Schriften aus der Forsth Fak.d.Univ.Göttingen und der Nds. Forstl. Vers. Anst. 98, J.D.Sauerlander' s Verlag, Frankfurt, pp. 155-164.

FORREST, G. I., 1979. Monoterpenic variation in lodgepole pine and Scots pine.- In: Rudin, D. (Ed) Proceedings of the IUFRO Conference on Biochemical Genetics of Forest trees, Umea, Sweden, 1978, pp. 136-150.

FORREST, G. I., 1980. Seasonal and spatial variation in cortical monoterpene composition of sitka spruce oleoresin.- Can. J. For. Res., 10, pp. 452-457.

GAMS, W., 1993: Anamorphic species and nomenclature.- In: Reynolds, D.R., Taylor, J.W. (Eds) The fungal holomorph: mitotic, meiotic and pleomorphic speciation in fungal systematics.- CAB International, Wallingford, pp. 295-304.

HANOVER, J. W., 1966. Inheritance of 3-Carene Concentration In *Pinus monticola*.- Forest Science, 12, 4, pp. 447-450.

HANOVER, J. W., 1975. Comparative physiology of eastern and western white pines: Oleoresin composition and viscosity.- Forest Science, 22, pp. 214-221.

HAWKSWORTH, D. L., 1991: The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation.- Mycological Research 95, pp. 641-655

HUNTER, R. L. / MARKET, C. L., 1957. Histochemical demonstration of enzymes separated by zone electrophoresis in starch gels.- Science, 125, pp. 1294-1295.

KARJALAINEN, R. / KAMMIOVIRTA, K., 1994: Identification of *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., a root and rot disease of trees, by PCR fingerprinting.- In: Schots, A., Dewey, F.M., Oliver, R.P. (Eds): Modern assays for plant pathogenic fungi. Identification, detection and quantification. CAB International, Wallingford, pp. 111-116.

KIZAKOWA, M., 1982. Genetic differentiation of Scots pine populations. I. Genotypes.- Silva Fennica, 16, 2, pp. 200-205.

KRAIGHER, H. / AGERER, R. / JAVORNIK, B., 1995: Ectomycorrhizae of *Lactarius lignyotus* on Norway spruce, characterised by anatomical and molecular tools.- *Mycorrhiza*, 5, pp. 175-180.

LANGENTIEIM, J. H. / STUBBLEINE, W. H. / FOSTER, C. E., 1979. Effect of moisture stress on composition and yield in leaf resin of *Hymenaea courbaril*.- *Bioch. Syst. and Eco.*, 7, pp. 21-28.

LEIGH BROWN, A. J., 1989. Population genetics at the DNA level: a review of the contribution of restriction enzyme studies.- *Oxford Surv. Ecol. Biol.*, 6, pp. 207-242.

LEWONTIN, R. C. / HUBBY, J. L., 1966. A molecular approach to the study of genic heterozygosity in natural populations. II. Amount of variation and degree of heterozygosity in natural populations of *Drosophila pseudo obscura*.- *Genetics* (Austin), 54, pp. 595-609

LEWONTIN, R. C., 1974. The genetic basis of evolutionary change.- Columbia University Press, New York et London, 346 pp.

LOUKAS, M. / VERGINI, Y. / KRIMBAS, C. B., 1983. Isozyme variations and heterozygosity in *Pinus halepensis* L.- *Biochemical Genetics*, 21, 5-6, pp. 497-509.

LUMARET, R. / YACINE, A. / BERROD, A. / ROMANE, F. / LI, T. X., 1991. Mating system and genetic diversity in holm oak (*Quercus ilex*, L., Fagaceae).- In: *Biochemical markers in the population genetics of forest trees*. Fineschi, S., Malvolti, M.E., Cannata, F. and Hattermer, H.H. (Eds) SPB Academic Publishing Bv, the Hague, The Netherlands, pp. 149-153.

MARPEAU, A. / BARODAT, PH. / BERNARD-DAGAN, C., 1975. Les terpènes du pin maritime: aspects biologiques et genetiques.- *Ann. Sci. forest.*, 32, 4, pp. 185-203.

MICHAU, H., 1993. Etude de la variabilite genetique du Chene vert (*Quercus ilex* L.) a l'aide de marqueurs enzymatiques et moleculaires.- These de doctorat.

Biologie des organismes et Ecosystemes. Universite d Aix-Marseille III Marseille, France.

MILLS, P. R. / SREENIVASAPRASAD, S., / BROWN, A. E., 1994. Detection of the anthracnose pathogen *Colletotrichum*.- In: Schots, A., Dewey, F.M., Oliver, R.P. (Eds): Modern assays for plant pathogenic fungi. Identification, detection and quantification. CAB International, Wallingford, pp. 183-189.

MOORE, P. P., 1980. Developmental variation in volatile oil of blue spruce.- Ph.D.Thesis, Michigan State University, East Lansing, Michigan. 138 pp.

MUZIKA, R. M. / PREGITZER, K. S. / HANOVER, J. W., 1989. Changes in terpene production following nitrogen fertilization of grand fir (*Abies grandis* (Dougl.) Lindl.) seedlings.- *Oecologia*, 80, pp. 485-489.

NANCE, W. L. / NELSON, C. D., 1989. Restriction fragment length polymorphisms and their use in marker assisted selection in Southern pine improvement.- In: Proceedings 20th Southern Forest Tree Improvement Conference. Charleston, South Carolina. The National Technical Information Service, Springfield, Virginia, pp. 50-59.

NEALE, D. B. / SEEROFF, R. R., 1989. Paternal inheritance of chloroplast DNA and maternal inheritance of mitochondrial DNA in loblolly pine.- *Theor. Appl. Genet.*, 77, pp. 212-216.

NIKOLIĆ, D. / TUCIĆ, N., 1983. Isoenzyme variation within and among populations of European Black Pine (*Pinus nigra* Arnold).- *Silvae Genetica*, 32, 3-4, pp. 80-89.

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 1991: Ressources génétiques forestières, Informations n°18, FAO, Rome, pg 16.

PARKS, C. R. / WENDEL, J. F., 1990. Molecular divergence between Asian and North American species of *liriodendron* (*Magnoliaceae*) with implications for interpretation of fossil floras.- *Amer. J. Bot.*, 77, pp. 1243-1256.

PIELOU, E. C., 1975. *Ecological Diversity*.- John Wiley and Sons, New York.

PRAT, D. / LEGER, C. / BOJOVIĆ, S., 1992. Genetic diversity among *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. population.- *Acta Oecologica*, 13, 4, pp. 469-477.

REYNOLDS, D. R. / TAYLOR, J. W., 1991: DNA specimens and the "International Code of Botanical Nomenclature."- *Taxon*, 49, pp. 311-315.

ROBB, J. / HU, X. / PLATT, H. NAZAR, R., 1994: PCR-based assays for the detection and quantification of *Verticillium* species in potato.- In: Schots, A., Dewey, F.M., Oliver, R.P. (Eds): *Modern assays for plant pathogenic fungi. Identification, detection and quantification*. CAB International, Wallingford, pp.83-90.

ROBERTS, D. R., 1970. Within tree variation of monoterpene hydrocarbon composition.- *J. of pathology*.- 63, pp. 551-553.

ROSS, H. H., 1972. The origin of species diversity in ecological communities.- *Taxon*, 21, pp. 253-259.

SAIKI, R. K. / GELFAND, D. H. / STOFFEL, S. / SCHART, S-J. / HIGUCHI, R. / HORN, G. T. / MULLIS, K. B. / ERLICH, H. A., 1988. Primer directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase.- *Science*, 239, pp. 487-491.

SCHILLER, G., 1990. Variation in resin composition of the Italian cypress (*Cupressus sempervirens*) grown in Israel.- *Silva Genetica*, 39, 3-4, pp. 89-95.

SITBON, F. / GUSTAFSSON, P., 1988. Ribosomal DNA polymorphism in *Pinus sylvestris*.- In: Hanover, J.W. and Keathley, D.E. (Eds) *Genetic manipulation of Woody Plants*. Plenum Press, New York, pp. 485-486.

SMITHIES, O., 1955. Zone electrophoresis in starch gels. Group variations in the serum proteins at normal human adults.- *Biochemical Journal*, 61, pp. 629-641.

STAMMLER, G. / SEEMÜLLER, E., 1994: Detection of *Phytophthora fragariae* var. *rubi* in infected raspberry roots by PCR.- In: Schots, A., Dewey, F.M., Oliver, R.P. (Eds): *Modern assays for plant pathogenic fungi. Identification, detection and quantification*. CAB International, Wallingford, pp. 135-139.

STRAUS, S. H. / HOWE, G. T., 1990. An investigation at somatic variability Por ribosomal RNA gene number in old - growth Sitka spruce.- *Can. J. For. Res.*, 20, pp. 853-856.

SUGIYAMA, J. / NISHIDA, H. / SUH, S.-O., 1993: The paradigm of fungal diagnoses and descriptions in the era of molecular systematics: *Saitoella complicata* as an example.- In: Reynolds, D.R., Taylor, J.W. (Eds) *The fungal holomorph: mitotic, meiotic and pleomorphic speciation in fungal systematics*. CAB International, Wallingford, pp. 261-269.

TAYLOR, J., W., 1993. A contemporary view of the holomorph: nucleic acid sequence and computer databases are changing fungal classification.- In: Reynolds, D.R., Taylor, J.W. (Eds) *The fungal holomorph: mitotic, meiotic and pleomorphic speciation in fungal systematics*. CAB International, Wallingford, pp. 3-13.

VOGLER, D. R. / BRUNS, T.D., 1993: Use of molecular characters to identify holomorphs: an example from rust genus *Cronartium*.- In: Reynolds, D.R., Taylor, J.W. (Eds) *The fungal holomorph: mitotic, meiotic and pleomorphic speciation in fungal systematics*. CAB International, Wallingford, pp. 237-245.

WAGNER, D. B., 1992. Nuclear, chloroplast, and mitochondrial DNA polymorphisms as biochemical markers in population genetic analyses of forest trees.- *New Forests*, 6, pp. 373-390.

WILSON, E. O., 1989. Threats to biodiversity.- *Sci. Am.*, 261, pp. 108-116.

GDK 172.8 *Armillaria* spp.:443:(497.12)

RAZISKAVE ŠTOROVK (*ARMILLARIA* [FR. : FR.] STAUDE) V SLOVENIJI

Alenka MUNDA*

Izvleček

V raziskavi smo ugotovili, da je v Sloveniji razširjenih šest vrst štorovk: *Armillaria borealis*, *A. cepistipes*, *A. gallica*, *A. mellea*, *A. ostoyae* in *A. tabescens*. Vrste štorovk smo identificirali s križanjem s testnimi kulturami ter z analizo morfoloških značilnosti trosnjakov in micelija v čisti kulturi. V sestavku obravnavamo njihovo razširjenost, virulentnost in ekologijo. Najbolj pogosti in tudi najbolj virulentni sta vrsti *A. ostoyae* in *A. mellea*; prva povzroča odmiranje sadik in trohnobo v koreninah in dnišču debla pri iglavcih, druga pa sušenje listavcev, predvsem hrastov in sadnega drevja. Preostale vrste štorovk so pretežno saprofitske glive in zajedajo le oslabele drevje.

Ključne besede: *Armillaria* spp., poškodbe drevesnega rastja, ekologija, Slovenija

RESEARCH ON HONEY FUNUS (*ARMILLARIA* [FR. : FR.] STAUDE) IN SLOVENIA

Abstract

Six species of the genus *Armillaria* have been found in Slovenia: *Armillaria borealis*, *A. cepistipes*, *A. gallica*, *A. mellea*, *A. ostoyae* and *A. tabescens*. Compatibility tests as well as morphological studies of fruitbodies and mycelium in culture were used for species identification. Their distribution, pathogenicity and host range is discussed. The most common and the most virulent species are *A. ostoyae* and *A. mellea*, the first one killing young conifers and causing butt rot in spruce, the second one causing damage to oaks in oak forests and to fruit trees. Other species are mostly saprophytic and infect only senescent and weak trees.

Key words: *Armillaria* species, damage to tree growth, fungal ecology, Slovenia

* dr. dipl. inž. agr., Gozdarski inštitut Slovenije, 1000 Ljubljana, Večna pot 2, SLO

1 UVOD

Štorovke sodijo med najbolj pogoste in razširjene glive pri nas. Njihova vloga v gozdnem ekosistemu je zelo pestra. Žive kot paraziti na živem drevju, kot saprofiti pa razkrajajo les v odmrlih drevesnih delih. Parazitske vrste povzročajo trohnobo v koreninah in spodnjem delu debla. Zajedajo iglasto in listnato drevje, precejšnje škodo pa povzročajo tudi na kmetijskih zemljiščih.

Rod štorovk po Ainsworthovi delitvi uvrščamo v poddeblo prostotrosonic (*Basidiomycotina*), razred kožastih gliv (*Hymenomyces*), red lističark (*Agaricales*) in družino kolobarnic (*Tricholomataceae*). Rod je taksonomsko zelo težaven, saj združuje glive, ki so izredno variabilne in jih težko razlikujemo po morfoloških značilnostih trosnjakov. V literaturi najdemo opisanih več kot petdeset vrst štorovk. Zaradi enostavnosti so jih obravnavali kar kot zbirno vrsto *Armillaria mellea* s. l. in pri tem poudarjali, da gre za zelo polimorfen takson, ki ga po vsej verjetnosti sestavlja več vrst. Leta 1978 je finski raziskovalec Korhonen ugotovil, da je populacija štorovk v Evropi sestavljena iz sedmih genetsko izoliranih skupin, torej le iz sedmih vrst. Imenovali so jih *Armillaria borealis* Marxm. et Korh., *A. cepistipes* Velen., *A. ostoyae* (Romagn.) Herink, *A. mellea* (Vahl : Fr.) Kummer, *A. gallica* Marxm. et Romagn., *A. tabescens* (Scop. : Fr.) Dennis, Orton, Hora in *A. ectypa* (Fr.) Moreau (WATLING KILE GREGORY 1982, TERMORSHUIZEN ARNOLDS 1987).

V Sloveniji je prvi omenil štorovke Scopoli v delu *Flora Carniolica* (1772): na rastiščih v okolici Idrije je opisal vrsti *Agaricus tabescens* in *Agaricus putridus*. Kasneje so številni proučevalci mikoflore slovenskih pokrajin v popisih gliv omenjali, da so štorovke pogoste in zelo razširjene, vendar pa so navedli le malo njihovih najdišč: v Ljubljani in okolici (VOSS 1889 -1892), na rudniškem lesu v rudnikih v Trbovljah in Velenju (ŠARIĆ 1957), v preddinarskih gorskih pragozdovih (HOČEVAR 1885, HOČEVAR TORTIĆ 1975). V teh raziskavah so štorovke obravnavali kot zbirno vrsto *A. mellea*.

Namen našega dela je bil proučiti rod *Armillaria* s sodobnega taksonomskega gledišča ter raziskati razširjenost, ekologijo in virulentnost posameznih vrst štorovk.

2 METODA DELA

V letih 1988 - 1992 smo zbrali 168 primerkov štorovk s 115 lokacij. Nabirali smo trosnjake (v času fruktifikacije, od septembra do novembra), rizomorfe in primerke okuženega lesa s štorov in stoječih dreves. Zabeležili smo gostitelje in substrat, na katerem so rasli. Opisali smo morfološke značilnosti trosnjakov, jih posušili in shranili v herbariju na Gozdarskem inštitutu Slovenije.

Iz nabranih primerkov štorovk smo izolirali micelij v čisti kulturi. Za izolacijo smo uporabili gojišče iz sladnega agarja (1,5 %). Opazovali smo značilnosti micelija v čisti kulturi, predvsem obliko, razvejenost in hitrost rasti rizomorfov ter barvo in trdnost micelija.

Pri določevanju vrst smo uporabljali laboratorijsko metodo, t. i. mating test (KORHONEN 1978). Izolate štorovk smo križali s testnimi kulturami - haploidnimi izolati iz vseh evropskih vrst štorovk, katere kot referenčne izolate uporabljamo pri identifikaciji štorovk. Testne kulture nam je iz svoje zbirke poslal Korhonen. Uporabili smo štiriindvajset testnih kultur - štiri za vsako vrsto štorovk. Križali smo jih v petrijevkah na gojišču iz sladnega agarja. Petrijevke smo inkubirali pri sobni temperaturi in v temi. Rezultate križanja smo ocenili prvič po treh tednih in znova po šestih tednih. Opazovali smo makroskopske in mikroskopske spremembe, ki so nastale pri križanju in po tem sklepali ali izolata pripadata isti ali različnim vrstama. Pri križanju primerkov iz iste vrste (kompatibilno križanje) je nastala homogena kolonija, prekrila jo je skorjasta psevdostroma, rasti so začeli rizomorfi. Pri križanju izolatov iz različnih vrst (inkompatibilno križanje) teh znamenj ni bilo, izolata se nista zrasla, med njima se je oblikovala izrazita razmejivna proga.

Patogenost izolatov smo ocenili ob vzorčenju. Pri tem smo kot patogene obravnavali izolate, ki smo jih pridobili iz okuženega lesa, micelija in podlubnih

rizomorfov na stoječem drevju, kot saprofitske pa izolate iz podzemnih rizomorfov in trosnjakov, ki so rasli na štorih in lesnih ostankih.

Zemljepisno razširjenost vrst štorovk smo prikazali na kartah za kartiranje evropske flore (MUNDA 1992).

3 REZULTATI

Na podlagi križanj izolatov štorovk s testnimi kulturami in analize morfoloških značilnosti trosnjakov ter micelija v čisti kulturi smo ugotovili, da v Sloveniji raste šest vrst štorovk: *A. borealis*, *A. cepistipes*, *A. gallica*, *A. mellea*, *A. ostoyae* in *A. tabescens*. Najbolj pogosta je bila vrsta *A. ostoyae*. Našli smo jo na 48 najdiščih (57 primerkov). Druge vrste štorovk so bile manj pogoste in so se pojavljale lokalno. Vrsto *A. mellea* smo zabeležili na 32 najdiščih (36 primerkov), vrsto *A. cepistipes* na 26 najdiščih (30 primerkov), vrsto *A. gallica* na triindvajsetih (35 primerkov), vrsto *A. tabescens* na petih (šest primerkov) in vrsto *A. borealis* na treh najdiščih (štirje primerki). Pogostost posameznih vrst štorovk je bila odvisna od nadmorske višine, rastišča in biotskih dejavnikov (kompeticija antagonističnih gliv za hrano in prostor).

Vrste štorovk smo lahko zanesljivo identificirali le s križanjem s testnimi izolati, po morfoloških kriterijih pa le deloma. Za identifikacijo vrst so pomembne naslednje značilnosti trosnjakov: barva klobuka, razporeditev lusk na klobuku in betu, značilnosti zastiralca, oblika beta in zadebelitev dnišča beta, številnost in oblika rizomorfov, način njihove rasti ter prisotnost zaponk na septah hif. Po velikosti trosov ne moremo prepoznati in razlikovati vrst štorovk.

Vrste *A. borealis*, *A. cepistipes* in *A. ostoyae* smo izolirali večinoma iz iglavcev, vrste *A. mellea*, *A. gallica* in *A. tabescens* pa iz listavcev. Posamezne vrste štorovk so bile deloma specializirane na različne gostitelje, vendar specializacija ni bila popolna. Bolj izrazita je bila pri parazitskih vrstah oz. v parazitski fazi njihovega razvoja.

Tabela 1: Razporeditev izolatov štorovk po gostiteljih in patogenosti
 Table 1: *Armillaria* sp. classified according to their hosts and pathogenicity

VRSTA ŠTOROVK	GOSTITELJI	št. patogenih izolatov	št. nepatogenih izolatov
<i>A. borealis</i>	<i>Abies alba</i> , <i>Picea abies</i> <i>Fagus sylvatica</i>	1	3
<i>A. cepistipes</i>	<i>Abies alba</i> , <i>Picea abies</i> <i>Corylus avellana</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Quercus</i> sp., <i>Sambucus nigra</i> , <i>Salix</i> sp.	9 5	9 7
<i>A. gallica</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Castanea sativa</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Fraxinus</i> <i>esxcelsior</i> , <i>Malus domestica</i> , <i>Populus tremula</i> , <i>Prunus avium</i> , <i>Quercus</i> sp., <i>Salix caprea</i> <i>Picea abies</i>	5 1	25 4
<i>A. mellea</i>	<i>Abies alba</i> , <i>Picea abies</i> <i>Acer pseudoplatanus</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Corylus</i> <i>alvellana</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Juglans regia</i> , <i>Malus</i> <i>domestica</i> , <i>Prunus avium</i> , <i>P. domestica</i> , <i>Pyrus</i> <i>communis</i> , <i>Quercus</i> sp., <i>Tilia cordata</i> , <i>Vitis vin.</i>	1 19	6 10
<i>A. ostoyae</i>	<i>Abies alba</i> , <i>Picea abies</i> , <i>P. omorika</i> , <i>Pinus</i> <i>strobus</i> , <i>Pseudotsuga menziesii</i> <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Prunus domestica</i> , <i>Quercus</i> sp.	28 6	10 13
<i>A. tabescens</i>	<i>Pinus sylvestris</i> <i>Quercus</i> sp.	1 1	4

4 RAZPRAVA IN SKLEPI

Rod štorovk v Evropi obsega le sedem vrst, vendar je taksonomsko zelo težaven. Edini zanesljiv način za identifikacijo vrst štorovk je križanje s testnimi kulturami. Metoda je zapletena in zamudna, vezana je na delo v laboratoriju in je za uporabnike največkrat preveč zahtevna. Po morfoloških značilnostih trosnjakov ni mogoče vselej z gotovostjo prepoznati vrst štorovk. Izjema je vrsta *A. tabescens*, za katero je značilno, da na betu nima zastiralca in

jo zato zlahka razlikujemo od drugih vrst. Med vrstami, ki imajo zastiralce, pa nekoliko lažje prepoznamo le vrsto *A. mellea* - po bazidijih, na katerih nikoli ni zaponk, najtežje pa razlikujemo med vrstama *A. cepistipes* in *A. gallica*.

Najbolj pogosta vrsta štorovk pri nas je *A. ostoyae*. Raste predvsem na iglavcih in je razširjena povsod po Sloveniji. Je parazitska gliva, vendar le redko primarni parazit. Večjo škodo povzroča na drevju, ki raste na neprimernih rastiščih, je izpostavljeno neugodnim podnebnim razmeram in drugim dejavnikom, ki slabe vitalnost dreves. Zaradi okužbe s to glivo pogosto propadejo sadike, ki jih posadijo na okuženem rastišču. V sestojih iglavcev je ta vrsta dominantna in pogosto tudi edina vrsta štorovk. Na listavcih živi kot gniloživka na starem in odmrlem drevju in ne povzroča škode. Največkrat jo najdemo na hrastih. Iz številnih raziskav je znano, da so odmrli deli listavcev zelo dober substrat za saprofitski razvoj štorovk, tudi vrst, ki v parazitski fazi žive na iglavcih (GUILLAUMIN in sod. 1993).

Nasprotno pa vrsta *A. mellea* zajeda večinoma listavce. Raste v nižinah, redkeje v hribovitem svetu in do 900 m nadmorske višine. Pogosta je v hrastovih gozdovih, kjer raste skupaj s vrsto *A. gallica*. Za to vrsto lahko ugotovimo, da med gozdnim drevjem najbolj ogroža hrast, na kmetijskih zemljiščih pa povzroča sušenje sadnega in okrasnega drevja ter grmičevja. Njena vloga pri propadanju hrastov je še v veliki meri nepojasnjena. Pojavlja se tudi na iglavcih, največkrat na smreki, a le kot gniloživka na odmrlem lesu. Pogosto pa povzroči sušenje sadik iglavcev, ki jih posadijo na krčevino okuženega listnatega gozda.

Druge vrste štorovk so pretežno saprofiti in redko povzročijo trohnobo. Vrsti *A. gallica* in *cepistipes* živita kot gniloživki na štorih in na odmrlem drevju in zajedata le oslabele drevje. Vrsti sta v Sloveniji pogosti in razširjeni. *A. gallica* pogosto živi kot fakultativni parazit na hrastih. V hrastovih sestojih je veliko pogostejša kot bolj patogena vrsta *A. mellea*. Značilno za to vrsto je, da površinsko okuži korenine in živi na njih kot epifit vse dokler korenine toliko ne oslabijo, da jih lahko okuži. Vrsta *A. cepistipes* pa raste večinoma na iglavcih, pogosto skupaj z vrsto *A. ostoyae*. Pri nas ima širši krog gostiteljev in je pogostejša kot drugod po Evropi, kjer raste predvsem v hribovitem svetu, v

nižinah pa prevladuje vrsta *A. gallica* (GUILLAUMIN in sod. 1993). Za obe vrsti je značilno, da oblikujeta veliko rizomorfov. Gost preplet rizomorfov najdemo pod lubjem starih štorov (podlubni rizomorfi) in v zgornji plasti tal (podzemni rizomorfi). So čvrsti, debeli in v tleh zelo obstojni. Pri vrsti *A. gallica* zrastejo 0,3 - 0,6 m na leto (RISHBETH 1991).

Nastanek in širjenje okužbe sta pri različnih vrstah štorovk različna. Odvisna sta od njihove virulentnosti, tvorbe rizomorfov, hitrosti razgrajevanja lesa, fruktifikacije. Vrsti *A. gallica* in *A. cepistipes* imata dolge, robustne in hitro rastoče podzemne rizomorfe, s katerimi se hitro širita in naselita v nov substrat. Nasprotno pa bolj virulentna vrsta *A. ostoyae* oblikuje manj rizomorfov. Razširja se predvsem z bazidiosporami, ki naselijo površino sveže posekanih štorov, okužijo pa tudi večje rane na stoječem drevju. Posamezni osebki so pri tej vrsti manjši kot pri drugih vrstah štorovk, kar potrjuje, da so za njeno razširjanje pomembne predvsem bazidiospore in manj vegetativni micelij ter podzemni rizomorfi. Tudi pri vrsti *A. mellea* najdemo le malo rizomorfov, so krhki in neobstojni ter zato za širjenje okužbe manj pomembni. Gliva se razširja največ z micelijem, ki preide iz okuženih v zdrave korenine na mestih, kjer se le-te zraščajo.

V hrastovih gozdovih raste tudi vrsta *A. tabescens*. Gobarji jo imenujejo dobova mraznica ali brezobročna štorovka. Njeni trosnjaki v septembru in oktobru rastejo v gostih šopih na dniščih odmrlih dreves in na štorih. Ta vrsta štorovk raste v sredozemskih deželah in v Angliji, pojavlja pa se lokalno, praviloma v nižinskih hrastovih gozdovih (GUILLAUMIN in sod. 1993).

Zanimivo je, da pri nas raste tudi vrsta *A. borealis*. To je borealna vrsta in je razširjena predvsem v Skandinaviji, posamezna najdišča pa so tudi v hribovitem svetu na Irskem, v Nemčiji, Avstriji in na severu Francije (GUILLAUMIN in sod. 1993). Pri nas jo najdemo na Pokljuki in v dolini Male Pišnice, na nadmorski višini nad 1000 m. Ta najdišča so med najbolj južnimi, kar so jih doslej odkrili in predstavljajo južne meje areala razširjenosti vrste *A. borealis* v Evropi. Tudi vrsta *A. borealis* je pretežno saprofitska gliva. V skandinavskih deželah, kjer je najbolj

razširjena, pa povzroča trohnobo na oslabelem drevju na slabših rastiščih (KORHONEN 1978).

Izmed vrst, ki so jih doslej našli in opisali v Evropi, pri nas nismo našli le vrste *A. ectypa*. Tako kot *A. tabescens* tudi ta vrsta nima zastiralca. Raste na šotnem mahu na visokih barjih ponekod v srednji in severni Evropi (KORHONEN 1978). Poznajo le malo njenih rastišč in so jo uvrstili na seznam ogroženih vrst gliv.

5 SUMMARY

Members of the genus *Armillaria* are parasitic fungi that cause root rot and, often, the dying of trees. The intention of this research was to study the species composition, ecology and virulence of the *Armillaria* species in Slovenia. From 1988 to 1992 we collected 168 specimens from different climatic and geographical regions of Slovenia. The species of the *Armillaria* genus are very variable and their identification is possible only through compatibility tests using the method introduced by the Finnish researcher KORHONEN (1978). We have used this method to identify Slovenian species of the *Armillaria* genus. Six species were found: *Armillaria borealis*, *A. cepistipes*, *A. gallica*, *A. mellea*, *A. ostoyae* and *A. tabescens*. The most widely spread and common is *A. ostoyae*. Other species are less common and appear locally. Individual species of the *Armillaria* genus have adapted to various hosts but the adaptations are not complete. In the saprophytic phase they live on stumps and in the wooden remains of various tree species, while in the parasitic phase of development they become more specialised. *A. ostoyae* infects conifers, particularly spruce trees, and causes rot in the roots and butt, as well as dying of younger trees. *A. mellea* infects deciduous trees, most often oaks. It is also very common on farming lands where it causes the dying of orchard trees and vines. Other species of the *Armillaria* genus are mostly saprophytes or facultative parasites which infect trees that are weakened by other factors. *A. gallica* grows mostly on deciduous trees and *A. cepistipes* on conifers. The species *A. tabescens* and *A. borealis* are very rare in our region, the former is found only in oaks, while the latter is a boreal species and is found in spruce, fir and beech trees in the alpine

phytogeographical area. The growth sites of this fungus in Slovenia are at the most southern boundary of the spread of this species in Europe.

6 VIRI

GUILLAUMIN, J. J./ MOHAMMED, C./ ANSEMI, N./ COURTECUISSÉ, R./ GREGORY, S. C./ HOLDENRIEDER, O./ INTINI, M./ LUNG, B./ MARXMÜLLER, H./ MORRISON, D./ RISHBETH, J./ TERMORSHUIZEN, A. J./ TIRRÓ, A./ VAN DAM, B., 1993. Geographical distribution and ecology of the *Armillaria* species in Western Europe. - Eur. J. For. Path., 23, 6, s. 321 - 341.

HOČEVAR, S., 1985. Preddinarski gorski pragozdovi. Strokovna in znanstvena dela - Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo in Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, s. 142 - 239.

HOČEVAR, S./ TORTIĆ, M., 1975. Višja mikoflora v Krakovskem gozdu. - Gozdarski vestnik, 33, 7 - 8, s. 337 - 365.

KORHONEN, K., 1978. Interfertility and clonal size in the *Armillariella mellea* complex. - Karstenia, 18, s. 31 - 42.

MUNDA, A., 1992. Rod štorovk *Armillaria* (Fr. : Fr.) Staude. Vrstna sestava in razširjenost v Sloveniji ter poskusi križanja. - Magistrsko delo, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 87 s.

RISHBETH, J., 1991. *Armillaria* in an ancient broadleaved woodland. - Eur. J. For. Path. 21, 4, s. 239 - 249.

SCOPOLI, J. A., 1772. Flora Carniolica. - Ed. secunda. Vindobonae.

ŠARIĆ, A., 1957. Prilog poznavanju mikoflore nekih jugoslavenskih rudnika ugljena. - Acta. bot. croat., 16, s. 113 - 128.

TERMORSHUIZEN, A./ ARNOLDS, E., 1987. On the nomenclature of the European species of the *Armillaria mellea* group. - Mycotaxon, 30, s. 101 - 116.

VOSS, W., 1889 - 1892. Mycologia Carniolica. - Berlin, R. Friedländer und Sohn.

WATLING, R./ KILE, G. A./ GREGORY, N. M., 1982. The genus *Armillaria* - nomenclature, typification, the identity of *Armillaria mellea* and species differentiation. - Trans. Br. mycol. Soc., 78, 2, s. 271 - 285.

GDK 172.8 *Cyclaneusma niveum*:172.8 *Cyclaneusma minus*

RAZLIKA V *IN VITRO* RASTI GLIV *Cyclaneusma niveum* (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter IN *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter KOT POKAZATELJ NJIHOVE VRSTNE RAZLIČNOSTI

Maja JURC*, Naresh MAGAN**

Izvleček

Vrsti *Cyclaneusma niveum* (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter in *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter so opisali kot različni vrsti šele leta 1973, dotlej so ju obravnavali kot eno vrsto. Obstaja precejšnja morfološka podobnost micelijev, spolnih in nespolnih trosišč ter spolnih in nespolnih trosov. V prispevku je ugotovljeno, da je rast micelija teh dveh vrst signifikantno različna. Razlika je opazna na 1% sladnem agarju (MEA) s pH=6,3-6,5 pri različnih temperaturah rasti (10, 20, 25, 30, 35⁰C) in tudi pri pH = 4,5 in različnih temperaturah rasti (10, 25, 35⁰C).

Ključne besede: Cyclaneusma niveum, Cyclaneusma minus, mikologija, rast, in vitro, vrstna različnost

DIFFERENCE ON *IN VITRO* GROWTH OF FUNGI *Cyclaneusma niveum* (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter AND *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter AS AN INDICATOR OF THEIR SPECIES DIFFERENCES

Abstract

Fungal species *Cyclaneusma niveum* (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter and *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter were only described as different species in 1973, up to that time they were treated as one species. Considerable morphological similarity of mycelia, anamorfs and teleomorfs, asexual and sexual spores exists between species. There is a significant difference between the speed of growth of mycelia of *C. niveum* and *C. minus*. The difference is noticeable on 1% MEA with pH=6,3-6,5, at all analysed temperatures (10, 20, 25, 30, 35⁰C) and pH=4,5 at the temperatures (10, 25, 35⁰C).

Key words: Cyclaneusma niveum, Cyclaneusma minus, mycology, growth, in vitro, species differences

* dr., dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SLO

** dr., dipl. inž. agr., Cranfield Biotechnology Centre, University Cranfield, UK

1 UVOD

Vrsti *Cyclaneusma niveum* (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter in *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter so definirali šele leta 1973, dotlej so ju obravnavali kot eno vrsto (BUTIN 1973).

Cyclaneusma niveum (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter (Rhytismataceae, Discomycetes, Ascomycotina).

Do leta 1983 je bila vrsta znana pod imenom *Naemacyclus niveus* (Pers.: Fr.) Fuck. ex Sacc.. Ni jasno, ali material, iz katerega je bila izolirana in opisana ta vrsta, še obstaja. Če ne, bi lahko Persoonova ilustracija iz leta 1822 služila kot lektotip (DICOSMO PEREDO MINTER 1983). Butin je leta 1973 na osnovi morfoloških razlik micelija ter spolnih in nespolnih trosišč dokazal, da je *Naemacyclus niveus* razdeljena na dva tipa: A in B. Tip A je že opisana vrsta *N. niveus*, tip B je nova vrsta *Naemacyclus minor*. DiCosmo s sod. je leta 1983 preimenoval rod *Naemacyclus* v *Cyclaneusma*, vrsto *Naemacyclus niveus* v *Cyclaneusma niveum*, *Naemacyclus minor* pa v *Cyclaneusma minus*. Referenčni material za *C. niveum* so fruktifikacije na iglicah črnega bora, Hedemünden, West Germany, 17.VI. 1971, leg. H. Peredo, ZT, neotip; IMI 12104, 30578, 174939, 243596 (DICOSMO PEREDO MINTER 1983). Na naravnem materialu (predvsem na iglicah *Pinus halepensis* Mill., *Pinus nigra* Arn., *Pinus pinaster* Mill.) oblikuje piknidije široke 120-220 µm, piknospore dolžine 12-16 µm ter apotecije velikosti 560-900 x 230-340 µm in askospore 91,0-100 x 2,5-3,5 µm. Večina avtorjev, ki so raziskovali *C. niveum*, meni, da je vrsta nepatogena (SINCLAIR LYON JOHNSON 1987, KARADŽIĆ 1986, GREMMEN 1959). O nejasnostih glede patogenosti *C. niveum* poroča GLAVAŠ (1981). KARADŽIĆ (1983) ugotavlja, da v nepreredčenemu, 15-20 let staremu pomladku črnega bora ta vrsta povzroča osip iglic vseh letnikov, razen iglic tekoče vegetacijske sezone.

Cyclaneusma minus (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter (Rhytismataceae, Discomycetes, Ascomycotina).

Referenčni material za *C. minus* so trosišča na iglicah *Pinus radiata*, Valdivia, Čile, 12.XI. 1969, leg. H. Peredo, ZT, holotip; na iglicah *Pinus sylvestris*, IMI 224261, 225823, 229735, 229736, 230371, 230372, 232182, 233581b; Saccardo

Myc.Ital.681, FH (DICOSMO PEREDO MINTER 1983). Na naravnem materialu oblikuje piknidije s premerom 100-120 μm , piknospore dolžine 6-9,5 μm , apotecije dolge 190-580 μm in široke 140-240 μm , askospore pa dolge 81,8-92,5 μm in široke 2,5-3,0 μm . Vrsta *C. minus* ima številne gostitelje iz rodu *Pinus* (*P. caribaea* Morelet, *P. contorta* Loud., *P. flexilis* James, *P. jeffreyi* Grev. et Balf., *P. montana* Mill., *P. patula* Schlechtend. et Cham., *P. ponderosa* Dougl. ex Laws., *P. radiata* D.Don, *P. sabiniana* Dougl., *P. strobus* L., *P. sylvestris* L., *P. uncinata* Mill. ex Mirb., *P. wallichiana* Jacks. in *P. nigra* Arn.) (BUTIN 1973). *C. minus* je patogen, ker povzroča nekrozo in osip iglic vrst rodu *Pinus* (KISTLER MERRILL 1978, KARDŽIĆ ZORIĆ 1981, KARADŽIĆ 1980, 1983, 1986, GADGIL 1984, WENNER MERRILL 1986, 1990, BULLMAN 1988, KOWALSKI 1988, MERRILL s sod. 1990, PETERSON 1981, MILLAR 1980).

2 METODE DE LA

2.1 METODE IZOLACIJE GLIV

Metoda izolacije je opisana (JURC GOGALA 1996).

2.2 METODA RAZISKAVE RASTI GLIV PRI RAZLIČNIH TEMPERATURAH TER PRI pH=4,5 IN pH=6,3-6,5.

Glivni izolati

Uporabljeni glivni izolati in njihov izvor so prikazani v preglednici 1. Glivi, ki smo ju uporabili v analizah, sta bili do pričetka poskusov gojeni na 2% sladnem agarju (Malt Extract, Biolife S.r.l., 20 g l⁻¹; Agar Bios Special LL, Biolife S.r.l., 20 g l⁻¹) v epruveh pri temperaturi +4⁰ C v hladilniku. Da bi dobili večjo količino inokuluma, smo glive precepljali na 2% sladni agar v plastične petrijevke s premerom 90 mm ter jih gojili na sobni temperaturi do uporabe.

Preglednica 1: Glivi, uporabljeni v analizah njihovih bioloških značilnosti, ter njihov izvor

Table 1: Fungi, used in analysis of their biological activity and their sources

Vrsta glive	Izolat v živi kolekciji	Nahajališče	Substrat (iglice)	Datum vzorčenja
<i>Cyclaneusma niveum</i>	LJUfu3-135	Krnica	2 leti, bazni segment	11.1.1995
<i>Cyctyneusma minus</i>	LJUfu3-21	Smolnik	4 leta, srednji segment	7.03.1994

Hranilna podlaga

V vseh poskusih smo uporabili sladni agar (10 g l⁻¹ Malt Extract, 20 g l⁻¹ agar, Lab. M. Bury, Lancs. pH=6,3-6,5). Odtehtani količini sladnega ekstrakta in agarja smo dodali 1 l destilirane vode in mešanico 20 min. sterilizirali z avtoklaviranjem na 15 p.s.i. (Portoclave).

Inokulacija in meritve

Delno ohlajen medij smo prelili v 90 mm široke petrijevke ter ga inokulirali z 2 mm velikim izvrtkom agarja z glivnim micelijem, ki smo ga vzeli z zunanjšega roba 14 dni stare čiste glivne kulture.

V vseh poskusih smo premer podgobja merili radialno v dveh pravokotnih smereh do 57. dneva rasti podgobja. Med inkubacijo so bile petrijevke shranjene v sterilnih plastičnih vrečkah, da bi preprečili morebitne okužbe micelija in izhlapevanje vode. Hitrost rasti in standardna napaka sta bili izračunani iz linearnih delov raste krivulje (MAGAN LACEY 1984, 1985). Vsi poskusi so bili opravljeni v treh ponovitvah.

Vpliv temperature na rast gliv

1% sladni agar (1% malt, 2% agar, v nadaljevanju 1% MEA) smo prelili v 90 mm široke petrijevke. Testne glivne vrste smo inokulirali, kot je opisano zgoraj, in jih gojili v temi pri temperaturah 10, 20, 25, 30 in 35⁰C v klimakomorah.

Vpliv kislosti podlage in temperature na rast gliv

Steriliziranemu 1% MEA smo umerili pH vrednost na 4,5 z 1M HCl in 1M NaOH, ki smo ju sterilizirali s filtriranjem (Millipore, 20 μm) (DAWSON s sod. 1986). Na tako pripravljen medij smo inokulirali testne glive ter jih 57 dni gojili pri temperaturah 10, 20, 25, 30 in 35⁰C v klimakomorah.

Vpliv temperature ter pH in temperature na sporulacijo gliv

Sporulacijo smo registrirali na osnovi mikroskopskega pregleda kultur kot prisotno ali odsotno, nismo pa je količinsko opredeljevali.

Statistične metode

Primerjanje hitrosti rasti gliv *C. niveum* in *C. minus* smo opravili z ocenjevanjem povprečne rasti gliv in primerjanjem njihovih standardnih napak (Faktorska analiza: Multipla Regresija).

3 REZULTATI

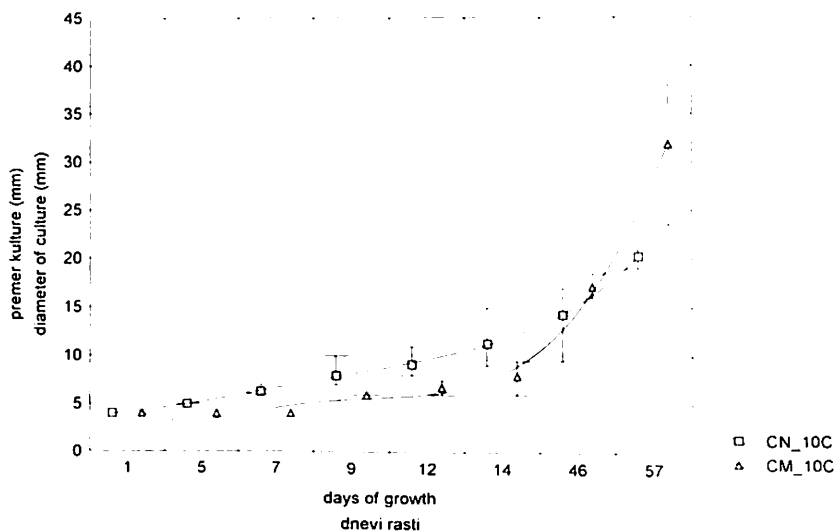
C. niveum oblikuje v kulturi na MEA bel, gost in enakomerno razraščen micelij, piknidije s premerom 250-600 μm , piknospore dolžine 9,0-15,5 μm , v kulturi na omenjeni hranilni podlagi ne oblikuje apotecijev (BUTIN 1973). V naših poskusih so se oblikovali apoteciji na segmentih iglic, ki so bili položeni na hranilno podlago. *C. niveum* prirašča optimalno pri temperaturah 20-25⁰C. Trosišča oblikuje pri vseh temperaturah (razen pri 10⁰ C), pri 30⁰C po 11. dneh rasti, pri 35⁰C pa po 15. dneh rasti. Pri pH = 4,5 raste pri vseh analiziranih temperaturah (10, 25, 35⁰C) in ne oblikuje trosišč.

C. minus oblikuje v kulturi na MEA bel, neenakomerno razraščen, vrzelast micelij, piknidije s premerom 150-250 μm , piknospore dolžine 6,5-8,0 μm , v kulturi na omenjeni podlagi oblikuje apotecije (BUTIN 1973). V naših poskusih so se apoteciji oblikovali samo na segmentih iglice, ki so bili položeni na hranilno podlago in v njihovi neposredni bližini. Gliva *C. minus* optimalno raste pri temperaturi 25-35⁰C, trosišča začenja oblikovati pri 20⁰C, intenzivno jih oblikuje

pri temperaturi 25⁰C, pojavljajo se še pri temperaturi 30⁰C. Pri pH = 4,5 raste pri vseh analiziranih temperaturah (10, 25, 35⁰C).

Primerjava rasti gliv *C. niveum* in *C. minus*

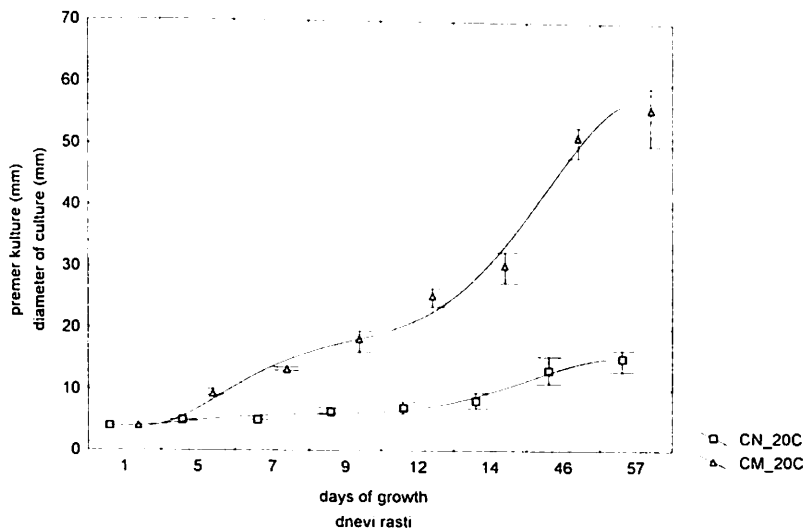
Obstaja precejšnja morfološka podobnost micelijev, spolnih in nespolnih trosišč ter spolnih in nespolnih trosov. Ugotavljamo pa, da je rast micelija teh dveh vrst signifikantno različna. Razlika je opazna na standardnem gojišču (1% sladni agar /MEA/, pH=6,3-6,5) pri različnih temperaturah rasti (10, 20, 25, 30, 35⁰C) in tudi na pH = 4,5 pri različnih temperaturah rasti (10, 25, 35⁰C).



Grafikon 1: Primerjava rasti micelija *C. niveum* in *C. minus* pri temperaturi 10⁰C (prikazane srednje, maksimalne in minimalne vrednosti)

Graph 1: Comparison of growth of *C. niveum* and *C. minus* on 10⁰C (mean, maximum and minimum values are represented)

Ocena povprečne rasti *C. niveum* je $B = 0,3494$, standardna napaka pa 0,0358, za *C. minus* je $B = 0,7064$, standardna napaka pa 0,7260.



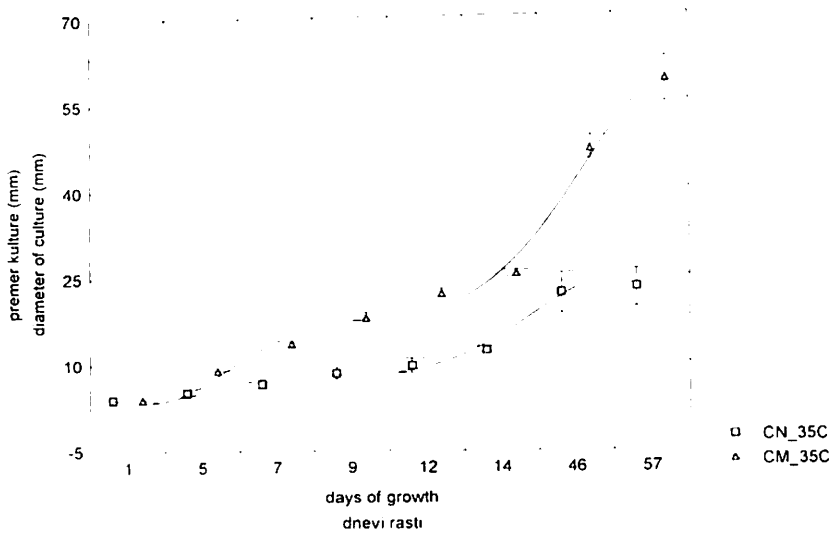
Grafikon 2: Primerjava rasti micelija *C. niveum* in *C. minus* pri temperaturi 20°C (prikazane srednje, maksimalne in minimalne vrednosti)

Graph 2: Comparison of growth of *C. niveum* and *C. minus* on 20°C (mean, maximum and minimum values are represented)

Ocena povprečne rasti *C. niveum* je $B = 0,2697$ in standardna napaka 0,0193, pri *C. minus* pa je $B = 1,2055$ in standardna napaka 0,0786.

Pri 25°C je ocena povprečne rasti *C. niveum* $B = 0,5808$ in standardna napaka 0,0356, ocena povprečne rasti *C. minus* pa je $B = 1,2155$ in standardna napaka 0,2034.

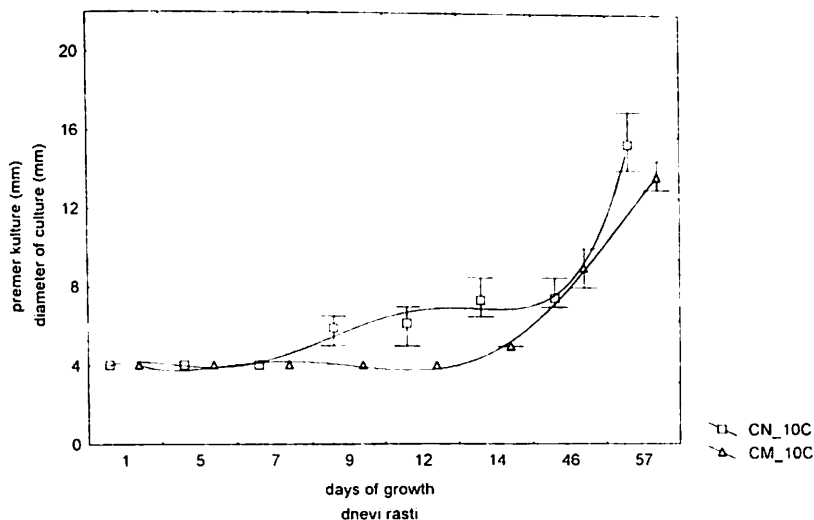
Pri 30°C je ocena povprečne rasti *C. niveum* $B = 0,9459$ in standardna napaka 0,0836, ocena povprečne rasti *C. minus* pa je $B = 1,2560$ in standardna napaka 0,1320.



Grafikon 3: Primerjava rasti micelija *C. niveum* in *C. minus* pri temperaturi 35⁰ C (prikazane srednje, maksimalne in minimalne vrednosti)

Graph 3: Comparison of growth of *C. niveum* and *C. minus* on 35⁰C (mean, maximum and minimum values are represented)

Ocena povprečne rasti *C. niveum* je $B = 0,4788$ in standardna napaka 0,0375, pri *C. minus* pa je $B = 1,2312$ in standardna napaka 0,0393.



Grafikon 4: Primerjava rasti micelija *C. niveum* in *C. minus* na pH = 4,5 pri temperaturi 10⁰ C (prikazane srednje, maksimalne in minimalne vrednosti)

Graph 4: Comparison of growth of *C. niveum* and *C. minus* on pH=4,5 and 10⁰C (mean, maximum and minimum values are represented)

Ocena povprečne rasti *C. niveum* je $B = 0,2208$ in standardna napaka 0,0422, pri *C. minus* pa je $B = 0,2836$ in standardna napaka 0,0250.

Na pH = 4,5 ter pri temperaturi 25⁰ C je ocena povprečne rasti *C. niveum* $B = 0,2382$ in standardna napaka 0,0281, pri *C. minus* pa je $B = 0,3933$ in standardna napaka 0,0236.

Na pH = 4,5 ter pri temperaturi 35⁰ C je ocena povprečne rasti *C. niveum* $B = 0,5972$ in standardna napaka 0,0941, pri *C. minus* pa je $B = 0,2987$ in standardna napaka 0,0270.

Primerjava rasti obeh gliv na 10⁰C kaže, da *C. niveum* raste pri tej temperaturi hitreje, pri vseh ostalih testiranih temperaturah pa zaostaja v rasti za *C. minus*. Pri pH=4,5 in 10⁰C raste *C. niveum* hitreje kot *C. minus*, pri ostalih testiranih temperaturah pa v rasti zaostaja.

Ugotavljamo, da obstaja signifikantna razlika v povprečni rasti micelijev *C. niveum* in *C. minus*, ki rasteta pri različnih temperaturah (10, 20, 25, 30, 35⁰C) ter pH = 4,5 in različnih temperaturah (10, 25, 35⁰C).

4 RAZPRAVA IN SKLEPI

Ekofiziologija nižjih gliv je relativno slabo raziskana. Predstavlja pa pomembno področje za razumevanje pojavljanja, delovanja in tudi sistematske opredelitve glivnih taksonov. Raziskave nekaterih bioloških lastnosti glive *C. minus* (KARADŽIĆ ZARIĆ 1981) potrjuje naše izsledke o optimalnih temperaturah rasti glive *C. minus*. Primerjavo rasti micelijev gliv *C. niveum* in *C. minus* v kontroliranih pogojih smo uporabili za potrditev sistematske opredelitve teh glivnih taksonov.

Signifikantna razlika med hitrostjo rasti micelijev gliv *C. niveum* in *C. minus* pri vseh analiziranih temperaturah (10, 20, 25, 30, 35⁰C) ter na pH=4,5 in temperaturah 10, 25 in 35⁰C potrjuje trditve, da sta *C. niveum* in *C. minus* dve različni vrsti.

5 SUMMARY

Fungal species *Cyclaneusma niveum* (Pers.: Fr.) DiCosmo, Peredo & Minter and *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter were only described as separate species in 1973. Until then they were considered to be a single species. There is a considerable morphological similarity among mycelia, anamorfs, telemorfs, asexual and sexual spores (BUTIN 1973). We have studied the *in vitro* effect of various temperatures (10, 20, 25, 30, 35⁰C) and acidity of the nutrient substrat pH=4,5 and temperatures 10, 25 and 35⁰C for *C. niveum* and *C. minus* on the standard nutrient substrat (1% MEA, pH=6,3 - 6,5).

A significant difference in mycelium growth rates in *C. niveum* and *C. minus* fungi at all experimental temperatures, combinations of temperatures, and substrate acidity pH=4,5 confirms the assumption that *C. niveum* and *C. minus* are two different species.

6 VIRI

BULLMAN, L. S., 1988. Incidence and severity of *Cyclaneusma* needle-cast in fifteen *Pinus radiata* plantations in New Zealand. - *New Zealand Journal of Forest Science*, 18, 1, s. 92-100.

BUTIN, H., 1973. Morphologische und taxonomische Untersuchungen an *Naemacyclus niveus* (Pers. ex Fr.) Fuck. ex Sacc. und verwandten Arten. - *Eur. J. For. Path.*, 3, s. 146-163.

DAWSON, R. M. C. / ELLIOTT, C. D. / ELLIOTT, W. H. / JONES, M. K., 1986. Data for Biochemical Research. - Third Edition. Oxford Science Publications, Oxford University Press, New York, 427 s.

DICOSMO, F. / PEREDO, H. / MINTER, D. W., 1983. *Cyclaneusma* gen. nov., *Naemacyclus* and *Lasiostrictis*, a nomenclatural problem resolved. - *Eur. J. For. Path.*, 13, s. 206-212.

GADGIL, P. D., 1984. *Cyclaneusma* (*Naemacyclus*) needle-cast of *Pinus radiata* in New Zealand. 1: Biology of *Cyclaneusma minus*. *New Zealand Journal of Forest Science*, 14, 2, s. 179-196.

GLAVAŠ, M., 1981. Prilog poznavanju proširenosti glive *Naemacyclus niveus* Fuck. ex Sacc. na borovim iglicama u SR Hrvatskoj. - *Zaštita bilja*, 32, 2, s. 155-159.

GREMMEN, J., 1959. A Contribution to the Mycoflora of Pine Forests in the Netherlands. - *Nova Hedwigia*, 1, 3-4, s. 267-287.

JURC, M. / GOGALA, N., 1996. Biokemijske analize (API ZYM testi) dominantnih parazitskih in saprofitskih gliv iglic črnega bora (*Pinus nigra* Arn.). - *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 48, s. 35-51.

KARADŽIĆ, D. / ZORIĆ, R., 1981. Prilog poznavanju biologije gljive *Naemacyclus minor* Butin.-prouzrokovala osipanja četina belog bora. - *Zaštita bilja*, 32,1, s. 79-90.

KARADŽIĆ, D., 1980. Current research on conifer needle diseases. - *Proc. IUFRO W. P. on Needle Diseases*, Sarajevo, 1980, s. 99-101.

- KARADŽIĆ, D., 1983. Bolesti četina crnog bora (*Pinus nigra* Arn.). - Zaštita bilja, 34,3, s. 329-342.
- KARADŽIĆ, D., 1986. Proučavanje bioekologije gljive *Dothistroma pini* Hulbary - prouzrokovača osipanja četina crnog bora. - Doktorska disertacija, Beograd, 327 s.
- KISTLER, B. R. / MERRILL, W., 1978. Etiology, Symptomology, Epidemiology, and Control of *Naemacyclus* Needlecast of Scotch Pine. - *Phytopathology*, 68, s. 267-271.
- KOWALSKI, T., 1988. *Cyclaneusma (Naemacyclus) minus* an *Pinus sylvestris* in Polen. - *Eur. J. For. Path.*, 18, s. 176-183.
- MAGAN, N. / LACEY, J., 1984. Effect of temperature and pH on water relations of field and storage fungi. - *Trans. Br. mycol. Soc.*, 82, 1, s. 71-81.
- MAGAN, N. / LACEY, J., 1985. Interactions between field, and storage fungi on wheat grain. - *Trans. Br. mycol. Soc.*, 85, 1, s. 29-37.
- MERRILL, W. / ZANG, L. E. / BRAEN, S. N. / WENNER, N. G., 1990. Formation and Maturation of Apothecia of *Cyclaneusma Minus*. - V: *Recent Research on Foliage Diseases*, U.S. Dept. Agr. For. Serv. Gen. Tech. Rept. WO-56, s. 22-26.
- MILLAR, C. S., 1980. Infection processes on conifer needles. - V: *Microbial Ecology of the Phylloplane*, Academic Press, London, s. 185-209.
- PETERSON, G. W., 1981. Pine and juniper diseases in the Great Plains. - *USDA Forest Service General Technical Report RM-86*, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins, Colo, 47 s.
- SINCLAIR, W. A. / LYON, H. H. / JOHNSON, W. T., 1987. *Diseases of trees and shrubs*. - Comstock Publishing associates, a division of Cornell University Press, Ithaca and London, 574 s.
- WENNER, N. G. / MERRILL, W., 1986. *Cyclaneusma* Needlecast in Pennsylvania: A Review. V: *Recent Research on Conifer Needle Diseases*, U.S. Dept. Agr. For. Serv. Gen. Tech. Rept., s. 35-40.
- WENNER, N. G. / MERRILL, W., 1990. Control of *Cyclaneusma* Needlecast on Scots Pine in Pennsylvania. V: *Recent Research on Foliage Diseases*, U.S. Dept. Agr. For. Serv. Gen. Tech. Rept. WO-56, s. 27-33.

GDK: 176.1 *Quercus petraea* : 176.1 *Quercus robur* ; 48 : 172.8 *Phytophthora* spp. : 172.8 *Armillaria* spp.
DIE ROLLE VON *ARMILLARIA* SPP. UND *PHYTOPHTHORA* SPP. IM
KRANKHEITSSYNDROM DER EICHEN
VORLÄUFIGE ERGEBNISSE EINER DREIJÄHRIGEN UNTERSUCHUNG IN
ZWEI ERKRANKTEN EICHENBESTÄNDEN IN ÖSTÖSTERREICH

Erhard Halmschlager*

Kurzfassung

Im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsprogramms zum Eichensterben wurden Proben von Grob- und Feinwurzeln absterbender und gesunder Eichen (*Quercus robur*, *Q. petraea*) auf Infektionen durch *Phytophthora*- und *Armillaria*-Arten untersucht. Trotz Verwendung selektiver Nährmedien sowie der Köder-Technik konnte *Phytophthora* weder aus Wurzelproben noch aus dem Boden isoliert werden. Isolate von *Armillaria* konnten mittels Intersterilitätstests nach Korhonen als *A. gallica*, *A. ostoyae* und *A. cepistipes* bestimmt werden.

Schlüsselwörter: *Quercus robur*, *Quercus petraea*, Eichen sterben, *Armillaria* spp., *Phytophthora* spp.

VERJETEN POMEN *ARMILLARIA* SPP. IN *PHYTOPHTHORA* SPP. V
KOMPLEKSU PROPADANJA HRASTOV
PRELIMINARNI REZULATATI TRILETNIH RAZISKAV PROPADANJA HRASTA
IZ DVEH RASTIŠČ VZHODNE AVSTRIJE

Izveleček

V okviru interdisciplinarnega raziskovalnega programa propadanja hrasta, so bili analizirani vzorci koreninic propadajočih in zdravih hrastov (*Quercus robur*, *Q. petraea*) na prisotnost okužb z vrstami iz rodu *Phytophthora* in *Armillaria*. Z uporabo zahtevnejših gojišč in vab niso bile izolirane glive iz rodu *Phytophthora* iz korenin in okolišnje zemlje. S Korhonenovimi testi intersterilnosti so bili izolati *Armillaria* določeni kot *A. gallica*, *A. ostoyae* in *A. cepistipes*.

Ključne besede: *Quercus robur*, *Quercus petraea*, propadanje hrastov, *Armillaria* spp., *Phytophthora* spp.

* Prof., dr., Institute of Forest Entomology, Forest Pathology and Forest Protection
Uni-Boku Vienna, A-1190 Vienna, Austria

1 EINLEITUNG

Seit Anfang der achtziger Jahre werden in Europa in zunehmendem Maße Absterbeerscheinungen in Eichenbeständen registriert. Während sich Untersuchungen zu diesem Phänomen anfangs überwiegend auf den oberirdischen Faktorenkomplex konzentrierten (KOWALSKI 1991, SIWECKI LIESE 1991, HARTMANN BLANK 1992; LUISI ET AL. 1993) mehren sich nun Hypothesen, die Schäden im Wurzelbereich als einen der wesentlichen Faktoren des Krankheitskomplexes betrachten (BRASIER 1993, BLASCHKE 1994, JUNG ET AL. 1996). In diesem Zusammenhang stellt sich auch die Frage nach der Rolle von wurzelpathogenen Pilzen, die im vorliegenden Projekt näher untersucht wurde.

2 MATERIAL UND METHODEN

Die vorliegenden Erhebungen wurden an zwei Untersuchungsstandorten des nationalen interdisziplinären Forschungsprogramms „Forschungsinitiative gegen das Waldsterben II - Programmteil Eiche“ durchgeführt (Tab. 1). Untersuchungsstandort 1 (Patzmannsdorf) liegt ca. 40 km nördlich von Wien im Weinviertel, der Untersuchungsstandort 2 (Niederweiden) befindet sich im Marchfeld, etwa 30 km östlich von Wien. Beide Standorte sind durch relative Niederschlagsarmut (mittlere Jahresniederschläge: 500-600 mm), heiße Sommer, kalte schneearme Winter und beständigen Windeinfluß charakterisiert (SCHUME 1992).

Tab. 1: Charakterisierung der Untersuchungsstandorte

Preglednica 1: Značilnosti raziskovanega rastišča

Untersuchungsstandort	Boden- und Humustyp	Betriebsart	Eichenarten	Alter	Kronenverlichtungsgrad
Patzmannsdorf	Braunlehm mit moderartigem Mull	Mittelwald	<i>Qu. petraea</i> <i>Qu. robur</i>	110	1,7
Niederweiden	Feuchtschwarzerde mit Mull	Hochwald	<i>Qu. robur</i>	80	2,6

An beiden Untersuchungsstandorten wurden mittels Kronenansprache nach POLLANSCHÜTZ ET AL. (1985) 3 gesunde Eichen und 6 Eichen, die Symptome

des Eichensterbens zeigten, ausgewählt. Um bei der Untersuchung der Wurzelsysteme sowohl ausreichende Detailinformationen zu erhalten als auch eine hinreichend große Stichprobengröße an Baumindividuen zu berücksichtigen, erfolgte die Entnahme von Wurzelproben für die Isolierung und Quantifizierung von *Armillaria* und *Phytophthora* sowohl anhand von Profilgruben als auch mittels Bohrkernen. Dazu wurden auf beiden Versuchsflächen ausgehend vom Stammfuß einer gesunden und einer geschädigten Eiche im Winkel von 120° je zwei Profilgruben im Ausmaß von 5m x 1m x 1m (L x B x T) angelegt. Nach Entfernen des Auflagehumus wurden die Wurzeln horizontweise freigelegt, ihre Verteilung sowie Schäden am Grob- und Feinwurzelsystem dokumentiert und schließlich alle Wurzeln entnommen. Die Proben wurden unverzüglich in Pflanzensäcke verpackt und noch am selben Tag in einen Kühlraum gebracht. Vor der weiteren Aufarbeitung wurden alle Wurzeln gründlich gewaschen und eine Sortierung nach lebenden Wurzeln, Totwurzeln und Wurzeln, die erst teilweise abgestorben waren, vorgenommen. Anschließend erfolgte eine Fotodokumentation aller pathologischen Veränderungen sowie von Hallimasch-Rhizomorphen an Haupt-, Grob-, Schwach- und Feinwurzeln. Lebende Wurzeln wurden schließlich in 20 bis 25 cm lange Segmente geteilt und folgenden Durchmesserklassen zugeordnet, wobei die Hauptwurzeln den Grobwurzeln zugeschlagen wurden.:

Feinstwurzeln:	< 2 mm	Schwachwurzeln:	10 - 30 mm
Feinwurzeln:	2 - 10 mm	Grobwurzeln:	> 30 mm

Die Entnahme von Wurzel- und Mineralbodenproben von den verbleibenden 2 gesunden und 5 geschädigten Eichen je Standort erfolgte mit einem Bodenbohrrohr aus Edelstahl (∅ 9 cm), wobei pro Baum in einer Entfernung von 0,5 - 1 m vom Stammfuß fünf bis sechs, bei nahezu abgestorbenen Bäumen ca. zehn Bohrkern entnommen wurden. Im Gegensatz zu den Profilgruben konnten mit dieser Methode nur Bodentiefen bis zirka 50 cm erfaßt werden.

Die Quantifizierung der *Armillaria*-Rhizomorphen erfolgte parallel zur Aufteilung der Wurzelsegmente auf die oben genannten Durchmesserklassen.

Zur Artenbestimmung von *Armillaria* nach KORHONEN (1978) wurden Rhizomorphen von der Wurzelrinde gelöst, oberflächensterilisiert (vgl. HALMSCHLAGER 1991) und zwei bis drei ca. 1 cm lange Rhizomorphenstücke auf Malzextraktagar (MEA, 2%) ausgelegt. Die auswachsenden diploiden Isolate wurden dann mit den zur Verfügung stehenden haploiden Testerstämmen gepaart. Zu Vergleichszwecken wurden auch Kreuzungen von haploiden Testern und bekannten diploiden Myzelien der gleichen Art und solche von haploiden Testerstämmen mit artfremden diploiden Myzelien durchgeführt. Die Kontrolle der Paarungen erfolgte bis zum Ende des Versuchs nach 3 Monaten in Intervallen von 3 Wochen, wobei insbesondere auf eine Verfärbung und ein Krustigwerden des Testers als Zeichen einer kompatiblen Reaktion, die Ausbildung von Demarkationslinien zwischen Tester und Isolat bzw. auf ein Überwuchern des diploiden Isolats durch den Testerstamm geachtet wurde.

Die histopathologischen Untersuchungen erfolgten an Dünnschnitten (12 - 25 µm) jener Stellen, an denen *Armillaria*-Rhizomorphen in die Wurzelrinde eindringen. Zur besseren Darstellung der Pilzhyphen im Wirtsgewebe diente die Periodsäure-Schiff-Färbung.

Die Isolierungen zum Nachweis von *Phytophthora* erfolgten zum einen von bereits teilweise abgestorbenen Wurzeln aus den Profilgruben. Diese Wurzeln wurden zunächst 24 Stunden in fließendem Wasser gespült. Anschließend wurden sowohl aus dem Übergangsbereich zwischen lebendem und totem Gewebe als auch 5 cm entfernt davon aus dem lebenden Bereich je zwei Proben entnommen. Eine Probe wurde sodann auf ein Selektivmedium für *Phytophthora cinnamomi* Rands (Hymexazol-Agar, vgl. TSAO GUY 1977) übertragen. Parallel dazu wurden unreife Äpfel unter sterilen Bedingungen mit Rindenstücken der Parallelprobe inokuliert („Köder“ - Methode nach CAMPBELL 1949). Von den entstandenen Nekrosen wurden Abimpfungen auf Cornmealagar und Hymexazol-Agar durchgeführt.

Nach derselben Methode wurde auch mit weiteren Wurzel- und Bodenproben verfahren, die von allen als geschädigt eingestuften Bäumen mittels Bodenbohrer entnommen worden waren. Eine gezielte Isolierung aus dem Übergangsbereich zwischen lebendem und totem Gewebe war bei Wurzeln dieses Kollektivs auf Grund der begrenzten Größe der Proben jedoch nicht möglich. Die Isolierung aus

Bodenproben erfolgte sowohl nach der Methode nach CAMPBELL (1949) als auch durch Ausstreichen einer Bodensuspension (ca. 0,5 ml) auf Hymexazol-Agar.

Insgesamt wurden 37 Isolierungen aus teilweise abgestorbenen Wurzeln, 154 Isolierungen aus Wurzeln von geschädigten Eichen sowie 121 Isolierungen aus Bodenproben durchgeführt.

3 ERGEBNISSE

Hinsichtlich der Rhizomorphenhäufigkeit zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsstandorten (Abb. 1). Während am Standort Niederweiden an Wurzeln der untersuchten Durchmesserklassen kaum *Armillaria*-Rhizomorphen nachzuweisen waren, wurden am Standort Patzmannsdorf Rhizomorphenhäufigkeiten von bis zu 10% erreicht. Mit zunehmendem Wurzelradius stieg auch die Anzahl der Rhizomorphen deutlich an. Ein Vergleich der Probebäume aus Patzmannsdorf zeigte, daß die Rhizomorphenhäufigkeit an Wurzeln der geschädigten Eiche unabhängig von der Durchmesserklasse fast dreimal so hoch war, wie beim gesunden Baum.

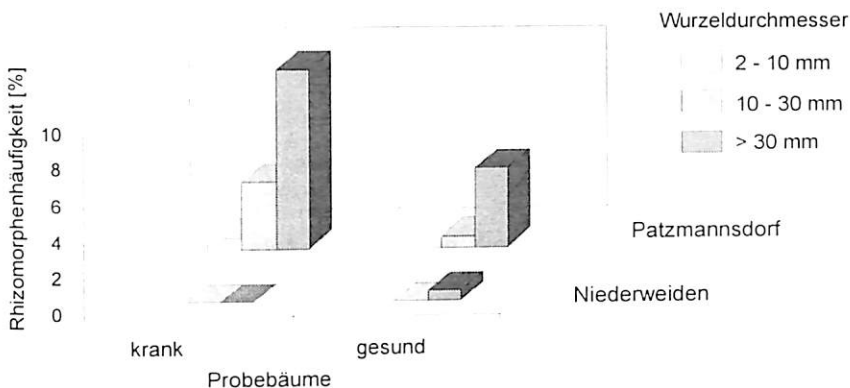


Abb. 1: Rhizomorphenhäufigkeit an Wurzeln einer geschädigten und einer gesunden Eiche, getrennt nach Wurzelradiusklassen und Untersuchungsstandort

Slika 1: Pogostnost rizomorfov na koreninah poškodovanega in zdravega hrasta, ločeno po premeru korenin in po raziskovanem rastišču

Anhand der Kreuzungstests nach KORHONEN (1978) konnten in Patzmannsdorf *Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink und *A. gallica* Marxm. & Korh. nachgewiesen werden, wobei an der geschädigten Eiche ausschließlich *A. ostoyae* auftrat, beim gesunden Baum hingegen von 4 Isolaten drei als *A. gallica* und nur ein Isolat als *A. ostoyae* identifiziert wurden.

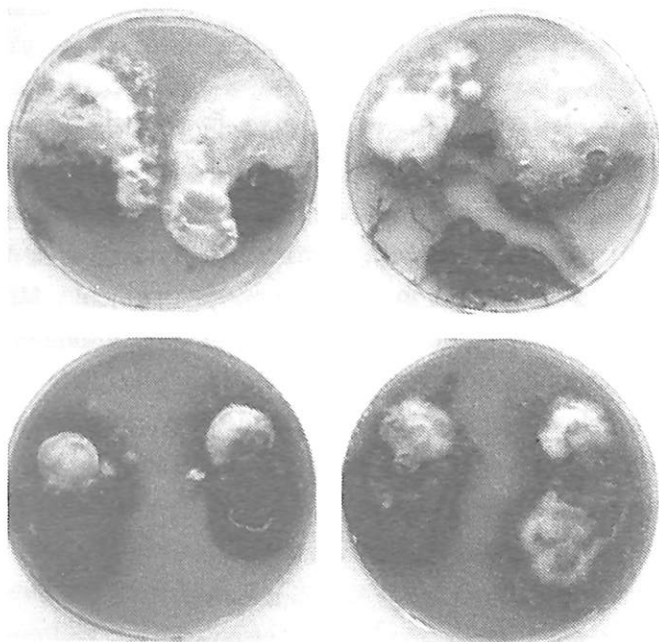


Abb. 2: Artenbestimmung von *Armillaria* spp. mittels Kreuzungstest nach KORHONEN (1978):

Obere Reihe: Negative Reaktionen des diploides Isolats mit Testern von *A. mellea* (D_1 , D_2 und D_3 , D_4). Untere Reihe: Positive Reaktionen mit haploiden Testern von *A. gallica* (E_1 , E_2 und E_3 , E_4). Man beachte auch die für die Art *A. gallica* (E) typische Dunkelfärbung des Nährmediums

Slika 2: Določitev vrste pri *Armillaria* spp. s pomočjo testa s križanjem po KORHONEN-u (1978). Zgornja vrsta: negativne reakcije diploidnega izolata s testerji *Armillaria mellea* (D_1 , D_2 in D_3 , D_4). Spodnja vrsta: pozitivne reakcije s haploidnimi testerji *A. gallica* (E_1 , E_2 in E_3 , E_4). Vrsta *A. gallica* (E) ima tipično temno obarvan hranilni medij

In Niederweiden wurden alle 4 Isolate der geschädigten Eiche eindeutig als *A. gallica* bestimmt. Vom gesunden Baum konnten nur 2 Isolate untersucht werden, die beide nicht eindeutig identifiziert werden konnten, da sie sowohl mit mindestens einem Testerstamm von *A. gallica*, als auch mit mindestens einem von *A. cepistipes* Velen. positiv reagierten.

Histopathologische Untersuchungen durch KLAUSBAUER (1995) zeigten, daß Rhizomorphen zunächst mit einer klebrigen Substanz an der Wurzel anhaften (Abb. 3, Pfeil). Ist die Rhizomorphe dann über dünne Hyphen in den äußeren Schichten des Korkgewebes verankert, dringt ein Seitenast der Rhizomorphe in das Korkgewebe ein und bildet einen Infektionskrater (Abb. 3, Mitte und rechts, Abb. 4), der oft sägezahnförmig verbreitert ist. Die Korkzellen werden durch die eindringende Rhizomorphe nach innen gepreßt und leicht zusammengedrückt. Das Rindenperiderm reagiert auf die Infektion durch vermehrte meristematische Aktivität, wobei unter der Infektionsstelle häufig ein sekundäres Periderm gebildet wurde. Im Bereich der Infektionsstellen konnte auch eine vermehrte Einlagerung von Gerbstoffen in die Korkzellen sowie die Ausbildung von Sklerenchymen beobachtet werden (Abb. 4, Pfeile). Die genannten Abwehrreaktionen führten in manchen Fällen zu einer tangentialen Ausbreitung des Pilzes als *Rhizomorpha subcorticalis*. Ein Vordringen von Rhizomorphen bis in den lebenden Teil der Wurzelrinde (Phellogen, Phelloderm, Rindenparenchym und Phloem) konnte in den bisherigen Untersuchungen noch nicht nachgewiesen werden, scheint aber durchaus wahrscheinlich. Ein verstärktes Eindringen des Pilzes durch Lentizellen war nicht zu beobachten.

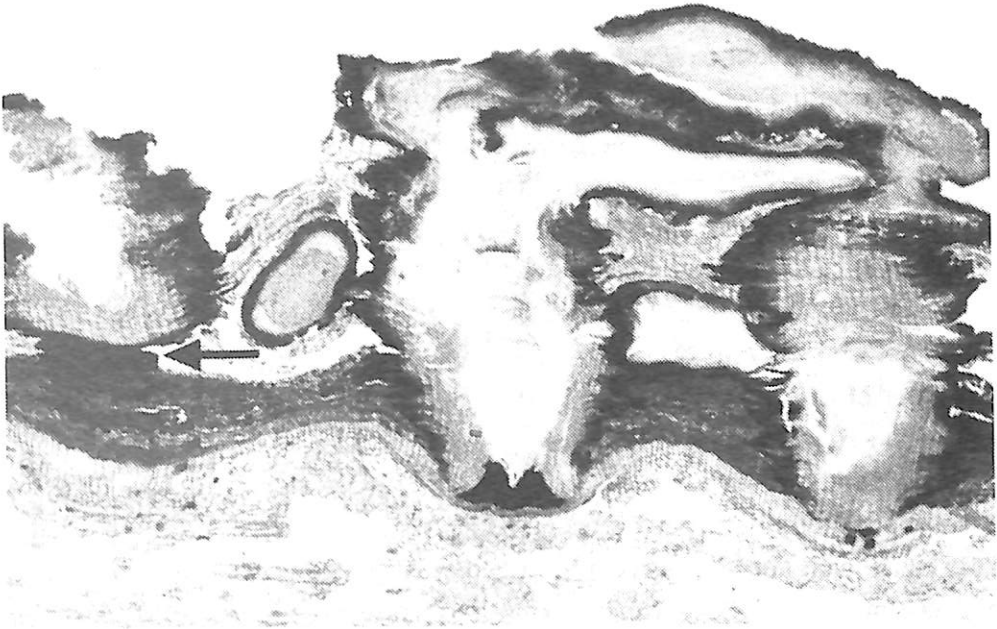


Abb. 3: Radialschnitt durch eine von einer Hallimasch-Rhizomorpe ausgehende Infektionsstelle der Wurzelrinde (Nativpräparat, 40fach vergrößert): li:

Rhizomorpe haftet mit klebriger Substanz an Wurzelrinde (Pfeil); Mitte u. re: Seitenäste der Rhizomorpe dringen in das Korkgewebe ein und bilden einen Infektionskrater. Daran anschließend sind das Phellogen (Korkkambium) mit rechteckigen und das Rindenparenchym mit runden Zellen zu sehen

Slika 3: Radialni prerez skozi okuženo mesto koreninske skorje, iz katerega izhaja rizomorf štorovke (nativni preparat 40 krat povečan): levo: rizomorf se z lepljivo snovjo drži koreninske skorje (puščica); sredina in desno: stranske veje rizomorfa prodirajo v plutasto tkivo in tvorijo infekcijski krater. Zraven vidimo felogen (plutasti kambij) s pravokotnimi in parenhim skorje z okroglimi celicami

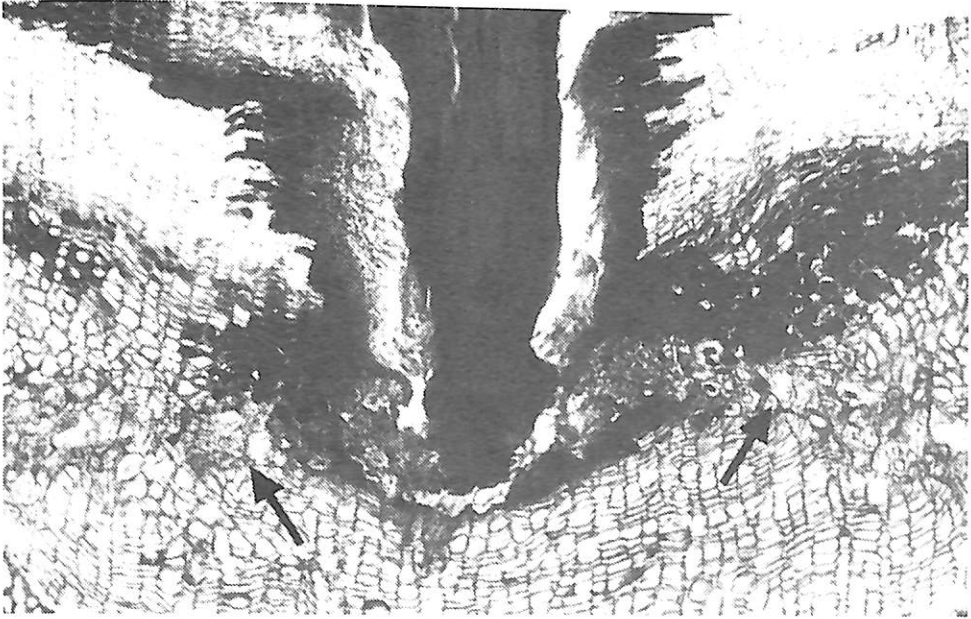


Abb. 4: kraterförmige Infektionsstelle an einer Feinwurzel (Radialschnitt, 100fach vergrößert, gefärbt). Der Pilz kann nach Überwindung der Sklerenchymbarrriere (s. Pfeile) weiter eindringen

Slika 4: Infekcijsko mesto v obliki kraterja na drobni korenini (radialni prerez, 100 krat povečano, obarvano). Ko gliva premaga sklerenhimsko bariero (puščica), lahko prodira naprej

Vertreter der Gattung *Phytophthora* konnten trotz kombinierter Anwendung von selektivem Nährmedium und Köder-Technik weder aus teilweise abgestorbenen Wurzeln, noch aus Wurzeln geschädigter Eichen oder aus Bodenproben isoliert werden.

4 DISKUSSION

Eine Beteiligung von *Phytophthora*-Arten - insbesondere der für Eiche pathogenen Art *P. cinnamomi* - an den Absterbevorgängen von Eichen an den beiden Untersuchungsstandorten scheint aus Sicht der bisherigen Ergebnisse

relativ unwahrscheinlich, zumal nicht nur sämtliche Isolierungen aus Wurzeln, sondern auch jene aus den Bodenproben durchwegs negativ verliefen. Eine mögliche Ursache für das Ausbleiben von *Phytophthora* könnten klimatischen Gegebenheiten, wie die relative Niederschlagsarmut und kalte schneearme Winter im Untersuchungsgebiet sein. So ist nach BRASIER SCOTT (1994) beispielsweise mit einer Ausbreitung von *P. cinnamomi* nach Österreich nur dann zu rechnen, wenn es im Zuge der globalen Erwärmung zu einem Anstieg der mittleren jährlichen Minimum- und Maximumtemperaturen um 3°C käme. Auch JUNG ET AL. (1996) konnten im Rahmen von Untersuchungen an 27 Standorten in Deutschland, der Schweiz, Ungarn, Italien und Slovenien keinen Nachweis für *P. cinnamomi* erbringen. Im Gegensatz zur vorliegenden Untersuchung konnten von JUNG ET AL. (1996) jedoch insgesamt acht andere *Phytophthora*-Arten - vorwiegend aus Bodenproben - isoliert werden, wobei von den Autoren zwei der isolierten Arten (*P. cambivora*, *P. quercina* sp. nov.) zumindest für Eichensämlinge als primär pathogen eingestuft wurden.

Die Rolle von *Armillaria* ist für die beiden Untersuchungsstandorte differenziert zu beurteilen:

Am Standort Niederweiden waren nicht nur Rhizomorphen äußerst selten, auch die nachgewiesenen Hallimascharten *A. gallica* und *A. cepistipes* sind nur als Saprophyten bzw. bestenfalls als Schwächeparasiten einzustufen. Ein kausaler Zusammenhang zwischen Hallimaschbefall und den beobachteten Absterbeprozessen ist somit weitgehend auszuschließen. Die Hauptursache für das gruppenweise Absterben von Eichen an diesem Standort dürften längere Trockenperioden und eine gleichzeitige Absenkung des Grundwasserspiegels sein (NACHTNEBEL ET AL. 1994), wobei dem sehr geringen Wasserhaltevermögen von am Standort mosaikartig verteilten Bereichen mit sandigen Tschernosemen eine wesentliche Bedeutung zukommt.

In Patzmannsdorf dürften hingegen Wurzelinfektionen durch Rhizomorphen von *A. ostoyae* zu einem Absterben von Eichen führen. Dies wird durch die Tatsache unterstrichen, daß von Wurzelrhizomorphen der geschädigten Eiche ausschließlich die primär pathogene Art *A. ostoyae* (ROLL-HANSEN 1985) isoliert wurde, wogegen am gesunden Baum überwiegend die als saprophytisch einzustufende *A. gallica* anzutreffen war. Weiterführende histopathologische Untersuchungen haben das Ziel, ein Vordringen der Infektion bis in die lebenden Bereiche der Wurzelrinde auch eindeutig nachzuweisen. Darüber hinaus wurden

im Oktober 1993 im Bereich der Profilgrube der geschädigten Eiche 74 Fruchtkörper von *A. ostoyae* festgestellt, was als weiteres Indiz für eine Infektion durch *A. ostoyae* gewertet werden kann. Über ein häufiges Auftreten von *A. ostoyae* an Laubbäumen berichten auch TERMORSHUIZEN ARNOLDS (1994).

Die in zahlreichen Publikationen zum Eichensterben vertretene Ansicht, daß es sich bei *Armillaria* ausschließlich um einen sekundären Schwächeparasiten handelt, sollte in Zukunft durch eine genaue Identifizierung der jeweils beteiligten Arten kritisch überprüft werden.

5 LITERATURVERZEICHNIS

BLASCHKE, H., 1994. Decline symptoms on roots of *Quercus robur*. - Eur. J. For. Path., 24, pp. 386-398.

BRASIER, C. M., 1993. *Phytophthora cinnamomi* as a contributory factor in European oak declines. - In: Recent advances in studies on oak decline. (N. LUISI, P. LERARIO A. VANNINI, eds.) Dipartimento di patologia vegetale universita degli studi, Bari, Italy, pp. 49-57.

BRASIER, C. M. / SCOTT, J. K., 1994. European oak declines and global warming: a theoretical assessment with special reference to the activity of *Phytophthora cinnamomi*. - Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 24, pp. 221-232.

CAMPBELL, W. A., 1949. A method of isolating *Phytophthora cinnamomi* directly from soil. - Plant Disease Reporter, 33, pp. 134-135.

HALMSCHLAGER, E., 1991. Endophytische Pilze in Blättern, Zweigen und Knospen der Traubeneiche (*Quercus petraea* [Matt.] Lieb.). - Diss., Inst. f. Forstentomol., Forstpathol. und Forstschutz, Univ. Bodenkultur Wien, 107 pp.

HARTMANN, G. / BLANK, R., 1992. Winterfrost, Kahlfraß und Prachtkäferbefall als Faktoren im Ursachenkomplex des Eichensterbens in Norddeutschland. - Forst und Holz, 47, pp. 443-452.

JUNG, T. / BLASCHKE, H. / NEUMANN, P., 1996. Isolation, identification and patho-genicity of *Phytophthora* species from declining oak stands. - Eur. J. For. Path., 26, pp. 253-272.

KLAUSBAUER, R., 1995. Untersuchungen zur Wurzelpathologie der Eiche. - Diplomarb., Inst. f. Forstentomol., Forstpathol. und Forstschutz, Univ. Bodenkultur Wien, 59 pp.

- KORHONEN, K., 1978. Infertility and clonal size in the *Armillariella mellea* complex.- *Karstenia*, 18, pp. 31-42.
- KOWALSKI, T., 1991. Oak decline: I. Fungi associated with various disease symptoms on overground portions of middle-aged and old oak (*Quercus robur* L.).- *Eur. J. For. Path.*, 21, pp. 136 -151.
- LUISE, N. / LERARIO, P. / VANNINI, A., 1993. Recent advances in studies on oak decline. Dipartimento di patologia vegetale universita degli studi, - Bari, Italy, 541 pp.
- NACHTNEBEL, H. P. / LANG, H. / WALDINGBRETT, A., 1994. Identifikation und Quantifizierung hydrologischer Veränderungen an typischen Eichenstandorten Österreichs. - FIW II - Eiche, Teilproj. 7, Inst. f. Wasserwirtschaft, Hydrologie u. konstruktiven Wasserbau, Univ. Bodenkultur Wien.
- POLLANSCHÜTZ, J. / KILIAN, W. / NEUMANN, M. / SIEGEL, G., 1985. Bundeseinheitliche Richtlinien für die Waldzustandsinventur. Wien, Forstliche Bundesversuchsanstalt, Eigenverlag.
- ROLL-HANSEN, F., 1985. The *Armillaria* species in Europe. - *Eur. J. For. Path.*, 15, pp. 22-31.
- SCHUME, H., 1992. Vegetations- und standortkundliche Untersuchungen in Eichenwäldern des nordöstlichen Niederösterreich unter Zuhilfenahme multivariater Methoden.- FIW - Forschungsbericht 1992/3, Österreichische Gesellschaft für Waldökosystemforschung und experimentelle Baumforschung, Univ. Bodenkultur Wien, 138 pp.
- SIWECKI, R. / LIESE, W., 1991. Oak decline in Europe. - *Proc. Internat. Symp.* Kornik, Poznan, Poland, 360 pp.
- TERMORSHUIZEN, A. J. / ARNOLDS, E. J. M., 1994. Geographical distribution of the *Armillaria* species in The Netherlands in relation to soil type and hosts. - *Eur. J. For. Path.*, 24, pp. 129-136.
- TSAO, P. H. / GUY, S. O., 1977. Inhibition of *Mortierella* and *Pythium* in a *Phytophthora*-isolation medium containing hymexazol. - *Phytopathology*, 67, pp. 796-801.

GDK 232.32:44:45: (497.13)

PESTS AND DISEASES IN CROATIAN FOREST NURSERIES RECORDED IN 1996

Milan GLAVAŠ* , Danko DIMINIĆ** , Boris HRAŠOVEC*** , Josip MARGALETIĆ****

Abstract

The article deals with forest nurseries health situation in Croatia during 1996. Planting material for reforestation needs in Croatia is produced in 35 forest nurseries with total area of 400 hectares. In these nurseries 11 species of fungi and 17 species of insect pests have been recorded in 1996, both on broadleaves and conifers. Among fungi, of the more important ones were *Microsphaera alphitoides*, *Melampsora allii-populina*, *Drepanopeziza punctiformis*, *Scirrhia pini*, *Lophodermium pinastri* and *Fusarium oxysporium*. *Cameraria ohridella*, *Caliroa annulipes*, *Melasoma populi*, *Hyphantria cunea* and *Phyllodecta vitellinae* were some of the recorded insect pests. Thanks to repeatedly applied protective measures, extensive damages have not occurred.

Key words: insect pests, diseases, forest nurseries, Croatia

ŠKODLJIVCI IN BOLEZNI V HRVAŠKIH GOZDNIH DREVESNICH ZABELEŽENI V LETU 1996

Izvlaček

Prispevek obravnava zdravstveno stanje v hrvaških gozdnih drevesnicah v 1996. letu. Sadilni material za potrebe pogozdovanja proizvajajo na Hrvaškem v 35. gozdnih drevesnicah s površino 400 ha. V teh drevesnicah je bilo na iglavcih in listavcih v letu 1996 zabeleženih 11 vrst gliv in 17 vrst škodljivih žuželk. Med glivami so najpomembnejše *Microsphaera alphitoides*, *Melampsora allii-populina*, *Drepanopeziza punctiformis*, *Scirrhia pini*, *Lophodermium pinastri* in *Fusarium oxysporium*. *Cameraria ohridella*, *Caliroa annulipes*, *Melasoma populi*, *Hyphantria cunea* in *Phyllodecta vitellinae* so nekateri od zabeleženih škodljivcev. Zaradi redno uporabljenih zaščitnih ukrepov se večje poškodbe niso pojavile.

Ključne besede: škodljive žuželke, bolezni, gozdne drevesnice, Hrvaška

* prof. Phd., Faculty of Forestry, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, HR

** Phd., Faculty of Forestry, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, HR

*** MSc., Faculty of Forestry, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, HR

**** BSc., Faculty of Forestry, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, HR

1 INTRODUCTION

Reforestation in Croatia is basically conducted by natural seed dispersal, additional input of naturally produced seed and by artificial plantings of specially produced forest saplings. Various tree species are grown in forest nurseries. Among broadleaves, most numerous plants are those of the following species: pedunculate and sessile oak, common ash, poplars, willows and black alder. Conifers are represented with common spruce, European larch and several species of domestic and introduced pine trees. Aside from typically forest tree species, diverse horticultural material is also produced in forest nurseries. In recent years, average yearly production amounted around 40 million plants, 75 % of these belonging to broadleaf species and the rest belonging to conifers. Hardwood broadleaves, with two commonest oak species, are leading nursery products amounting up to 70 % of total production, and around 90 % of the broadleaves production. This ratio is periodically fluctuating and changing according to forestry needs. Such was the case during the 1981-1985 period when conifers prevailed in nursery production (DOKUŠ et al. 1992).

Growing of such large numbers of forest saplings of reasonably good quality, needs for a highly qualified growers personnel and various other specialists involved. One of their main tasks is to ensure the optimum growing conditions for nursery plants. At the same time the threat of various plant diseases and pests is to be minimized as these can seriously impair their normal growth or even totally destroy the growing stock. The number of harmful agents and their damaging potential is high, therefore sole existence and successful growth of plants in forest nurseries depends predominantly on numerous cultural and protection measures.

The unique organization of plant protection is based on economical, ecological and sociological principles. It involves basic, cultural, physical and chemical protective measures along with biological control and genetic resistance breeding programs. Main activities are to be performed through preventive measures against plant pests and diseases. Repressive measures should be applied afterwards and only when absolutely necessary, which is often the case (GLAVAŠ et al. 1996). In order to react promptly, permanent screening of pests and diseases is organized throughout the country, covering all forest and other

types of nurseries. Protective measures are targeted towards ever reappearing group of plant pests and diseases whose populations fluctuate in quality and quantity in time and space. This review deals with mycoses and insect pests recorded in forest nurseries in Croatia in 1996.

Planting material for reforestation needs in Croatia is produced in 35 forest nurseries whose total area amounts 400 hectares. Productive area of single nursery ranges between 0,20 and 28,00 hectares. Most of the nurseries are located in lowland areas, some in coastal zone and only three in mountainous

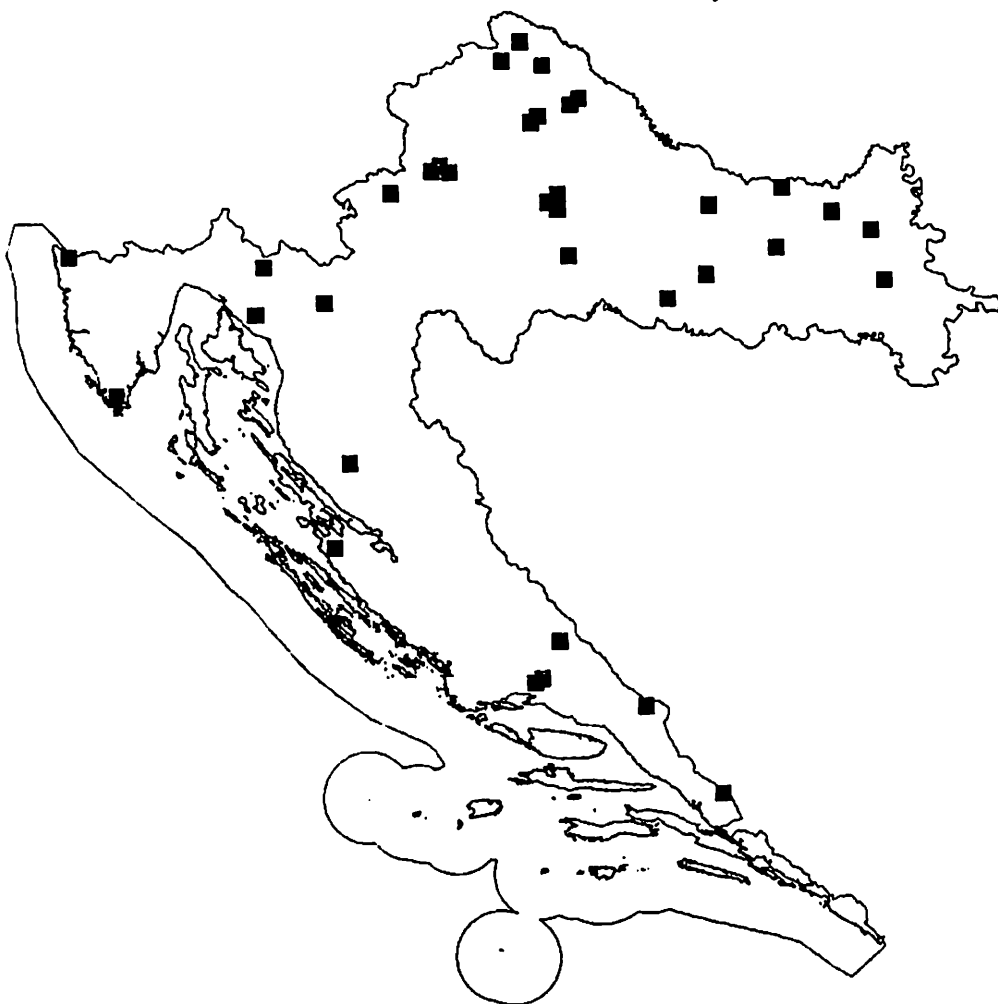


Figure 1: Distributonal map of forest nurseries in Croatia (situation in 1996)

Slika 1: Rasporeditev gozdnih drevesnic na Hrvaškem (stanje leta 1996)

area (fig. 1).

To determine the health condition of grown plants in forest nurseries they are frequently checked. At least two meticulous inspections were made, first of them conducted during the period of spring and early summer (May-July) and second in fall (September-November). Every tree species was checked, regardless of their future forestry or horticultural purpose. Economical and quarantine plant diseases and pests were recorded accordingly with national official list issued by state authorities (ZAKON O ZAŠTITI BILJA, 1994). Non-listed diseases and pests were recorded too, therefore complete image of the health condition of forestry nurseries was obtained. Where possible, species assessment was achieved in the field, and in all other cases samples were taken and processed in laboratory. Taxonomic classification was performed regarding works of LANIER et al. (1978), SCHWENKE (1982), BEVAN (1987), HUBERT (1993), CHANDELIER (1994), and STROUTS (1994). Attack intensity assessment was accomplished in relation with fungal or insect presence in nurseries or their detrimental effects on growing plants. Numerical classification was defined, with 5 classes ranging from mild to severe attack situations. Those were as follows:

1. Light damages and sporadic occurrence of pest or mycosis. There are no damaging effects on growing plants.
2. Damages or pest-mycosis occurrence on larger number of plants still causing no injury.
3. Serious damages on lesser amount of plants and partially larger number of harmful agents. Growing material is suitable for future replanting and overallly there are no significant damages in nursery.
4. Serious damages on larger amount of plants and overallly larger number of harmful agents. Serious damages in nursery.
5. All, or nearly all plants attacked and destroyed. Large number of harmful agents.

2 RECORDED HARMFUL FUNGI AND INSECTS

Occurrence, attack densities and resulting detrimental effect were recorded during the inspection of forest nurseries. In most nurseries the same species of

pests and mycoses were found in both early and late screenings. Only small number of insect pests recorded in fall was not present in summer survey. Summary results of found fungi and insects are given in tables 1 and 2. Only those tree species are shown on which pests or diseases emerged regardless on their forestry or horticultural growing purpose.

Table 1: Plant mycoses in forest nurseries in 1996

Tabela 1: Rastlinske mikoze v gozdnih drvesnicah v letu 1996

Tree species	Fungus	Number of forest nurseries where found	Attack class
<i>Quercus robur</i> <i>Quercus petraea</i>	<i>Microsphaera aphitoides</i>	12	1-4
<i>Populus</i> spp.	<i>Melampsora allii-populina</i> <i>Drepanopeziza punctiformis</i>	6 4	2-4 2
<i>Salix alba</i>	<i>Melampsora</i> sp.	2	2
<i>Aesculus hippocastanum</i>	<i>Guignardia aesculi</i>	2	5
<i>Prunus laurocerasus</i>	<i>Clasterosporium carpophyllum</i>	1	1
<i>Mahonia japonica</i>	<i>Cumminsia</i> sp.	1	1
<i>Ribes nigrum</i>	<i>Cronartium ribicola</i>	1	4
<i>Pinus nigra</i>	<i>Scirrhia pini</i> <i>Lophodermium pinastri</i>	5 2	3-4 1-2
<i>Picea abies</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	4	1-2

Table 2: Insect pests in forest nurseries in 1996

Tabela 2: Škodljive žuželke v gozdnih drevesnicah v letu 1996

Tree species	Insect	Number of forest nurseries where found	Attack class
<i>Quercus robur</i> <i>Quercus petraea</i>	<i>Caliroa annulipes</i> oak leaf aphids	10 3	1-3 1
<i>Quercus pubescens</i>	gall wasp	2	1
<i>Fraxinus angustifolia</i>	<i>Stereonychus fraxini</i>	2	1-3
<i>Populus</i> spp.	<i>Saperda populnea</i> <i>Melasoma populi</i> leaf aphids <i>Hyphantria cunea</i>	1 3 1 2	1 1-3 1 3
<i>Salix alba</i>	<i>Hyphantria cunea</i> leaf aphids <i>Phyllodecta vitellinae</i> <i>Byctiscus populi</i>	1 1 2 1	3 1 1-2 1
<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Eriocampa ovata</i>	1	1
<i>Aesculus hippocastanum</i>	<i>Cameraria ohridella</i>	1	5
<i>Picea abies</i>	<i>Chermes viridis</i> <i>Melolontha melolontha</i>	3 1	1 1
<i>Pinus nigra</i>	<i>Melolontha melolontha</i>	1	1
<i>Pinus mugo</i>	<i>Acantholyda hieroglyphica</i>	3	1-4
<i>Pseudotsuga taxifolia</i>	<i>Adelges cooleyi</i>	1	2

3 DISCUSSION AND CONCLUSIONS

It has already been mentioned that successful production of healthy and viable plants in forest nurseries depends on many factors among which plant diseases and insect pests play important role. Large amount of scientific research has been conducted in this field up to date. Importance of plant protection issue in forest nurseries is easily illustrated through existence of S2.07-09 IUFRO Working party (encompassing 180 participants from 35 countries) and EU COST group No. 813 named "Diseases and Disorders in Forest Nurseries" (PERRIN SUTHERLAND 1994).

According to COST 813 data, in forest nurseries in Europe there are 7 main causes or groups of detrimental factors affecting normal growing processes. Some of them were recorded in Croatian nurseries (fungi from genera *Fusarium*, *Lophodermium*, *Microsphaera* and *Melampsora*). Several important fungal diseases are being treated more seriously in recent years. As a result, COST textbook emerged defining the way of taxonomic identification and nurturing methods for obtaining pure fungal cultures.

Comparison of plant health situation in 1996 with former years (GLAVAŠ 1987, GLAVAŠ et al. 1996) reveals no significant difference. From damage assessment data (table 1 and 2) one can conclude that no serious damage is occurring in forest nurseries in spite of the relatively dangerous and economically important diseases and insect pests. It should be viewed as an outcome of intensive protective measures which are conducted permanently. They include soil disinfection, selection of genetically suitable seed, choosing the right cultural methods and systematic utilization of preventive protection measures against plant diseases and insect pests. This is especially true in the case of poplars, willows, both species of oaks and coniferous seedlings.

From the presented data following conclusions emerged:

- in forest nurseries in Croatia 11 species of fungi and 17 species of insect pests have been recorded in 1996, both on broadleaves and conifers;
- thanks to applied protective measures extensive damages have not occurred;

- largest amount of damage took place on horse chestnut by *Cameraria ohridella*. This microlepidopterous pest was recorded in forest nurseries for the first time in 1996;
- on broadleaved forest saplings (*Quercus*, *Populus*, *Salix*) 4 species of fungi were recorded: *Microsphaera alphitoides*, *Melampsora allii-populina*, *Melampsora* sp. and *Drepanopeziza punctiformis*;
- on conifer forest saplings (*Pinus*, *Picea*) three species of fungi were recorded: *Scirrhia pini*, *Lophodermium pinastri* and *Fusarium oxysporium*;
- on broadleaved forest saplings (*Quercus*, *Fraxinus*, *Populus*, *Salix*, *Alnus*) several species of insect pests were recorded among which most important were: *Caliroa annulipes*, *Melasoma populi*, *Hyphantria cunea* and *Phyllodecta vitellinae*;
- on conifer forest saplings (*Picea*, *Pinus*) three species of insect pests were recorded but with no economic significance.

Collected data from forest nurseries in during 1996 reveal greater number of insect species than those of fungi. Regardless of the number of their taxa, in specific circumstances they can cause serious damages. One forest nursery suffered serious damages from *H. cunea* whose caterpillars completely defoliated young plants of willows and poplars. Other constant threat is caused from soil fungi, during conifer germination period. Protective measures are obligatory. Oak saplings are permanently under the attack of oak powdery mildew. Fungicide treatments are repeatedly executed in order to keep this serious mycosis suppressed.

Finally, it can be concluded that successful production of healthy and viable plants in forest nurseries demands constant application of numerous protective measures and frequent screenings of present and potentially imported plant diseases and insect pests.

4 REFERENCES

BEVAN, D., 1987. Forest insects. A guide to insects feeding on trees in Britain.- Her Majesty's Stationery Office, Forestry Commission, United Kingdom.

CHANDELIER, P., 1994. Methods for the Detection and Identification of Forest Nursery Diseases.- COST 813.

DOKUŠ, A. / ORLIĆ, S. / OREŠKOVIĆ, Ž. / ŽGELA, M. / MATIĆ, S. / ORŠANIĆ, M., 1992. Šumski rasadnici.- In: Šume u Hrvatskoj, Zagreb, pp. 101-104.

GLAVAŠ, M., 1990. Stanje objekata za proizvodnju višegodišnjih biljaka u SR Hrvatskoj u 1987. godini.- Annales pro experimentis foresticis, 26, pp. 379-391.

GLAVAŠ, M. / HRAŠOVEC, B. / DIMINIĆ, D. / MARGALETIĆ, J., 1996. Bolesti i štetnici u šumskim rasadnicima.- Skrb za hrvatske šume od 1846. do 1996. Knjiga I. Hrvatsko šumarsko društvo, pp. 45-51.

HUBERT, P., 1993. Erdei károsítók, Képes határozó.- Erdőrendezési Szolgálat, Budapest.

LANIER, L. / JOLY, P. / BONDOUX, P. / BELLEMERE, A., 1978. Mycologie et Pathologie Forestière.. Masson, Paris, pp. 487.

PERRIN, R. / SUTHERLAND, J. R., 1994. Diseases and Insects in Forest Nurseries.- INRA, Paris, pp. 332.

SCHWENKE, W., 1982. Die Forstschädlinge Europas.- Vierter Band - Hautflügler und Zweiflügler. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, pp. 392.

STROUTS, R. G. / WINTER, T. G., 1994. Diagnosis of ill-health in trees.- Her Majesty's Stationery Office, Forestry Commission, United Kingdom.

** COST 813, Diseases and Disorders in Forest Nurseries.- The Top Seven Diseases of the Forest Nurseries in Europe.

** Zakon o zaštiti bilja. Narodne novine, 10/94, pp. 224-235.

GDK 174.4.Pinus halapensis (Mill.):181.4:181.352:(497.13)

DECLINE OF ALEPPO PINE (*PINUS HALEPENSIS* MILL.) ON THE ISLAND OF KORČULA

Nikola Lukić*, Milan Vojinović**

Abstract

The Aleppo pine vegetation and horticultural elements on the island of Korčula have declined in recent times. A partial analysis of the radial increment of the Aleppo pine reveals that it is a critical time in the Hober Park forest in the town of Korčula. We assume that a certain ecological factor needed for the proper development of the Aleppo pines has been disturbed by the appearance of fungi.

Key words: Aleppo pine, radial increment, fungus Phellinus pini (Th. ex Fr.) Pil., time series

PROPADANJE ALEPSKEGA BORA (*PINUS HALEPENSIS* MILL.) NA OTOKU KORČULA

Izvlaček

V novijem času opažamo propadanje alepskega bora na otoku Korčula. To potrjujejo delne analize temeljničnega priraščanja alepskega bora v parkovnem gozdu Hober v mestu Korčula. Domnevamo, da so motnje v razvoju alepskega bora posledica sprememb določenih ekoloških dejavnikov, ki jih povzročajo pojavljanje gliv.

Ključne besede: alepski bor, temeljnični prirastek, gliva Phellinus pini (Th. ex Fr.) Pil., časovne periode

* Prof., dr., Institute of Forest Management, University of Zagreb - Faculty of Forestry HR - 10000 Zagreb, Svetošimunska c. 25, Croatian

** Prof., dr., Institute of Forest Management, University of Zagreb - Faculty of Forestry HR - 10000 Zagreb, Svetošimunska c. 25, Croatian

1 INTRODUCTION

Korčula, a central Dalmatian island with a total area of 279 km², is covered by forests of Aleppo pine and Evergreen oaks (*Quercus ilicis* - *Pinetum helepensis* Loisel. 1971) over an area of 109.24 km². Unlike most Adriatic islands, Korčula has very well-developed tourism, in much the same manner as the islands of Mali Lošinj and Veli Lošinj. The vegetation and horticultural elements of the Aleppo pine, a characteristic species of Mediterranean tree, which exists on the island of Korčula, have declined in recent times. Both young and mature trees have been recently infected by the fungus *Phellinus pini* (Th. ex Fr.) Pil. (FOCHT 1972, VOJINOVIĆ 1997). One hypothesis is that certain ecological factors are having an increasingly disturbing influence on tree growth (PRANJIĆ LUKIĆ 1989). We assume that the appearance of this fungus is connected to this situation (DIMINIĆ 1994).

2 AIM OF RESEARCH

Our research focuses on the diameter increment, i. e. ring width, in the 1.30m Aleppo pine trees in the Aleppo pine and Evergreen oak forests. We have been monitoring both healthy and diseased trees. Here, we are presenting the state of the ecological conditions in the Hober Park forest.

3 RESEARCH AREAS

Our dendrochronological research on the Aleppo pine's decline was carried out in forests of Aleppo pine and Evergreen oak (*Quercus ilicis* - *Pinetum helepensis* Loisel. 1971) in the Hober Park forest in the town of Korčula. This forest has a dilapidated structure and is an unevenly aged stand of trees. The diameter of the Aleppo pine trees ranges between 6 and 76 cm, while the diameter of the Evergreen oaks ranges between 4 and 30 cm. A considerable number of Aleppo trees are infected with *Phellinus pini* (Th. ex Fr.) Pil. This research project is part of the interdisciplinary research of the Institute of Forestry Research at the Faculty of Forestry of Zagreb University.

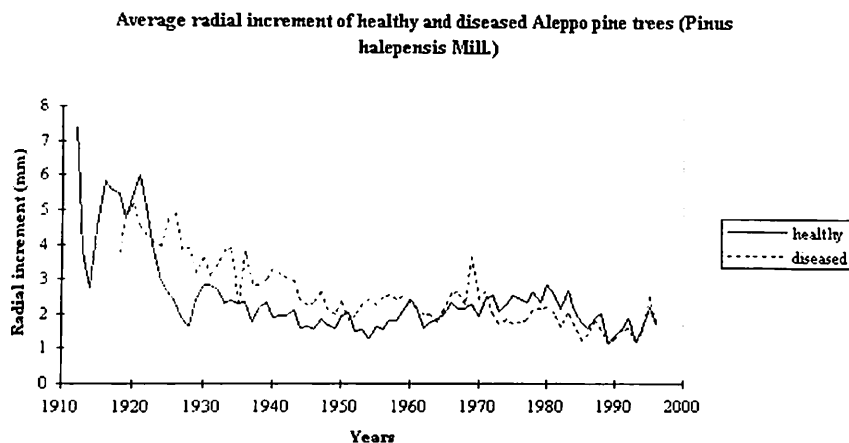
4 DATA COLLECTION AND PROCESSING

Using the Digitalposiciometer *LEGA-SMIL3*, we measured the core increment (core beside heart) on 24 (11 diseased and 13 healthy) trees using a long Pressler's drill.

Using the surveyed data, we have prepared and processed both a long series and a ten-year series of the average radial increment.

The average ring width, or radial increment, of healthy and diseased Aleppo pine trees has been continuously decreasing since 1970 (Figure 1.). The average ring width of the surveyed trees is relatively small (1.589 - 3.499) (Table 1. and 2.). The ring width of the Aleppo pine cited in the references ranges from 4.0 to 5.5 mm (KLEPAC 1965, LUKIĆ KRUŽIĆ 1995).

Figure 1:



*Slika 1: Povprečni temeljnični prirastek zdravih in prizadetih dreves alepskega bora (*Pinus halepensis* Mill.)*

The results of the ten-year trend observations viewed in a time series reveal a continuous decrease in ring width. The healthy trees belong to the periods 1987 - 1996; 1967 - 1976; 1957 - 1966 and 1927 - 1936 (Table 1. and Figure 1.). The diseased trees belong to the periods 1987 - 1996; 1967 - 1976 and 1917 - 1926

(Table 2. and Figure 2.). The coefficient of correlation between the healthy Aleppo pine trees is stronger than that between the diseased trees (Table 1. and 2.).

Table 1: Results of regression analyses in 10-year trends of the healthy Aleppo pine trees

Preglednica 1: Rezultati regresijske analize 10-letnega trenda zdravih dreves alepskega bora

Period	b_0	b_1	S_{b0}	S_{b1}	$S_{y,x}$	r	\bar{i}_r
1987-1996	1,725	-0,011	0,254	0,014	0,372	-0,099	1,664
1977-1986	1,800	0,093	0,214	0,011	0,314	0,688	2,311
1967-1976	2,495	-0,036	0,348	0,019	0,510	-0,538	2,297
1957-1966	2,072	-0,015	0,192	0,010	0,281	-0,165	1,989
1947-1956	1,445	0,040	0,139	0,007	0,203	0,531	1,665
1937-1946	1,598	0,054	0,149	0,008	0,218	0,628	1,895
1927-1936	2,604	-0,043	0,257	0,014	0,376	0,342	2,367
1917-1926	2,238	0,391	0,471	0,025	0,690	0,877	4,389

Table 2: Results of regression analyses in 10-year trends of the diseased Aleppo pine trees

Preglednica 2: Rezultati regresijske analize 10-letnega trenda prizadetih dreves alepskega bora

Period	b_0	b_1	S_{b0}	S_{b1}	$S_{y,x}$	r	\bar{i}_r
1917-1926	4,673	-0,050	0,352	0,019	0,516	-0,296	4,398
1927-1936	3,273	0,041	0,364	0,020	0,533	0,242	3,499
1937-1946	2,372	0,080	0,199	0,011	0,292	0,658	2,812
1947-1956	2,016	0,042	0,186	0,010	0,272	0,442	2,247
1957-1966	1,485	0,145	0,307	0,017	0,450	0,719	2,283
1967-1976	2,304	-0,012	0,192	0,010	0,281	-0,132	2,328
1977-1986	1,310	0,080	0,186	0,010	0,272	0,735	1,838
1987-1996	1,853	-0,048	0,266	0,014	0,390	-0,371	1,589

b_0 - linear regression constant

b_1 - linear regression coefficient

S_{b0} - standard deviation of regression constant

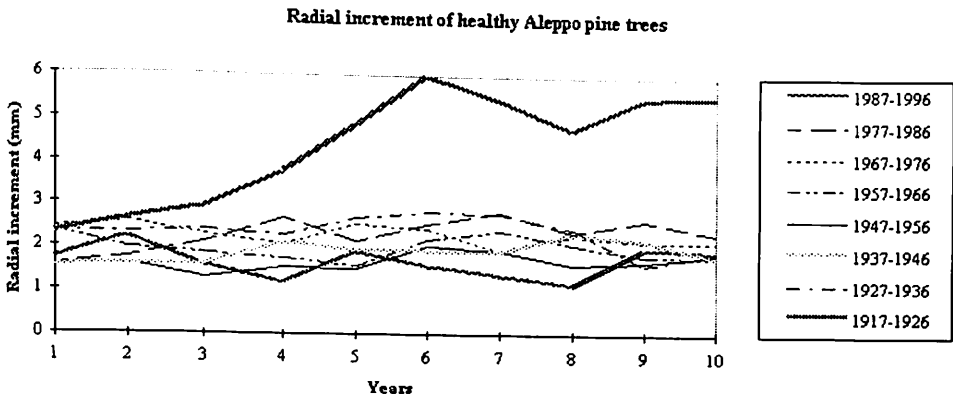
S_{b1} - standard deviation of regression coefficient

$S_{y,x}$ - standard deviation of regression line

r - coefficient of correlation

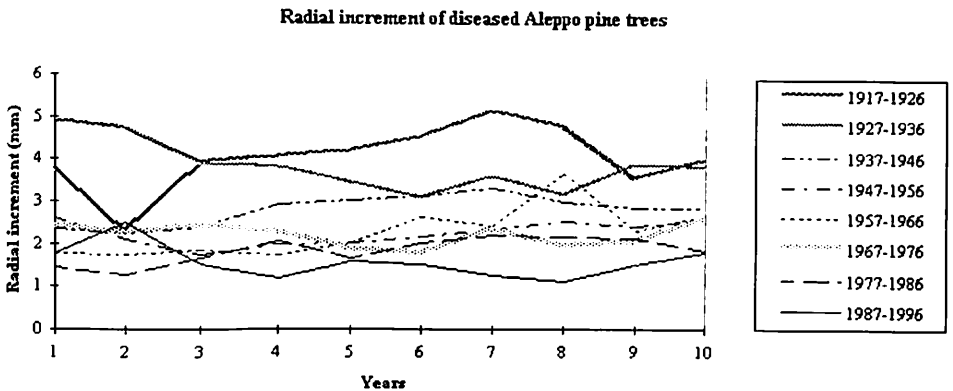
\bar{i}_r - mean (average) of radial increment

Figure 2:



Slika 2: Temeljnični prirastek zdravih dreves alepskega bora

Figure 3:



Slika 3: Temeljnični prirastek prizadetih dreves alepskega bora

5 CONCLUSIONS

The analysis shows that ecological conditions within the Hober Park forest in the town of Korčula are quite bad. The annual or periodical ring widths of the Aleppo pine trees are becoming smaller. We assume that certain ecological factors needed for the proper development of this species have been disturbed. A

dendrochronological analysis shows that the period from 1960 to 1970 was a stressful interval for the Aleppo pine. This is also the period when the fungus *Phellinus pini* (Th. ex Fr.) Pil. was observed for the first time.

6 ZAKLJUČKI

Analize kažejo, da so življenjski pogoji v parkovnem gozdu Hober v mestu Korčula slabi. Letni ali periodični debelinski prirastki alepskega bora se zmanjšujejo. Domnevamo, da so določeni ekološki dejavniki, ki so potrebni za uspešen razvoj alepskega bora, moteni. Dendrokronološke analize kažejo, da je bilo obdobje med 1960 in 1970 stresno za alepski bor. To je tudi obdobje v katerem je bila prvič opažena gliva *Phellinus pini* (Th. ex Fr.) Pil.

7 REFERENCES

- DIMINIĆ, D., 1994. Prilog poznavanju mikoza borovih kultura u Istri.- Glas. šum. pokuse, Zagreb, 30, pp. 21 - 60.
- FOCHT, I., 1972. Korčulanske gljive sabrane u prosincu.- *Zbornik otoka Korčule*. Zagreb, Knjiga 2, pp. 229 - 240.
- KLEPAC, D., 1965. Prilog boljem poznavanju uređivanja šuma alepskog bora.- Šum. list, Zagreb, 84, 3-4, pp. 74 -84.
- LUKIĆ, N. / KRUŽIĆ, T., 1995. Dendrokronološka analiza alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.) na otoku Mljetu.- Zbornik radova sa Simpozija *Prirodne značajke i društvena valorizacija otoka Mljeta*, Pomena - Mljet, pp. 329 - 336.
- MONSERUD, R. A., 1986. Time-series analyses of tree-ring chronologies.- For. Sci., 32, 29, pp. 349 - 372.
- PRANJIĆ, A. / LUKIĆ, N., 1989. Prirast stabala hrasta lužnjaka kao indikator stanišnih promjena.- Glas. šum. pokuse, Zagreb, 25, pp. 79 - 94.
- VISSER, H. / MOLENNAR, J., 1990. Estimating trends in Tree-ring Data.- For. Sci., 36, 1, pp. 87 - 100.
- VOJINOVIĆ, M., 1997. Dendrokronološki razvoj alepskog bora (*P. halepensis* Mill.) u park šumi Hober - Korčula.- Diplomski rad, Zagreb, 32 pp.

GDK 232.32 : 165.3

RAZVOJ ŽLAHTNENJA GOZDNEGA DREVJA V SLOVENIJI IN
VKLJUČEVANJE V EVROPSKE TOKOVE

Sonja HORVAT-MAROLT*

Izvleček

Za razvoj žlahtnjenja gozdnega drevja v Sloveniji so značilni podobni raziskovalni in razvojni trendi kot v ostalem delu Evrope. Posebnosti drevesnih vrst in gozdov so narekovale predvsem dolgoročna proučevanja s področja semenarstva in drevesničarstva v širšem smislu, provenienčna proučevanja, raziskovanja in preizkušanja rastiščnih, genetskih in drugih posebnosti pomembnih drevesnih vrst. Raziskave v Sloveniji novejšega časa pa skušajo pojasniti in reševati probleme, ki so povezani s propadanjem gozdov, siromašenjem genskega fonda in poskusi ohranitve čim pestrejše in kakovostne genetske vsebine slovenskega gozda.

Ključne besede: gozdno drevje žlahtnenje, semenarstvo, drevesničarstvo, genski fond, raziskovalno delo, Slovenija

THE DEVELOPMENT OF FOREST TREE IMPROVEMENT IN SLOVENIA AND
ITS INCORPORATION INTO EUROPEAN CURRENTS.

Abstract

Characteristic for the development of forest tree improvement in Slovenia are research and developing trends similar to those of the rest of Europe. The particularities of forest tree species, and the forests in general, have demanded mainly long-term research activities on seed and forest nursery problems in general. Besides this there were researches carried out on provenance-trials, on evaluation of site - genetic and other particularities of important tree species. Recent researches are dealing mainly with the problems of forest decline, genepool impoverishment, and the attempts to preserve genetic variability of forests, as immense as possible in Slovenia.

Key words: forest tree improvement, seed trade, nursery, genetic variability, research topics, Slovenia

* dr., mag., dipl. inž. gozd., Oddelek za gozdarstvo Biotehniške fakultete, 1000 Ljubljana, Večna pot 83, SLO

1 UVOD

V svojem prispevku želim predstaviti razvoj žlahtnjenja gozdnega drevja v Sloveniji od časa, ko se je na tem področju pričelo z načrtnejšim raziskovalnim delom, do danes.

Kot posebna znanstvena disciplina se je žlahtnjenje gozdnega drevja začelo razvijati šele v drugi polovici 19. stoletja, ko je tudi nauk o dednosti postal samostojna znanost. Cilje in naloge žlahtnjenja gozdnega drevja narekujejo stanje gozdov in potrebe gozdarstva, razvojni nivo raziskovalnega dela na tem področju, sposobnost in oprema raziskovalnega teama, mednarodne povezave itd. Mladi znanstveni disciplini gozdna genetika in žlahtnjenje gozdnega drevja sta tesno povezani z naravoslovnimi bazičnimi usmeritvami in gozdarstvu sorodnimi disciplinami. Splošna in posebna gozdarska botanika, gozdna dendrologija, morfologija, fiziologija, ekologija itn. posredujejo dokaj celovita spoznanja o objektih, s katerimi se žlahtnitelj ukvarja. Seveda je pri žlahtnjenju najbolj pomembna znanost o dedovanju - genetika. Na področju gozdarstva je žlahtnjenje najtesneje povezano z gojenjem gozdov. Eden od ciljev žlahtnjenja je vplivati na višje prirastke, zato je povezano z gozdnim prirastoslovjem in gospodarjenjem z gozdovi. Če žlahtnitelj pri svojem delu upošteva določene lastnosti lesa je povezan s tehnologijo lesa, itd. (ROHMEDER SCHONBACH 1959). Modernega in naprednega gozdarstva si danes brez žlahtnjenja ni mogoče zamisliti. Sicer pa se gozdna genetika in žlahtnjenje gozdnega drevja že ponašata s tolikimi dosežki, da so v tovrstna raziskovanja vključene vse države z urejenim gospodarjenjem z gozdovi (VIDAKOVIĆ 1985).

Zibelka žlahtnjenja gozdnega drevja v Sloveniji je nesporno Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo (IGLG) v Ljubljani. Raziskovalno delo na tem področju se je pričelo že prva leta po ustanovitvi inštituta v Ljubljani. Žlahtnjenje gozdnega drevja nikoli ni imelo samostojnega raziskovalnega oddelka. Raziskovalne naloge so potekale najprej v Sektorju za gojenje gozdov, pa v Odseku za gojenje gozdov in semenarstvo, Odseku za gozdno genetiko, Znanstveno-raziskovalnem oddelku za gozdno biologijo in tudi v nekaterih drugih oddelkih. Strokovnjaki, ki so proučevali problematiko žlahtnjenja gozdnega drevja so se lotevali predvsem

raziskovalnih nalog, ki so bile pomembne za gozdarstvo Slovenije in mednarodni prostor. Pri svojih odločitvah so upoštevali zlasti:

- mehansko in biološko stabilnost gozdov,
- intenziviranje gozdne proizvodnje,
- ohranitev specifičnih funkcij in
- ohranitev genetske pestrosti gozdov.

Težišča proučevanj - do novejšega časa - so bila poglobljena proučevanja posebnosti nekaterih drevesnih vrst, zlasti bukve in jelke, provenienčna proučevanja pomembnejših drevesnih vrst (bukve, smreke, jelke, duglazije, č. bora), semenski sestoji, semenske plantaže in izbira plus dreves, posebni problemi semenarstva in drevesničarstva, hitrorastoči nasadi topolov in nekaterih hitrorastočih listavcev in iglavcev, pa cela vrsta aktualnih in zanimivih kratkoročnih raziskav.

Raziskave zadnje dekade so usmerjene predvsem na proučevanje biologije drevesnih vrst, genetske raziskave, zlasti tiste, ki so povezane s propadanjem drevesnih vrst in gozdov, oblikovanje predvsem statične genske banke pomembnejših drevesnih vrst, študij mikorize v gozdnem prostoru, različne načine vegetativnega razmnoževanja drevesnih vrst, npr. klonsko razmnoževanje, proučevanje tkivnih kultur za mikropropagacijo (razmnoževanje) itd.

V nadaljevanju želim predstaviti bistvene posebnosti raziskovalnega dela na področju žlahtnjenja gozdnega drevja v Sloveniji in njih pomen, širitev raziskovalnega polja, ter vključevanje raziskovalnega področja v mednarodni prostor.

2 PROUČEVANJE BUKVE IN JELKE

BUKEV - Kmalu po ustanovitvi so na Inštitutu za gozdno in lesno gospodarstvo v Ljubljani pričeli z načrtnim proučevanjem bukovih gozdov in bukve, predvsem njenih bioloških, tehnoloških in genetskih posebnosti. Proučevanja bukve, ki so

bila zastavljena leta 1954 in so zajela vse pomembnejše bukove predele v Sloveniji, so razkrila:

- veliko raznolikost pri tej drevesni vrsti v morfoloških, fizioloških in anatomskih znakih (BRINAR 1975) in
- in odkrili bukove ekotipe (rastiščne rase), ki so se razvili kot odraz specifičnih rastiščnih razmer in migracijskih procesov v poledenih obdobjih na Balkanskem polotoku in slovenskem ozemlju (BRINAR 1957).

Dolgoletno proučevanje o vplivu podnebnih dejavnikov, zlasti svetlobe, na začetno in končno fenofazo in višinski prirastek pri 29 bukovih proveniencah je pojasnilo poleg drugih posebnosti tudi klinalno povezanost raziskovanih lastnosti bukve z nadmorsko višino (BRINAR 1963).

Proučevanje bukve se je razširilo na odkrivanje bukovih ras in različkov. Zlasti zanimiva sta metlasti(M) in ravnovejni (R) tip bukve, rasi ki se razlikujeta v nekaterih pomembnih parametrih npr.:

- Krošnje ravnovejne bukve so ožje od metlaste in to tembolj, čim više leži sestoj.
- Na višjih legah in večjih strminah ravnovejna bukev po višini in debelini prekaša metlasto bukev.
- Ravnovejna bukev razvije daljša brezvejna debla.
- V populaciji metlaste bukve prevladujejo zgodnje bukve, pri ravnovajnem tipu bukve pa je delež poznih osebkov prav izrazito poudarjen.
- Metlasta bukev ima po enoti tangencialne površine več strženovih trakov kot ravnovejna bukev.
- Proučevanja bukve dopuščajo sklep, da je metlasti tip bukve manj nagnjen k razvoju črnjave.

V Sloveniji prevladuje metlasti tip bukve, zlasti na višjih legah, na položnejših položajih in plitvejših tleh, in na takih mestih dosega večje višine (BRINAR 1965, 1971a).

Proučevanja so odkrila, da med različnimi proveniencami bukve obstaja velika variabilnost v vrsti znakov in lastnosti (BRINAR 1975). Tako je npr. preizkus kalivosti semen 34 provenienc bukve iz Slovenije pojasnil, da kalivost in razvoj

mladic upadata z večjo strmino in naraščajočo nadmorsko višino. Provenience bukve z apnene podlage kalijo in priraščajo bolje od tistih s kisle podlage.

Na raziskovalnem področju je bukev, ki je za slovenski gozdni prostor in gozdarstvo izredno pomembna, stopila iz anonimnosti. Zlasti v prostoru naravne razširjenosti bukve v Evropi so bila zastavljena številna proučevanja bukve, ki se nanašajo bodisi na genetske in populacijskogenetske raziskave, provenienčne poizkuse, pa na vrednotenje fenotipske in genotipske variabilnosti itd. Pri svetovni raziskovalni organizaciji IUFRO je bila leta 1984 osnovana projektna skupina "Žlahtnjenje in gojenje bukve". V tem delovnem projektu sodelujemo od osnovanja dalje v vodilnem teamu, s prispevki sodelujemo pri poglobljanju znanja o bukvi. V petih publikacijah, ki jih je ta delovna skupina objavila, je zajet velik del znanosti o posebnostih in žlahtnjenju bukve v povezavi z genetiko, populacijsko genetiko, gojenjem gozdov, zgodovino te drevesne vrste itd.

JELKA. Po vedno bolj vznemirljivih poročilih o propadanju jelke v celotnem prostoru naravne razširjenosti jelke v Evropi so strokovnjaki registrirali ta pojav okoli leta 1960 tudi v Sloveniji. Prva poročila o sušenju jelke v Sloveniji segajo v leto 1956. Miklavžič je bil prvi gozdarski strokovnjak, ki je leta 1959 strokovno javnost opozoril na ta pojav (HOČEVAR 1959, BRINAR 1964). Sušenje jelke v Sloveniji se je vse bolj širilo. Pešala je vitalnost jelke, manjšali so se vrednostni prirastki. Vse močnejša je postajala bojazen, da se jelka umika iz gozdnega prostora. Problem sušenja jelke v Sloveniji je postal eden osrednjih problemov, kajti po letu 1960 je bilo v Sloveniji le malo gozdov, v katerih jelka ne bi bila prizadeta (BRINAR 1966, MLINŠEK 1964). Strokovnjaki Odseka za gozdno genetiko pri Inštitut in Odseka za gojenje gozdov na Oddelku za gozdarstvo Biotehniške fakultete, pa tudi vrsta kolegov iz gozdarske prakse so vsestransko proučevali vzroke in posledice sušenja jelke v Sloveniji. Odkritih "krivcev" za propadanje jelke je bilo mnogo, sušenje jelke pa se je nadaljevalo.

IGLG se je lotil iskanja odpornih jelovih provenienc (BRINAR 1964). V ta namen je bilo potrebno proučiti morfološke in fiziološke posebnosti jelke v različnih prostorih.

3 PROVENIENČNA PROUČEVANJA

JELKA - Odsek za gozdno genetiko pri Inštitutu je vrsto let spremljal razvoj in fiziološke posebnosti sadik 20 jelovih provenienc z različnih območij bivše Jugoslavije. V proučevanje je bilo vključenih 8 jelovih provenienc iz Slovenije. Večletna proučevanja v laboratoriju in na raziskovalnih ploskvah so pojasnila med drugim tudi:

- da so jelove proveniencije iz vzhodnega jugoslovanskega prostora heliofilnejše od slovenskih in da močnejše reagirajo na pomanjkanje svetlobe od slovenskih, so pa tudi manj zahtevne za vlago,
- da jelove proveniencije z apnene podlage rastejo hitreje. V 4. letu starosti sadik so ugotovljene razlike že signifikantne. V nadaljnji rasti postaja ta prednost še zanesljivejša. Dalje so ugotovili, da je jelka z apnene podlage ambrofilnejša. Zaradi ugotovljene večje variabilnosti fizioloških znakov je bila izražena tudi domneva, da je jelka z apnene podlage bolj nagnjena k oblikovanju geografskih ras, kot jelke s kisle podlage (BRINAR 1973).

Pri proučevanju variabilnosti jelke v prostoru od Slovenije do njene naravne južne arealne meje v Makedoniji - na razdalji okoli 1000 km - smo skupaj z raziskovalno ekipo iz zapadne Nemčije ugotovili številne posebnosti, med katerimi so zanimive zlasti sledeče (HORVAT-MAROLT 1985):

- oblika krošnje, ki je v Sloveniji široka - gnezdasta proti JV areala prehaja v valjasto do koničasto,
- iglice, ki so pri jelki v Sloveniji razporejene v eni ravnini, se proti jugu naravnega areala razvrščajo vse bolj krtačasto,
- živi del jelove krošnje se od SZ proti JV areala postopoma podaljšuje, istočasno pa krajša brezvejni del debla,
- od SZ proti JV se pogostnost fruktifikacij pri jelki stopnjuje, tako so npr. polna semenska leta v gorovju Jakupica v Makedoniji vsako leto,
- vse očitnejše postaja regeneracijska sposobnost jelovih dreves,
- jelka proti južnemu robu areala prenaša vse več svetlobe, saj se pomlajuje tudi na nezasenčenih površinah celo na ekstremnih južnih legah.

Skratka, JV provenience jelke imajo v primerjavi s slovenskimi proveniencami glede svetlobe in vlage določeno prednost. Torej bi morda med jugovzhodnimi proveniencami našli tako, ki bi imela dovolj široko ekološko amplitudo, da bi "reševala" domačo, ogroženo jelko (BRINAR 1971, 1973).

Predvsem zaradi propadanja jelke v evropskem prostoru pa tudi zaradi poskusov širitve jelke izven prostora naravnega areala so v različnih prostorih Evrope osnovali provenienčna proučevanja z jelko. Starejših jelovih provenienčnih poskusov skorajda ni - razen enega v severni Italiji in dveh na Danskem, osnovanih v letih 1935, 1936 (HORVAT-MAROLT KRAMER 1982 b, LARSEN 1988). Ti preizkusi so pojasnili, da vse srednjeevropske provenience, vključene v proučevanje, različno kažejo tipične simptome sušenja jelke. Samo jelove provenience iz Kalabrije (južna Italija), severne Romunije (Lapus) in Pelisterja (južna Makedonija) so izstopale po močnejši vitalnosti in večji provenienčni variabilnosti (LARSEN 1988, KRAMER 1980). Naštete tri izstopajoče jelove provenience, ki so bile leta 1935 slučajno vključene v provenienčni poskus in so prostorsko med seboj močno oddaljene, verjetno niso edine, ki se odlikujejo po zaželenih lastnostih. Iz tega razloga so jelko v različnih prostorih naravne razširjenosti vsestransko proučevali in preizkušali ter se odločili za osnovanje gostejše mreže provenienčnih preizkusov v Evropi z večjim številom izbranih provenienc.

V mednarodno mrežo provenienčnega proučevanja je vključena tudi Slovenija. V raziskavo je vključenih 17 provenienc jelke z različnih območij Evrope, tudi iz Slovenije. Provenienčni nasadi so še mladi - 10 let - zato še ni mogoče oceniti oz. ovrednotiti parametrov kakovosti, razvoja in drugih posebnosti.

Slovenija je v mednarodno provenienčno proučevanje vključena tudi z duglazijo. 25 provenienc duglazije iz primarnih nahajališč severne Amerike in ena "udomačena" provenienca iz Slovenije sestavljajo skrbno odbrano skupino provenienc.

Devet provenienc črnega bora z različnih območij naravne razširjenosti te drevesne vrste: Turčije, Srbije, Hrvaške, Avstrije, Italije in Slovenije pa je vključenih v provenienčno proučevanje črnega bora.

4 PRESKRBA S KAKOVOSTNIM SEMENJEM

Za vzgojo sadik se sme uporabljati seme iz semenskih sestojev, t.j. normalno seme, in seme iz semenskih plantaž, t.j. selekcionirano seme.

SEMENSKI SESTOJI V SLOVENIJI - Pri izbiri semena in vzgoji sadik gozdnega drevja je potrebno poznati posebnosti gozdarske genetike, in upoštevati provenienčne posebnosti semenja in sadik drevesnih vrst, ki so pogosto odločilne za uspeh obnove gozdov, lahko tudi usodne (BELTRAM JURHAR BRINAR 1958, BRINAR 1961). Ta spoznanja so vodila gozdarske strokovnjake Evrope in Slovenije k osnovanju semenske baze drevesnih vrst v gozdovih. Osnovni namen izbire semenskih objektov in pridobivanja semenja z njih je izboljšanje dednih zasnov naših gozdov. Do novejšega časa, do celovite revizije semenskih objektov v Sloveniji, je veljalo posebno pravilo, da se mora seme gozdnih drevesnih vrst praviloma uporabljati le v mejah izvirnega semenskega okoliša. Pri določanju meja semenskih okolišev se je upoštevalo klimatske, reliefne, talne in vegetacijske posebnosti posameznega področja (BRINAR 1961). Po reviziji semenskih sestojev, ki semenske sestoje združuje po združbah, pa je seme oz. sadike gozdnega drevja mogoče uporabljati tudi izven matičnega okoliša.

Zahtevno in dolgoletno, pravzaprav trajno delo izbire semenskih sestojev iglavcev in listavcev v Sloveniji, sestava registra semenskih objektov, vsakoletni zdravstveni pregledi le-teh, iskanje in potrjevanje novih in izločanje neustreznih itd. je vseskozi delo Gozdarskega inštituta Slovenije. Dinamično sestavljen register semenskih sestojev v Sloveniji je izredno pomemben za sodobno semenarsko in drevesničarsko dejavnost ter pomeni istočasno tudi bogat genski fond drevesnih vrst in populacij. Semenski sestoji v Sloveniji bodo nedvomno še dolgo najpomembnejši vir pridobivanja kakovostnega gozdnega semena. Semenski sestoji v Sloveniji so pretežno avtohtoni in se odlikujejo po

bioekoloških, prirastnih in drugih lastnostih, predvsem pa po še vedno pestri in bogati genetski konstituciji.

KLONSKKE SEMENSKKE PLANTAŽE - To so umetne kulture, katerih namen je večletna - časovno omejena - proizvodnja genetsko izboljšanega semena. Snujejo jih od fenotipsko oz. domnevno genetsko najboljših osebkov - klonov neke drevesne vrste. Ker je snovanje semenskih plantaž izredno zahtevno, dolgoročno odgovorno in zelo drago, so za tako delo potrebni gozdarsko in interdisciplinarno zelo dobro podkovani strokovnjaki. Semenske plantaže predstavljajo še vedno sporno področje pri pridobivanju semena gozdnih drevesnih vrst. Semenje iz semenskih plantaž ima za posledico izredno zoženje genetske pestrosti drevesnih vrst in gozdov.

V Sloveniji so se resneje pričeli ukvarjati s snovanjem semenskih plantaž po 1960. letu, ko je gozdarski inštitut tudi prevzel strokovno - tehnično vodstvo tega dela. Ker so bili vzdrževanje, spremljanje in nega semenskih plantaž zelo zamudni, zahtevni in dragi, so leta 1973 prešle v upravljanje gozdnih gospodarstev. Večina do sedaj osnovanih semenskih plantaž ni uspela v skladu s pričakovanji. Do leta 1986 je bilo v Sloveniji osnovanih 15 ha semenskih plantaž predvsem iglavcev.

PLUS DREVESA - Hkrati z izločanjem semenskih sestojev so gozdarski strokovnjaki z Inštituta in iz gozdarske prakse v semenskih sestojih in na ostalih gozdnih površinah izbirali in označevali plus drevesa pomembnejših drevesnih vrst. Plus drevesa izstopajo oz. se odlikujejo po morfoloških, fizioloških, prirastnih ali drugih posebnostih in so potrebna predvsem za snovanje semenskih plantaž, za klonsko razmnoževanje in križanja. Predstavljajo pa tudi izredno kakovosten genetski fond drevesnih vrst. Register plus dreves se nahaja na Gozdarskem inštitutu Slovenije v Ljubljani.

5 INTENZIVNI NASADI

Ker so bile potrebe po lesu v Sloveniji zlasti po II. svetovni vojni zelo velike, so strokovnjaki gozdarskega inštituta proučevali možnosti za snovanje intenzivnih

nasadov topolov zlasti v zunajgozdnem prostoru, hitrorastočih iglavcev in listavcev pa v gozdnem in zunajgozdnem prostoru.

- Iskanje, proučevanje in preizkušanje topolovih križancev za plantažno proizvodnjo v Sloveniji so oteževala dejstva, da je prostorski potencial za gojenje topolov v Sloveniji zelo majhen, pa še ta se večinoma bistveno razlikuje od tipičnih topolovih rastišč prav tistih topolovih klonov, ki jih odlikuje velik lesnovolumenski prirastek. V različnih predelih Slovenije so bili osnovani poskusni in trajnejši proizvodni nasadi, v katerih so proučevali in spremljali številne, za uspeh topolovih plantaž pomembne parametre. Zlasti pomembne so bile raziskave, usmerjene na iskanje topolovih klonov v Sloveniji, ki temeljijo na izbiri in zavarovanju topolovih dreves spontanega nastanka (matična drevesa) z odličnimi bioekološkimi in prirastnimi lastnostmi.
- Pospeševanju topolov v Sloveniji se je pridružilo proučevanje in preizkušanje hitrorastočih iglavcev in listavcev. V mnogih predelih Slovenije od Slovenskega Krasa do Prekmurja so sodelavci inštituta skupaj z sodelavci iz gozdarske prakse osnovali bodisi opazovalne, testne, ali pa trajnejše proizvodne nasade hitrorastočih iglavcev in listavcev v gozdnem ali zunajgozdnem prostoru. Lista "sodelujočih" drevesnih vrst je bila pestra. Od listavcev so bili vključeni v raziskovalni program: trepetlika, č. jelša, oreh, neprava akacija, drevesne vrbe in druge, od iglavcev pa zlasti smreka, zeleni bor, zelena duglazija in macesen.

6 KRATKOROČNE RAZISKAVE

Poleg dolgoročnih raziskav, ki kot rdeča nit spremljajo razvoj žlahtnjenja gozdnega drevja od začetka načrtnega raziskovalnega dela na tem področju do danes, so sestavni del žlahtnjenja gozdnega drevja tudi številne aktualne mednarodno zanimive kratkoročne raziskave, med drugim:

- uporaba radioaktivnega žarčenja pri raziskovanju bioloških lastnosti gozdnega drevja (BRINAR 1968),
- odkrivanje mutantov nekaterih drevesnih vrst s posebnimi morfološkimi in fiziološkimi znaki. Naj omenim mutanta jelke z ozko piramidno krošnjo, ki se odlikuje po izredni vitalnosti, močnejšimi prirastki in odpornosti na področju, na katerem jelka močno propada (BRINAR 1967, BRINAR 1972),

- ugotavljanje vpliva kolinov na kalitev semena v zvezi z alternacijo nekaterih gozdnih drevesnih vrst (BRINAR 1971),
- proučevanje rdečeploidne (*P. abies var. eritrocarpa*) in zelenoploidne smreke (*P. abies var. chlorocarpa*),
- možnosti uvajanja kitajskega kostanja v Sloveniji in izbranih vrst evkaliptov za Slovensko Primorje,
- proučevanje posebnosti semenitve in semenja jelke s pragozdnih površin in iz gospodarskih gozdov Slovenije. Zlasti ugotovitve, da je pri pragozdni jelki večji izplen polnega semenja, da ima seme večjo kalilno energijo in bolj razvlečeno kalilno razdobje, v semenski lupini pa več eteričnega olja kot jelka iz gospodarskega gozda, so zelo zanimale raziskovalce iz drugih delov Evrope (HORVAT MAROLT 1979).

7 RAZISKOVALNI TRENDI ZADNJEGA DESETLETJA

V zadnjem desetletju se je raziskovalna aktivnost, povezana z žlahtnjenjem gozdnega drevja razširila in poglobila. Razlogov za to je več:

- Pojavili so se številni novi problemi, razvili so se novi raziskovalni pristopi.
- Ojačale so se raziskovalne ekipe.
- Raziskovalne laboratorije so opremili s sodobnimi aparaturami in drugimi pripomočki.
- Razmahnilo se je interdisciplinarno raziskovalno povezovanje. Dodatne raziskave pri sorodnih raziskovalnih inštitucijah tudi v inozemstvu, so raziskovalno delo obogatile.
- In končno sta se ves raziskovalni potencial in vsebina raziskovalnega dela usklajevala z onim v Evropi in svetu.

Raziskovalno dejavnost zadnje deкаде, ki se nanaša na žlahtnjenje gozdnega drevja v Sloveniji, bi lahko predstavili takole:

I. Raziskave, ki so močnejše povezane s propadanjem gozdov v Sloveniji:

- Proučevanje variabilnosti in morfoloških, fizioloških in genetskih odklonov drevesnih vrst od normalnega stanja. Ugotavljanje vzrokov za evidentirane premike ter proučevanje možnosti za razvojni trend v prvotno stanje.

- Proučevanje provenienc različnih drevesnih vrst. Tudi te raziskave danes večji del narekuje propadanje gozdov.
- Preizkušanje drevesnih vrst v različno ogroženih okoljih.
- Proučevanje fiziologije gozdnih drevesnih vrst in pomen mikorizne komponente nasploh.

2. Proučevanja, ki se posredno ali neposredno ukvarjajo z ohranitvijo genetske pestrosti drevesnih vrst in gozdov. Razni načini gospodarjenja z gozdovi, propadanje gozdov in postopki modernega žlahtnjenja gozdov povzročajo siromašenje (oženje) genskega fonda slovenskega gozda.

Z veliko genetsko pestrostjo se naravne populacije drevesnih vrst prilagajajo lokalnim posebnostim, nepredvidenim nenadnim dogodkom (npr. škodljivim biotskim ali abiotskim vplivom) in si tako ohranjajo visoko stopnjo varnosti. Za genetsko pestrost lahko rečemo, da predstavlja oziroma nadomešča načelo trajnosti. "Moderno žlahtnjenje" pa vključuje pridobivanje in uporabo semenja drevesnih vrst iz semenskih plantaž, vegetativno razmnoževanje dreves za obnovo v gozdnem prostoru, vzgojo sadik iz tkivnih kultur itd. (ELERŠEK JERMAN 1989). Ogroženo dedino slovenskega gozda skušajo strokovnjaki ohraniti v različnih oblikah, npr.:

- . v semenskih sestojih in plus drevesih,
- . na provenienčnih raziskovalnih površinah,
- . v živih arhivih gozdnih drevesnih vrst,
- . v semenskih klonskih plantažah,
- . v semenski zbirki.

Premajhna pozornost pa je usmerjena na proučevanje, iz vrednotenje in ohranitev naravnega, dinamičnega genetskega bogastva slovenskega gozda in drevesnih vrst z vsemi posebnostmi, ki so povezane s to pestrostjo (HORVAT-MAROLT 1986, 1990, ZUPANČIČ 1992).

3. Razvoj moderne tehnologije in nova spoznanja so omogočile številne specifične raziskave, ki so povezane z žlahtnjenjem gozdnega drevja. Zlasti atraktivne so raziskave iz biotehnologije, dobrodošla so proučevanja interakcij med paraziti in simbionti gozdnega drevja. Zanimivo in morda aplikativno

obetavno je delo z visokofrekvenčno elektrofotografijo. Tako kot v ostalem prostoru Evrope so tudi v Sloveniji zastavljene raziskave, ki se ukvarjajo s ugotavljanjem genetskih struktur drevesnih vrst.

8 SLOVENIJA - RAZISKOVALNI SPREMLJEVALEC EVROPE

Že staro pravilo pravi, da morajo mali narodi delati in znati več od velikih, da se morajo svetu odpreti, znanje drugih kritično sprejemati, svojega pa oddajati. Žlahtnjenje gozdnega drevja v Sloveniji se je tega pravila na vsej svoji razvojni poti držalo.

Vključevanje strokovnjakov, ki so se ukvarjali v Sloveniji z žlahtnjenjem gozdnega drevja v mednarodne raziskovalne tokove je potekalo postopoma in se manifestiralo v različnih oblikah:

- Mednarodno povezovanje se je pričelo z izmenjavo obiskov strokovnjakov in znanstvenikov iz prostora bivše Jugoslavije, sosednjih držav, se kmalu razširilo na prostor vse Evrope in preskočilo na druge celine. Raziskovalci iz Slovenije so se izpopolnjevali v različnih raziskovalnih institucijah Evrope. Izmenjava strokovne periodike in drugih strokovnih in znanstvenih objav je zaokrožila prvi krog mednarodnih povezav.
- Kmalu se je razvilo "konkretno" strokovno in znanstveno mednarodno sodelovanje. V raziskovalni program žlahtnjenja gozdnega drevja v Sloveniji so bili vključeni problemi, aktualni in prioritetni za Slovenijo in mednarodni prostor, npr. temeljna in poglobljena proučevanja pomembnih drevesnih vrst, semenski sestoji, evidentiranje in poskusi ohranitve genetske zaloge drevesnih vrst in gozdov Slovenije itd. Žlahtnitelji Slovenije so se pričeli vključevati v mednarodne raziskovalne projekte, bodisi v okviru IUFRO ali drugih mednarodnih znanstveno-raziskovalnih organizacij. Prevzemanje vodilnih funkcij v mednarodnih raziskovalnih organizacijah je gotovo prispevalo k uveljavljanju področja v mednarodnem prostoru. Izmenjava "živega" raziskovalnega materiala ali pomoč pri pridobivanju le-tega je predstavljal tudi pomemben delež pri sodelovanju in obvladovanju mednarodnega raziskovalnega prostora.
- Zelo odmevno je bilo vse do danes aktivno sodelovanje sodelavcev tega področja na mednarodnih strokovnih in znanstvenih prireditvah v tujini in Sloveniji.

- Da je žlahtnjenje gozdnega drevja Slovenije v mednarodnem prostoru suvereno prisotno in upoštevano, pričajo številne objave v tujih mednarodno priznanih strokovnih in znanstvenih publikacijah.

Navedene oblike mednarodnega sodelovanja so permanentne in potrjujejo pravilno naravnost raziskovalnega dela pri žlahtnjenju gozdnega drevja v Sloveniji. Opozarjajo pa tudi, v katere smeri se ne kaže preveč poglobljati, bodisi, da so za Slovenijo predrage, ali pa jih "bogatejši" del Evrope proučuje tudi za nas. Z mednarodnim povezovanjem in sodelovanjem si Slovenija pridobiva v svetu ugled, ki je odraz uspešnega dela strokovnjakov in znanstvenikov Slovenije. Tak način dela se bo nedvomno nadaljeval tudi v bodoče, ker želimo ostati v glavnem toku mednarodnega raziskovanja, ne na obrobju.

Tudi z gozdarskimi strokovnjaki Slovenije so se od prvih raziskovalnih nalog dalje razvijale za obe strani raziskovalno in operativno zanimive in koristne oblike sodelovanja. "Operativci" so bili - in so še vedno - dragoceni svetovalci, sooblikovalci raziskovalnega programa, pomočniki pri terenskih delih, kritični ocenjevalci objav.

Rezultati raziskav smo strokovni javnosti posredovali v različnih oblikah: s seminarji, predstavitvami raziskovalnega dela, znanstvenimi in strokovnimi pomenki, s prispevki na visokošolskih študijskih dnevih itd.

9 ZAKLJUČEK

Začetek raziskovalnega dela na področju žlahtnjenja gozdnega drevja v Sloveniji lahko povežemo z ustanovitvijo Inštituta za gozdno in lesno gospodarstvo v Ljubljani. Kljub temu, da mladi znanstveni disciplini žlahtnjenja gozdnega drevja ni uspelo oblikovati samostojnega znanstveno-raziskovalnega oddelka, se je tovrstno delo uspešno in vsebinsko aktualno razvijalo v sklopu drugih raziskovalnih enot.

Skladno s potrebami gozdarstva v Sloveniji in razvojnimi raziskovalnimi trendi v Evropi so se zastavljale dolgoročne pa tudi številne delno bazične delno aplikativne kratkoročne raziskave. Dolgoročne raziskave vključujejo predvsem:

- problematiko semenarstva in drevesničarstva v širšem smislu,
- provenienčna proučevanja pomembnejših drevesnih vrst,

- poglobljena proučevanja posameznih drevesnih vrst, bukve, jelke, smreke, hrasta,
- snovanje intenzivnih nasadov hitrorastočih drevesnih vrst.

Raziskave zadnjega časa pa so povezane predvsem s propadanjem gozdnih drevesnih vrst in gozdov v slovenskem prostoru, siromašenjem genskega bogastva gozdov in z načini ohranitve čim večje genske pestrosti drevesnih vrst in gozdov.

Raziskovalni trendi in težišča dela pri žlahtnjenju gozdnega drevja v Sloveniji so bili večji del vedno usklajeni z onimi v Evropi in svetu, zato je povezovanje, sodelovanje in uveljavljanje žlahtnjenja gozdnega drevja Slovenije v mednarodnem prostoru bilo in je še umevno samo po sebi. Številne oblike mednarodnega sodelovanja in dosežen mednarodni ugled na tem področju potrjujejo, da se žlahtnjenje gozdnega drevja v Sloveniji usmerja pravilno. Strokovnjakom iz gozdarske prakse pa velja posebna zahvala za strokovno in znanstveno sodelovanje zlasti pri tistih raziskovalnih nalogah, ki so bile vezane na raziskovalne ploskve, gozdne sestoje ali pa na širši gozdni prostor.

10 SUMMARY

In Slovenia the beginnings of research work in the field of Forest Tree Improvement coincide with the establishment of The Institute for Forestry and Wood Science in Ljubljana. The research activities of this young scientific discipline were carried out successfully within different research units of the Institute.

In accordance with Slovenian forestry needs, and in coincidence with European research trends, long term research projects were initiated. At the same time numerous short term, partially basic and partially applicable, research studies started.

Long term research programs dealt mostly with:

- the acute problems in the field of seed and forest nursery in general;
- provenance trials on important tree species;
- intensive investigations into tree species that are endangered, or are very significant in forestry for their biological, physiological, morphological and other properties (e.g.: beech, silver fir, common spruce, oak etc.);

- planning, setting up and testing of intensively managed plantations of fast growing tree species inside and outside of forest space.

Recent research trends are connected mainly to the problem of dying back forests and forest tree species, and to the problem of impoverishment of gene-pool. In Slovenian forests attempts are made to preserve as broad a genetic variability as possible.

In Slovenia research topics and trends, within forest tree improvement, have always been compatible with those in Europe and on other continents. For that reason an international cooperation and established communications were just a matter of course. Different forms and ways of active international collaboration, and achieved reputation in this particular field, confirm the right research efforts made in Slovenia. Special thanks have to be given to all those forest practitioners in Slovenia, who with their experiences and good will helped to carry out all the works on research plots and forest stands.

11 VIRI

BELTRAM, V. / JURHAR, F. / BRINAR, M., 1958. Cilji in naloge našega gojenja gozdov. - Gozdarski vestnik, 16, s. 132-140.

BRINAR, M., 1957. Naša bukev in naši bukovi gozdovi. - Gozdarski vestnik, 15, s. 65-90.

BRINAR, M., 1961. Načela in metode za izbiro semenskih sestojev. - Gozdarski vestnik, 19, s. 1-20.

BRINAR, M., 1963. O razvojnem ritmu različnih bukovih provenienc oziroma ekotipov.- Gozdarski vestnik, 21, s. 65-90.

BRINAR, M., 1964. Življenjska kriza jelke na slovenskem ozemlju v zvezi s klimatičnimi fluktuacijami. - Gozdarski vestnik, 22, s. 97-144.

BRINAR, M., 1965. Bukove rase in diferenciacija različkov glede nekaterih fizioloških in tehnoloških lastnosti. - Gozdarski vestnik, 23, s. 257-288.

BRINAR, M., 1966. Znana in vendar nepriznana dejstva o naši jelki. - Gozdarski vestnik, 24, s. 286-290.

BRINAR, M., 1967. Ein mehrseitig nützlicher spontaner Tannenmutant. - XIV IUFRO Kongress, München, s. 807-810.

BRINAR, M., 1968. Vpliv jonizirajočega žarčenja na vitalnost in ravnost nekaterih smrekovih varietet in ekotipov. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 7.

BRINAR, M., 1970. O sušenju jelke in nekaterih pojavih, ki ga spremljajo. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 8, s. 5-92.

BRINAR, M., 1971a. O ekološki in dedni pogojenosti razhajanja nekaterih morfoloških, fenoloških in anatomskih lastnosti naše bukve. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 10, s. 5-60.

BRINAR, M., 1971 b. O vplivu kolinov na kalitev semena v zvezi z alternacijo nekaterih gozdnih drevesnih vrst. - Gozdarski vestnik, 29, s. 65-83.

BRINAR, M., 1972. Preizkušnja dednih zasnov svojevrstne smrekove izbranke. - Gozdarski vestnik, 30, s. 37-45.

BRINAR, M., 1973. Primerjalno testiranje jelovih provenienc glede nekaterih fizioloških značilnosti v zvezi s propadanjem jelke na slovenskem ozemlju. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 12, s. 87-139.

BRINAR, M., 1975. Kalivost bukovega semena in razvoj iz njega zraslih mladice v zvezi z nekaterimi značilnostmi provenienčnih rastišč. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 13, s. 61-73.

ELERŠEK, L. / JERMAN, J., 1989. Razvoj vegetativnega razmnoževanja z mini potaknjenci in minimatičnjaki ter njegov pomen pri žlahtnjenju gozdnega drevja. - Nova proizvodnja, 40, 3/4.

HOČEVAR, S., 1959. Poročilo o pregledu zdravstvenega stanja jelovih sestojev na področju ObLO Šoštanj. - Ljubljana, Rokopis.

HORVAT-MAROLT, S., 1979. Biologija semenitve v pragozdu in gospodarskem gozdu. Jelka-*Abies alba* Mill. - Elaborat, IGLG, BF, Ljubljana, 43 s.

HORVAT-MAROLT, S. / KRAMER, W., 1982a. Die Weisstanne (*Abies alba* Mill.) in Jugoslawien. - Forstarchiv, 53, s. 172-180.

HORVAT-MAROLT, S. / KRAMER, W., 1982b. Die Weisstanne (*Abies alba* Mill.) in Jugoslawien. - Forstarchiv, 53, s. 216-220.

HORVAT-MAROLT, S., 1985. Variabilnost jelke (*Abies alba* Mill) v Jugoslaviji .- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 26, s. 63-73.

HORVAT-MAROLT, S., 1986. Europas Genreserven in den Wäldern Jugoslawiens. - Proceeding 18th IUFRO World Congress, Div. 2, Vol. II, s. 525-535.

HORVAT-MAROLT, S., 1990. Genressourcen von Waldbäumen in Jugoslawien. - Mitt. d. Bundesforschungsanstalt f. Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg, 164, s. 299-312.

GIS (Gozdarski inštitut Slovenije), 1950. Izvestja. - GIS, Ljubljana, 251 s.

GIS (Gozdarski inštitut Slovenije), 1994. Letno poročilo. - GIS, Ljubljana, 120 s.

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1954-1982, 1991-1993. Letna poročila. - IGLG, Ljubljana.

IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1983-1989. Poročila o raziskovalnem delu. - IGLG, Ljubljana.

KRAMER, W., 1980. Vorschlag für einen internationalen Herkunftsversuch von Weisstanne (*Abies alba* Mill.). - V: 3. Tannen - Symposium, Österr. Agrarverlag, Wien, s. 98-108.

LARSEN, J. B., 1988. Waldbauliche Probleme und Genökologie der Weisstanne (*Abies alba* Mill.). - 5. IUFRO - Tannensymposium, Zvolen, s. 9-15.

MLINŠEK, D., 1964. Sušenje jelke v Sloveniji - prvi izsledki. - Gozdarski vestnik, 22, s. 145-159.

ROHMEDER, E. / SCHÖNBACH, H., 1959. Genetik und Züchtung der Waldbäume. - Verlag Paul Parey, Hamburg u. Berlin, 338 s.

VIDAKOVIČ, M., 1985. Genetika i oplemenjivanje šumskog drveća. - Šumarski fakultet, Zagreb, 505 s.

ZUPANČIČ, M., 1992. Ohranjanje naravne genetske dediščine gozda v Sloveniji. - Gozdarski vestnik, 50, s. 83-86.

GDK 945.4:946.3 Gozdarski inštitut Slovenije:16 / 17:165.3:161:23:181.351 "1947 - 1997"
PREGLED DELA IN RAZVOJ PODROČJA GOZDNE BIOLOGIJE

Hojka KRAIGHER*

Izvleček

Razvoj znanstveno-raziskovalnega, strokovno-usmerjevalnega in vzgojno-izobraževalnega procesa na področju gozdne biologije na Gozdarskem inštitutu Slovenije v svoji petdesetletni zgodovinski perspektivi prikazuje velik vzpon genetskih raziskav in gojenja gozdov v luči gozdne genetike ter velik delež raziskav hitrorastočih drevesnih vrst v zunajgozdnih lesnih nasadih do začetka osemdesetih let. V zadnjem desetletju smo priča veliki fluktuaciji kadrov in zmanjšanju obsega raziskav pod nivo potreb, ki jih izkazuje gozdnogojitveno načrtovanje v praksi. Perspektive razvoja so v poudarjenem povezovanju in poglobljanju temeljnih znanj s področja gozdne genetike, fiziologije, semenarstva, drevesničarstva, interakcij v mikorizosferi pri obnovi gozda in uporabi sodobnih molekularnih metod raziskovanja, ter skupnem strokovnem delu z gozdnogojitveno operativo pri načrtovanju in kontroli gozdnega reprodukcijskega materiala.

Ključne besede: zgodovinski pregled, gozdna biologija, obnova gozda, perspektive razvoja

A REVIEW OF DEVELOPMENT IN THE FIELD OF FOREST BIOLOGY AND ITS PERSPECTIVES.

Abstract

The field of forest biology at the Slovenian forestry institute has in its development over the past fifty years passed through a fruitful period of studies in forest genetics, silvicultural measurements on the basis of forest genetics and intensive research of fast growing wood plantations till the beginning of the eighties. In the last decade we have envisaged a big fluctuation of personnel and a diminishment of research projects below the level, required for active collaboration with silvicultural practice. The perspectives of development of the field of forest biology is in enhanced collaboration and improvement of basical knowledge from the fields of forest genetics, physiology, seeds and nurseries, interactions in the mycorrhizosphere in regeneration of forests, in application of up-to-date molecular methods and in joint professional work with the silvicultural practices in planning and control of forest reproductive material.

Key words: historical overview, forest biology, regeneration of forest, perspectives of development

* Doc., dr., dipl. inž. gozd., dipl. biol., Gozdarski inštitut Slovenije, 1000 Ljubljana, Večna pot 2, SLO

1 UVOD

Področje gozdne biologije se je v svojem petdesetletnem razvoju v okviru slovenskih raziskovalnih inštitucij razvijalo v odnosu na potrebe slovenskega gozdarstva. Vseskozi je temeljilo na razvoju temeljnih znanj in njihove aplikacije v gozdnogojitveni praksi. V spominskem letu so področja gozdne biologije opredeljena s področji gozdne genetike, fiziologije in biotehnologije, v katera sodijo raziskave genetske variabilnosti in fiziologije gozdnih drevesnih vrst, umetne in naravne obnove gozda, varstvo gozdnih genskih virov, fiziologije in biotehnologije rasti in razvoja ter koreninskih simbiotov gozdnega drevja, raziskave v okviru semenarstva, drevesničarstva in nasadov. Znanstveno-raziskovalno in strokovno usmerjevalno področje izhaja in se razvija v skladu z ustreznimi zakonskimi in podzakonskimi akti s področja gozda in gozdarstva, gozdnega semenarstva in drevesničarstva, varstva okolja in raziskovalne dejavnosti ter sledi oziroma sooblikuje nacionalni program razvoja gozdov v Sloveniji.

2 GOZDNA BIOLOGIJA V ZGODOVINI STROKOVNEGA IN RAZISKOVALNEGA DELA NA GOZDARSKEM INŠTITUTU SLOVENIJE

Ob ustanovitvi Gozdarskega inštituta Slovenije (GIS) leta 1947 je prvih pet raziskovalcev začelo z vzpostavljanjem osnovnih področij raziskovalnega in strokovnega dela. Sektor za gozdno proizvodnjo je obsegal raziskave biokemije, gozdne biologije, gozdnega semenarstva in drevesničarstva, gozdne genetike, fitosociologije, pedologije, dendrokronologije, obnove, gojenja in varstva gozdov, gozdnih melioracij, hudournišтва, dendrometrije in lovstva (CIVIDINI WRABER 1950). Za potrebe raziskav so upravljali z raziskovalnimi ploskvami, poskusnimi in študijskimi objekti in s pragozdnimi rezervati. Sodelovali so kot soustanovitelji Gozdarske fakultete jeseni 1949 in postavili temelje ustanovitvi državnega gospodarskega podjetja Gozdne semenarne in drevesnice. Začeli so z izgradnjo stavbe GIS in drevesnice pod Rožnikom. Nekatera področja so pokrivali v sodelovanju z zunanjimi sodelavci.

O temeljnih izhodiščih gojenja gozdov so razmišljali predvsem fitocenologi. Dr. Maks Wraber je leta 1950 objavil dva prispevka o gojenju gozdov v luči gozdne genetike (WRABER 1950a) in o fitosociologiji kot temelju sodobnega gojenja gozdov (WRABER 1950b). V tem času so slovenski fitocenologi postavili temelje delitvi Slovenije na semenske okoliše in temelje organiziranosti gozdne semenarske službe (WRABER 1951). Poudaril je biološke osnove gozdnega semenarstva in drevesničarstva, nujnost načrtno urejene, usmerjevane in nadzirane semenarske službe, predvsem izvora (provenience) in izbora (selekcije) gozdnega semenja. Na osnovi geografskih, geološko-petrografskih, klimatskih in vegetacijskih področij, opredeljenih na osnovi fitocenologije, so v tem času razdelili Slovenijo na sedem gozdnih semenskih okolišev (WRABER 1950a): Triglavski, Kamniško-Savinjski, Pohorsko-Kozjaški, Podravsko-Pomurski (subpanonski), Posavsko-Dolenjski, Postojnsko-Kočevski (planinski gozdni kras) in Kraški semen(ar)ski okoliš. S sodelovanjem Strokovnega sveta za semenarstvo in drevesničarstvo, Uprave za urejanje gozdov in Gozdarskega inštituta Slovenije je bilo na terenu izločeno večje število gozdnih semenskih sestojev, namenjenih za trajno proizvodnjo kakovostnega semenja, ter določeni semenski predeli, kjer so nabirali kvalitetno seme domačih gozdnih drevesnih vrst. Hkrati je bilo tudi predvideno, kje naj se nabrano seme uporablja za setev na terenu in v drevesnicah. Zasnovali so sistem večjega števila gozdnih drevesnic, razporejenih po geografskih conah in višinskih vegetacijskih pasovih. Pri izboru semen(ar)skih sestojev so upoštevali (WRABER 1950a) fitocenoške (fitosociološke), biološko-ekološke, genetske, sistematične, tehnološke in gospodarske kriterije. Kot navaja Wraber (cit. v WRABER 1951), so bile praktične koristi semenskih sestojev naslednje:

1. Zagotovljeni sta zanesljiva provenienca in dobra kvaliteta gozdnega semenja.
2. Omogočena je uspešna kontrola nad zbiranjem in porazdeljevanjem semenja, ki mora biti smotrno glede uporabe v mejah semenskega okoliša in zunaj njega.
3. Vse rasne odlike gozdnega drevja, ki jih vsebujejo določeni gozdni sestoji, se s pravilno rajonizacijo semenskih okolišev ohranjujejo in utrjujejo.
4. Razmejitev gozdnih semenskih okolišev in izločitev semenskih sestojev je znanstvena in praktična osnova za selekcijo gozdnega semenja, to je za

stopnjevanje dobrih rasnih lastnosti in za vzgojo kolikor toliko čistih vrst z ustaljeno dedno osnovo oziroma veliko vitalno silo.

5. Rajonizacija semenskih okolišev narekuje ustrezen raspored gozdnih drevesnic v horizontalnem in vertikalnem smislu ter omogoča smotno uporabo gozdnih sadik.
6. Semenski okoliši so realna podlaga za planiranje nabiranja gozdnega semena tako glede absolutne količine kakor tudi glede količinskega razmerja med drevesnimi vrstami.
7. Z upoštevanjem gornjih kriterijev se bo dvignila kakovost gozdnega semena in gozdnih sadik in s tem seveda tudi gozdna proizvodnja po kakovosti in količini.
8. S točnimi podatki o provenienci in selekciji gozdnega semena bo močno narasla njegova vrednost pri izvozu v tujino.

Po teh uvodnih razpravah je minilo še celo desetletje, preden so bile podrobno zapisani načela in metode za izbiro semenskih sestojev (BRINAR 1961). V kratkem pregledu dela na področju gozdne biologije v tem obdobju (GIS 1953-1989, 1991-1996) ugotovimo postopno širitev kroga sodelavcev, področja, aplikativnih in bazičnih raziskav:

V letu 1953 in 1954 sektor gojenja gozdov vodita Stane Sotošek in Jože Miklavžič, ožje področje gozdne genetike, semenarstva in drevesničarstva prevzame dr. Miran Brinar ob sodelovanju treh drevesničarjev in vrtnarjev v Ljubljani ter vodij raziskovalnih postaj in drevesnic na terenu. Naloge celega sektorja obsegajo raziskave pomlajevanja jelke na Rogu, gojenje bukve, sanacije sestojev rdečega bora, črnega bora in smreke, gozdnogojitvene probleme čistih sestojev rdečega bora, premeno črnega bora v gospodarske sestoje, premeno smrekovih sestojev, širjenje areala smreke, macesnovega semena, pomlajevanja na mraziščih, spremembe gozda v kmetijske površine in hitrorastočih tujih iglavcev. V letu 1955 se osebje Inštituta dokončno naseli v novem poslopju pod Rožnikom. V sektorju za gojenje gozdov sodelujejo Jože Miklavžič, Miran Brinar, Rihard Erker, Milan Piskernik, Janez Božič, Marjan Pavšer, trije nepogrešljivi tehniki, med njimi Rudi Omovšek, trije drevesničarji in vrtnarji, med zunanjiimi sodelavci Ciril Jeglič ustvarja idejo o arboretumu pod Rožnikom. Raziskovalni program se postopno cepi na raziskave topola in topolovih rastišč, na raziskave gojenja bukve,

macesna, premene smrekovih sestojev na Pohorju, sestojnih tipov v posameznih predelih Slovenije, ter na izločanje semenskih sestojev, izbiro dreves za proizvodnjo semena, shranjevanja semena, alelopatije, poliploidnosti, uporabe rastlinskih hormonov. Leta 1956 v zgradbi GIS gostuje del Gozdarskega oddelka Fakultete za agronomijo, gozdarstvo in veterino. Miklavžič vodi raziskovalne naloge o topolih, premeni smrekovih sestojev in črnega bora, pripravijo gozdnogojitveni načrt za nekaj gozdnogospodarskih enot, M. Brinar vodi raziskave bukovih sestojev, semenskih sestojev, kontrole semen itd., na kratko "genetike v gozdni praksi", ostali sodelavci so večinoma vezani na fitocenološke raziskave gozdnih tipov v Sloveniji.

V letu 1957 je izdelan projektni načrt za izgradnjo rastlinjaka, z gradnjo se začne 1. novembra. V inštitutskem parku je zasajenih 159 dreves in grmov, izdelane so poti in ograja. V letu 1958 na Gozdarskem inštitutu sodeluje skupno 18 raziskovalcev, ki so v tem letu "pridelali" 6480 "neproduktivnih ur" (komisije, sestanki, predavanja, tečaji ipd.). V sektorju za gojenje so pripravili izboljšani projektni načrt za izgradnjo rastlinjaka, zasnovali so drevesnico v Zadobrovi, namenjeno predvsem vzgoji in testiranju topolovih klonov. Pri raziskavah bukve odgovorni vodja M. Brinar izvaja kompleksne raziskave genetike, fiziologije, fenologije, selektivnih redčenj, pomlajevanja, povezanih s kompleksnimi klimatskimi opazovanji in meritvami dnevnega sevanja. V povezavi z gozdno semenarsko službo raziskuje tudi varietete smreke in zastavi provenienčni poskus z 19 proveniencami smreke. V letu 1959 je rastlinjak dokončan. Oddelek za gozdno gospodarstvo se razdeli na odsek za gozdno ekologijo in odsek za gojenje gozdov. Raziskovalne naloge pod vodstvom J. Miklavžiča obsegajo raziskave smrekovih monokultur, žlahtnjenja čistih bukovih idrijskih gozdov, hitrorastočih listavcev, melioracije Krasa itd. Dr. V. Tregubov pripravlja gozdnogojitvene elaborate za posamezne revirje in bolj podrobno raziskuje macesen v Sloveniji. M. Brinar pa v sodelovanju z Gozdarsko fakulteto iz Tharandta izvaja meritve 29 provenienc bukve (poskus zastavljen leta 1951), raziskuje ekotipe bukve, kalivost žira, vodi izbor semenskih sestojev in plus dreves (v register vpisanih 106 plus dreves) za semenske plantaže (v rastlinjaku začne s testi potomcev), raziskuje uporabo izotopov v gozdni genetiki idr. Podobne raziskave se nadaljujejo v letu 1960. V celem desetletju so potekale tudi

manjše naloge glede uvajanja nekaterih eksot, npr. evkalipta (sedež v Splitu) in kitajskega kostanja. V poskusnih nasadih so gojili različne tuje in domače gozdne drevesne vrste.

Leta 1961 se oddelek razdeli na odsek za gozdno ekologijo in gojenje ter za genetiko in semenarstvo. Melioracije krasa in belokranjskih steljnikov, načrtovanje 'lesnoproizvodnih bazenov, pospeševanje topolov in plantaž, drevesnica v Zadobrovi ostanejo v oddelku za gojenje. Ta sodeluje tudi pri 'zveznih temah' - plantaže iglavcev, listavcev, selekcija topolov in vrbe, ekologija, biologija, tehnološke lastnosti eksot. Vodji večine nalog sta J. Miklavžič in J. Božič. Odsek za genetiko in semenarstvo se preseli v rastlinjak. Raziskave zajemajo raziskave bukve, semenskih sestojev in plus dreves, vodstvo pri zasnovi semenskih plantaž, žlahtnjenje smreke z radioaktivnim sevanjem itd.

V tem letu je sprejet Temeljni zakon o gozdovih (1961), ki predpisuje trajnostno gospodarjenje z gozdovi na osnovi gozdnogospodarskih načrtov in oblikovanje gozdnogospodarskih območij. Pri sprejetju zakona so poudarili šibkosti pri gojenju in varstvu gozdov kot posledici pomanjkanja denarnih sredstev, počasen razvoj pri vnašanju bolj ekonomičnih vrst v gozdne sestoje, probleme pri delu za snovanje plantažnih in drugih intenzivnih nasadov topolov in iglavcev (KOMAR 1961). Na te smernice se navezuje sklop raziskav pod vodstvom J. Miklavžiča s področja intenzivne proizvodnje lesa hitrorastočih drevesnih vrst. Sodelavci te skupine so člani jugoslovanske in mednarodne Komisije za topole. Rezultate raziskav objavljajo predvsem v elaboratih, potrebno pa je omeniti pregledno publikacijo Proizvodnja in uporaba topolovine v Sloveniji (MIKLAVŽIČ ŽUMER 1959), ki predstavlja tudi rezultate raziskovalnega dela na področju topolarstva v tem obdobju. Pripravijo pregled topolovih rastišč v Sloveniji in izvajajo inštruktaže za plantažno gojenje hitrorastočih listavcev in iglavcev. Raziskave obsegajo tudi nekaj temeljnih raziskav topolov (BOŽIČ 1967). Odsek za gozdno ekologijo in gojenje obsega 5 raziskovalcev in 5 tehnikov.

V sklopu gozdnogojitvenih raziskav postopno prevzame velik delež skupina raziskovalcev na Fakulteti pod vodstvom dr. Dušana Mlinška. Na osnovi lastnih raziskav in nasvetov prof. H. Leibundguta, ki je v tem obdobju obiskoval

Slovenijo in vzpostavil znanstveno sodelovanje z Eidgenossische Technische Hochschule (ETH) v Švici, poudarjajo pomen mikrorastišču prilagojenega gojenja gozdov (MLINŠEK 1961) in spoznavanje zakonitosti razvoja pragozda.

Odsek za gozdno genetiko na GIS ima predvidena dva raziskovalca in tehnika, 3 drevesničarje in sodeluje z vodji drevesnic na terenu. Vodja odseka, M. Brinar, objavi temeljna izhodišča za izločanje semenskih sestojev (BRINAR 1961). Pripravljeni so osnovni popisni obrazci za potrjevanje semenskih sestojev (*ibid.*) in plus dreves (Interna gradiva GIS). Strokovnouslymerjevalne naloge predstavljajo aplikacijo spoznanj gozdne genetike in fiziologije v okviru gozdnega semenarstva in drevesničarstva (npr. BRINAR 1958, LIPOVŠEK 1961, BELTRAM 1962, HORVAT-MAROLT 1970). Hkrati se v tem obdobju začenjajo postopno vse bolj poglobljene raziskave genetike, morfologije, fiziologije in gojenja bukve (BRINAR 1952, 1954, 1957, 1958, 1960, 1963), ki dosežejo kulminacijo v sedemdesetih letih (BRINAR 1965, 1966, 1967, 1969). Hkrati potekajo tudi intenzivne raziskave sušenja jelke (BRINAR 1964, 1970, 1974a), preizkušanje dednih zasnov smreke (BRINAR 1968, 1972), nekaj raziskav fiziologije semena in kalitve, predvsem glede vplivov kolinov na kalitev in alternacijo gozdnih drevesnih vrst (BRINAR 1971) ter vplivov ekotipov in rastiščnih ras na kvaliteto žira (BRINAR 1974b). V letu 1963 izide kot sestavni del Navodil o proizvodnji, prometu in uporabi gozdnega semenskega blaga prvi register semenskih sestojev v Sloveniji (cit. v BF IGLG 1971), leta 1971 pa še drugi (BF IGLG 1971). V seznam je uvrščenih 341 semenskih sestojev iglavcev in 68 semenskih sestojev listavcev.

V tem obdobju (GIS 1953-1989, 1991-1996) poteka znanstveno-raziskovalno in strokovno delo v okviru dveh projektov, v katerih sodelujejo raziskovalci inštituta in fakultete: Intenziviranje gozdne proizvodnje v prirodnih gospodarskih gozdovih in Uvajanje plantažne proizvodnje lesa v Sloveniji. Raziskave s področja gozdne biologije potekajo v letih 1964 - 1975 v okviru treh odsekov: Odseka za gojenje, ki na inštitutu in fakulteti združuje 10 raziskovalcev in 2 tehnika, Odseka za gozdno genetiko (2 raziskovalca in 2 tehnika) in Odseka za plantažiranje in melioracije gozdov (2 oziroma 3 raziskovalci in 2 oziroma 3 tehniki). Z odhodom dr. M. Brinarja v pokoj se del raziskav gozdnega semenarstva in strokovni nadzor semenskih plantaž prenese na fakulteto (prof. dr. Sonja Horvat-Marolt), del pa na

združeni Odsek za semenarstvo, drevesničarstvo in gozdne nasade na inštitutu. Tega vodi dr. J. Božič in obsega 5 raziskovalcev. V tem času je v Odseku za gojenje 14 raziskovalcev, od tega le 3 na Inštitutu; v Odseku za gozdno ekologijo in varstvo okolja na Inštitutu sta 2 raziskovalca.

V obdobju 1976 - 1986 (GIS 1953-1989, 1991-1996) se raziskovalne in organizacijske enote postopoma ločijo. Raziskovalne enote vodi projektni vodja (na inštitutu so v letu 1981 raziskovalne naloge uvrščene v 8 projektov), ki je odgovoren za kontinuiran raziskovalni razvoj področja. Poleg skupnega poročila z inštitutom pripravlja fakulteta tudi samostojno poročilo o vzgojno-izobraževalnem in znanstveno-raziskovalnem delu. Kvaliteto raziskovalnega dela ocenjujejo posebne komisije. Leta 1982 je inštitut skupaj izvajal 48.665 raziskovalnih ur, 20.874 jih je izvajala fakulteta (skupno 69.539 ur). V letu 1986 je večji del aktivnosti usmerjen k pripravam na IUFRO kongres, ki ga organizira fakulteta jeseni v Ljubljani, čeprav inštitut formalno ni povabljen k sodelovanju. V teku je prenova inštituta in rastlinjaka. Poskusi oživitve gozdnega semenarstva so omejeni na adaptacijo nekaj instrumentov, ki sta jih skupaj nabavila inštitut in fakulteta ob odhodu dr. Brinarja v pokoj, pa so bili dotlej le redko uporabljeni (HORVAT-MAROLT 1979). Izkažejo se potrebe po raziskavah fiziologije, mineralne prehrane, mikorize ter vodnega potenciala sadik gozdnega drevja, zato se začne zelo počasno opremljanje rastlinjaka z najnujnejšo laboratorijsko opremo. Skupina za drevesničarstvo in zunajgozdne lesne nasade objavi serijo člankov o topolarstvu (HLADNIK BOŽIČ 1984, GUZINA BOŽIČ 1984, BOŽIČ HLADNIK 1986, GUZINA BOŽIČ 1986, GUZINA BOŽIČ TOMOVIČ 1986) in kvaliteti sadik (HORVAT-MAROLT 1978, ELERŠEK 1979). Pripravljen je pregled razvojnega programa drevesničarske proizvodnje v Sloveniji (RAJIČ s sod. 1982)

Zadnje obdobje do leta 1996 (GIS 1953-1989, 1991-1996) predstavlja obdobje tranzicije in večje fluktuacije kadrov. Do leta 1993 so raziskovalci organizirani v 6 znanstveno-raziskovalnih oddelkov (v ZRO za gozdno ekologijo dela 8, za gozdno biologijo 6, tehniko in ekonomiko 6, prostorsko načrtovanje 4, varstvo gozdov 4, za gozdno informatiko 2 raziskovalca), raziskovalne naloge pa v 5 projektov (Okoljetvorne in lesnoproizvodne sposobnost rastišč, Intenziviranje gozdne proizvodnje lesa, Kompleksno gozdnogospodarsko načrtovanje,

Pridobivanje lesa zunaj gozda, Propagiranje gozdov in gozdarstva). Skupno število raziskovalnih ur za inštitut je med 55.500 in 58.500 urami letno. V ZRO za gozdno biologijo deluje do 7 raziskovalcev in 2 tehnika, ki izvajajo poprečno 11.500 raziskovalnih ur letno. Prehodno se na inštitutu zaposli vodja laboratorija, rastlinjaka in drevesnice (za 1 leto), dlje časa poskuša oživiti raziskave s področja gozdne genetike doc. dr. Igor Jerman, ki je na Inštitutu zaposlen ca 4 leta. Med publikacijami prednjačijo elaborati in članki v strokovnih revijah, objavljenih je manjše število genetsko in biotehnoško usmerjenih člankov (JERMAN 1988, 1989, ELERŠEK JURC GRZIN 1987, ELERŠEK JERMAN 1991, ELERŠEK s sod. 1994, ZUPANČIČ 1993 idr.). Raziskave s širšega področja gozdnega semenarstva so usmerjene predvsem na revizijo izločanja in registra semenskih sestojev (PAVLE 1987, 1992 idr.), o problematiki shranjevanja in pridobivanja semena pišejo izvajalci (BELE, 1989, 1990, 1995), na inštitutu potekajo priprave na ponovni začetek izdajanja spričeval o kvaliteti semena (PAVLE 1990, 1995). V tem času se raziskave preusmerijo predvsem v bazične raziskave in uvajanje sodobnejših fizioloških, molekularnih in biotehnoških metod (KRAIGHER s sod. 1991 idr.). Pomembno je zlasti sodelovanje v okviru ALIS LINK sheme z Oddelkom za rastlinske znanosti v Cambridgeu ter v okviru skupnega TEMPUS projekta z Univerzo v Cambridgeu, Ludwig-Maximilianovo Univerzo v Münchnu in s Karl-Francevo Univerzo v Grazu.

Leta 1991 se upokoji dolgoletni vodja tega oddelka, dr. J. Božič, leta 1993 pa še trije sodelavci tega oddelka. Leta 1993 se zaradi pomanjkanja kadrov z ustreznimi kvalifikacijami 6 oddelkov GIS združi v dva, leta 1994 pa eden od teh oddelkov ponovno razpade na dva oddelka in center za gozdno informatiko. Skupina za gozdno biologijo ostane v okviru Oddelka za gozdno biologijo in ekologijo. Stalno sta zaposleni dve raziskovalki (vodja semenarske službe in vodja raziskav s področja fiziologije gozdnega drevja, molekularne ekologije mikorize in biotehnologije). Kadrovska struktura se postopno ponovno izboljšuje s pridobitvijo samostojnega tehnika - vodje rastlinjaka in drevesnice in treh mladih raziskovalcev za področja gozdne genetike in nasadov, semenskih objektov in semenarstva (predvidena je postopna zamenjava sedanje vodje, ki odhaja v pokoj) ter ekofiziologije, drevesničarstva in gojenja. Skupina tesno sodeluje z oddelkom za gojenje in varstvo gozdov Zavoda za gozdove Slovenije, s

podjetjema Semesadike Mengeš in Omorika Muta, z nekaterimi proizvodnimi organizacijami (predvsem za topole) in z drugimi raziskovalnimi organizacijami doma in v tujini (programi EUFORGEN, COST E6 EUROSILVA - TREEPHYSIOLOGY, ustrezne sekcije IUFRO).

Od leta 1995 dalje na področju gozdne genetike, fiziologije, semenarstva in drevesničarstva poteka en sam raziskovalni program, ki združuje obe raziskovalni organizaciji (GIS in fakulteto) v okviru Ciljnega raziskovalnega programa (CRP) GOZD. V okviru projekta se razvija nova skupina raziskovalcev, ki že objavi tudi prve znanstvene publikacije s področja gozdne genetike (BRUS LONGAUER 1995, BRUS 1996). Skupina sodeluje tudi v drugih projektih s širšega področja gozdne biologije in ekologije, katere vodi vodja raziskav s področja fiziologije, molekularne ekologije in biotehnologije: trenutno največji aplikativni projekt GIS s kratkim naslovom Rizosfera, v katerem potekajo raziskave delovanja različnih gozdnih ekosistemov, gozdnih tipov in razvojnih faz gozda in projekt v okviru CRP GOZD s kratkim naslovom Stres in bioindikacija, v katerem je poudarek na raziskavah kritičnih vrednosti vnosov polutantov v gozdne ekosisteme ter na razvoju metod bioindikacije stresa v gozdnem drevju in gozdnih ekosistemih. V letu 1996/97 sta dva sodelavca skupine s štipendijo COST E6 EUROSILVA na krajših študijskih izpopolnjevanjih - obiskih na Češkem in v Veliki Britaniji, dva pa v okviru nemške DAAD štipendije v Nemčiji. Leta 1997 začenjamo z novim temeljnim projektom raziskav vplivov koreninskih simbiotov in patogenov na sadike smreke različnih provenienc, v katerem bodo združene temeljne raziskave genetske variabilnosti smreke in njenih fizioloških posledic na interakcije v multiplih simbiozah v mikorizosferi in na fiziologijo odpornosti na koreninske patogene glive.

Strokovno-usmerjevalno delo temelji na Zakonu o gozdovih (1993) in nacionalnem Programu razvoja gozdov v Sloveniji (NPRG 1996). Pomemben del strokovno-usmerjevalnega dela v letu 1997 predstavlja revizija registra semenskih sestojev, izdaja certifikatov za gozdno seme, testiranje semen iz semenske banke in priprava strokovnih osnov za novi zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu, podzakonskih aktov in regulative. Zaradi dolgoročnih planov potreb po sadikah gozdnega drevja (NPRG 1996, glej tudi članek GRECS

KRAIGHER 1997) se pojavljajo potrebe po strokovnem svetovanju na področju shranjevanja in prekinjanja dormantnosti semen listavcev, ki je bilo dotlej v znanstveno-raziskovalni in strokovno-usmerjevalni sferi v Sloveniji relativno zapostavljeno. V to področje sega znanstveno usposabljanje mladega raziskovalca, ki poteka v okviru GIS v sodelovanju z Oddelkom za gozdarstvo Biotehniške fakultete, Visoke kmetijske šole v Mariboru ter z Univerzo v Cambridgeu (Velika Britanija), Inštitutom za gozdarske raziskave v Nancyju (Francija) in Inštitutom za gozdno genetiko v Grosshansdorfu (Nemčija).

Shema organiziranosti in področij raziskovanja v letu 1997:

- Področja raziskovanja: gozdna genetika, varovanje gozdnih genskih virov, gojenje in obnova gozda, semenski objekti, gozdno semenarstvo, fiziologija rasti in razvoja, mikoriza, biotehnologija, ekofiziologija in drevesničarstvo, zunajgozdni lesni nasadi
- Biološki laboratorij: laboratorij za gozdno seme in kalitev, laboratorij za molekularno biologijo in ekofiziologijo, rastlinjak, vrt, drevesnica in poskusni nasadi
- Vodenje registrov in zbirk: Zbirka mikoriznih gliv, Slovenska gozdna genska banka z registri semenskih objektov in živih arhivov (preglednica 1)

Preglednica 1: Posebne oblike varovanja gozdnih genskih virov (prirejeno po KRAIGHER 1996)

	Število	Površina (ha) / proveniencie/ kloni	Število vrst
Semenski sestoji	404	2800	22
Semenske plantaže	(15)5		11
Semenska banka	70	41	4
Provenienčni poskusi	8	44	3
Testi potomstva	7	12	1
Živi arhivi - nasadi	1	43	1

- Projekti z ožjega področja gozdne biologije: Populacijsko-genetske in ekofiziološke raziskave gospodarsko pomembnih drevesnih vrst ter rasti in razvoja gozdnega semenja in sadik (1995 - 1999), Vpliv koreninskih simbiotov in patogenov na sadike smreke različnih provenienc (1997 - 1999), Naloge Javne gozdarske službe - strokovno usmerjanje po Zakonu o gozdovih:

Semenski objekti, Gozdna genska banka, Zakonodaja, podzakonski akti in regulativa s področja gozdnega semenarstva in drevesničarstva

- Vodenje projektov s širšega področja gozdne biologije in ekologije: Raziskave gozdnih tal in rizosfere ter njihov vpliv na nekatere fiziološke parametre gozdnega drevja v izbranih gozdnih ekosistemih, sestojnih tipih in sestojnih stadijih gozda, Ekološke in fiziološke raziskave vplivov onesnaženega zraka in drugih stresnih dejavnikov na gozdno drevje in gozdne ekosisteme (stres in bioindikacija)
- Sodelovanje v drugih projektih GIS: Biotska raznovrstnost glivnih endofitov v biokemijsko definiranih smrekah, njihove ekofiziološke značilnosti in antagonistične aktivnosti proti škodljivcem (genetske raziskave smreke), Interakcijsko delovanje naravnih in antropogenih stresnih dejavnikov na razvoj hrasta (raziskave semena in sadik hrasta), Mnogonamenska raba in okolju prilagojeno dograjevanje omrežja gozdnih prometnic (analize vitalnosti korenin)

Oprema:

- Laboratorij za gozdno seme in kalitev: kalilniki (Jacobsen, Krstić, Weiss), klimakomora, hladilne komore, vodna kopel, aparat za določevanje vlage v semenu (Brabender), rentgenski aparat Balteaubloc, lupa Citoval, stresalnik za seme, aparat za varjenje plastičnih vrečk
- Laboratorij za molekularno biologijo in ekofiziologijo: HPLC Spectra-Physics (kvartarna črpalka, UV-detektor za dve valovni dolžini, frakcijski kolektor), ekofiziološki komplet za merjenje CO₂, difuzijske upornosti, netofotosinteze in fotosintetsko-aktivnega spektra svetlobe (ADC) in Data-Logger (LI-COR), visokotlačna naprava (Scholandrova bomba), rotavapor Büchi z vakuumsko črpalko IEVT
- Skupna oprema: bidestilator Kötterman, hladilnik z zmrzovalnikom, digestorij, laminarij, avtoklav, termostat DEMO, sterilizator, mešalec za medije, pH meter, centrifuga, tehnica Sartorius, računalnik,
- Souporaba mikroskopirnice GIS: mikroskop Olympus BH2 (UV, NIC, PhC, BF, DF, nastavek za risanje), auto-foto naprava PM10-ADS, lupa Olympus SZH, kriptom Reichert
- Rastlinjaki, vrt in drevesnica GIS ter poskusne ploskve: steklenjak z avtomatiko za pršenje in z avtomatskim odpiranjem oken (potreben obnove),

plastenjaki (izven uporabe), vrt in drevesnica GIS, poskusni nasadi za provenienčne teste, teste potomstva in živi arhivi - nasadi GIS

Iz zgodovinskega pregleda področja gozdne biologije je razvidno nujno povezovanje znanstveno-raziskovalnega procesa in poglobljanje temeljnih znanj ter problematike gozdnogojitvene prakse, predvsem na področju dopolnjevanja naravne obnove in obnove s sadnjo oziroma s setvijo. Načela gozdnogojitvene prakse pri sodobnih konceptih načrtovanja obnove gozda, načrtovanje obnove s sadnjo/setvijo, plan potreb po sadikah in pomen interakcij v mikorizosferi so obravnavani v prispevku, ki dopolnjuje zapisano (GRECS KRAIGHER 1997).

3 CILJI IN PERSPEKTIVE RAZVOJA GOZDNE BIOLOGIJE

Vsebina raziskovalnega procesa na področju gozdne biologije izhaja iz petdesetletnega razvoja tega področja in je v prvi vrsti usmerjena k reševanju problemov slovenskega gozda in gozdarstva, torej k strokovno-usmerjevalnem delu. Da bi zadostili tem zahtevam je potrebno razvijati nekatera osnovna področja znanstveno-raziskovalnega in vzgojno-izobraževalnega procesa na ustrezni, torej mednarodno primerljivi in priznani ravni.

Strateški cilji področja gozdne biologije so:

- razvoj znanja, javne zavesti in regulativov o postopkih sonaravnega gospodarjenja z gozdovi z namenom ohranjanja genetske raznolikosti, ohranjanja in vzpostavljanja naravne sestave in razvoja gozdnih življenjskih združb v Sloveniji, s poudarkom na obnovi gozda
- razvijati aplikativna znanja za potrebe javne gozdarske službe, strokovno usmerjanje javne gozdarske službe, izvajanje nalog po 74. členu Zakona o gozdovih, racionalizacija in standardizacija del na področju gozdnega semenarstva, drevesničarstva in nasadov ter sodelovanje pri pripravi ustreznih zakonskih in podzakonskih aktov in regulativov s področja gozdnega semenarstva, drevesničarstva in varovanja gozdnih genskih virov
- razvijati temeljna znanja s tega področja na ustreznem mednarodno primerljivem nivoju

- sooblikovanje mednarodnih programov varovanja gozdnih genskih virov na temelju mednarodnih obveznosti (Strassbourg 1991, Rio de Janeiro 1992, Helsinki 1993)
- razvoj temeljnih in aplikativnih znanj s področja zunajgozdnih lesnih nasadov in druge uporabe lesnatih rastlin

Objektni cilji področja gozdne biologije so:

- genetske in fiziološke raziskave gozdnih drevesnih vrst - postopno izpopolnjevanje znanja o variabilnosti genetskih, fizioloških in morfoloških lastnosti avtohtonih vrst in provenienc gozdnega drevja in njihovih simbiotov
- gojenje mladega gozda in gojitveni ukrepi za pospeševanje fruktifikacije v semenskih objektih, raziskave oblikovanja semenarskih enot, priprava strokovnih podlag za zakonodajo s področja oblikovanja semenarskih enot in organiziranosti gozdne semenarske službe, raziskave možnosti trženja gozdnega reprodukcijskega materiala v procesu približevanja Evropski skupnosti
- gozdno semenarstvo: fiziologija rasti in razvoja gozdnega sadilnega materiala, pogojev kalitve in shranjevanja semena, izdaja spričeval o izvoru in kakovosti semena ter vodenje registrov v okviru Slovenske gozdne genske banke
- gozdno drevesničarstvo: raziskave morfoloških in ekofizioloških kazalcev kakovosti sadik, oblikovanje norm, razvoj tehnik dela v gozdnem drevesničarstvu
- molekularna fiziologija in biotehnologija proizvodnje gozdnega sadilnega materiala: raziskave molekularne ekologije in fiziologije mikorize, fiziologije simbioz pri sadikah gozdnega drevja, biotehnologija vegetativnega razmnoževanja in tkivnih kultur, proizvodnja sadilnega materiala za različne druge raziskave
- raziskave ukrepov nege pri naravni obnovi gozda in obnovi s sadnjo / setvijo, negi mladega gozda in ukrepih za varovanje gozdnih genskih virov, zasnovanih na znanju o biologiji in fiziologiji gozdnih drevesnih vrst in interakcij v mikorizosferi
- raziskave funkcij in tehnik dela v zunajgozdnih lesnih nasadih, živih arhivih in semenskih plantažah.

Pogoj za doseg strateških in objektivnih ciljev je tesno sodelovanje z gojitelji Zavoda za gozdove, izvajalci semenarji in drevesničarji ter z drugimi raziskovalnimi inštitucijami doma in v tujini. M. Wraber je leta 1951 zapisal, "da nobena prirodna proizvodnja ne more biti uspešna in trajna brez resnega sodelovanja med znanostjo in prakso". Dodajamo, da nobena znanost ne more ustrezno vstopati v strokovno-usmerjevalno delo brez neposrednega sodelovanja s prakso in hkrati brez doseganja mednarodne ravni temeljnega in aplikativnega znanstvenoraziskovalnega znanja, metod, rezultatov in diskusij. V času tranzicije pa tudi brez možnosti trženja znanja in rezultatov raziskav doma in v tujini.

4 SUMMARY

In the past fifty years the field of forest biology at the Slovenian forestry institute has passed till the beginning of the eighties through a fruitful period of studies in forest genetics and silvicultural measurements on the basis of forest genetics. The regeneration with planting / sowing based on the requirements of forest genetics were established already in the first five years after the establishment of the Institute by the phytocenologist Dr. Maks Wraber. These basic principles were further elaborated and incorporated into silvicultural practice by Dr. Miran Brinar. He was also the first and most prominent forest geneticist, studying the genetics of beech, silver fir and Norway spruce in Slovenia. His level of research in forest genetics has never been reached after his retirement. The second part of studies, belonging to the field of forest biology, were studies of fast growing wood plantations, which almost seized in the nineties. In the last decade we have envisaged a big fluctuation of personnel, application of contemporary biotechnological and molecular methods in the research field, and at the same time, especially in the last few years, an enormous diminishment of research projects, which have fallen under the level, needed for professional collaboration with silvicultural practice.

The perspectives of the development of the field of forest biology are in enhanced collaboration and in improvement of basal knowledge in the field of genetical variability and physiology of forest trees, seeds and seedlings, interactions in the mycorrhizosphere in the regeneration of forests, in application

of up-to-date molecular methods and in joint professional work with the silvicultural practice in planning and control of forest reproductive material.

5 VIRI

BELE, J., 1989. Smrekovega semena bo dovolj. - Gozd. V., 47, s. 392-396.

BELE, J., 1990. Semenska plantaža sudetskega macesna. - Gozd. V., 48, s.432-437.

BELE, J., 1995. Pridobivanje semena jelke. - Gozd. V., 53, s. 156-160.

BELTRAM, V., 1962. Posebni pospeševalni ukrepi v gozdnem semenarstvu in drevesničarstvu. - Gozd. V., 20, s. 39-48.

BOŽIČ, J., 1967. Organografske raziskave topolov sekcije Leuce. - Zb. gozd. in les., 5, s. 51-88.

BOŽIČ, J. / HLADNIK, M., 1986. Trideset godina topolarstva u Sloveniji. - Topola, 30, s. 29-33.

BRINAR, M., 1952. Pomen velikosti in oblike krošnje. - Gozd. V., 10, s. 118-121.

BRINAR, M., 1954. Katastrofa v idrijskih gozdovih kot vzpodbuda za razmišljanje o stojnosti bukovih gozdov. - Gozd. V., 12, s. 129-146.

BRINAR, M., 1957. Naša bukev in naši bukovi gozdovi. - Gozd. V., 15, s. 193-201.

BRINAR, M., 1958. Izbira najprimernejših načinov saditve. - Gozd. V., 16, s. 56-62.

BRINAR, M., 1960. Die Büchenwalder Jugoslawiens mit besonderem Nachdruck auf die Zustände in Slovenie. - Buk ako priemyselna surovina, Slovenska akademija vied, Bratislava.

BRINAR, M., 1961. Načela in metode za izbiro semenskih sestojev. - Gozd. V., 19, s. 1-20.

BRINAR, M., 1963. O razvojnem ritmu različnih bukovih provenienc oziroma ekotipov. - Gozd. V., 21, s. 65-90.

BRINAR, M., 1964. Življenjska kriza jelke na slovenskem ozemlju v zvezi s klimatičnimi fluktuacijami. - Gozd. V., 22, s. 97-144.

BRINAR, M., 1965. Bukove rase in diferenciacija različkov glede nekaterih fizioloških in tehnoloških lastnosti. - Gozd. V., 23, s. 257-288.

BRINAR, M., 1966. O nekaterih bioekoloških lastnostih naše bukve. - Mnsr., IGLG, Ljubljana, 54 s.

BRINAR, M., 1967. Nekatere morfološke značilnosti bukve in njihova odvisnost od reliefa in genetske divergence. - Zb. gozd. in les., 5, s. 7-50.

BRINAR, M., 1968. Vpliv ionizirajočega žarčenja na vitalnost in ravnost nekaterih smrekovih varietet in ekotipov. - Zb. gozd. in les., 6, s. 1-26.

BRINAR, M., 1969. Vpliv svetlobe na razvoj bukovega mladja. - Zb. gozd. in les., 7, s. 61-144.

BRINAR, M., 1970. O sušenju jelke in nekaterih pojavih, ki ga spremljajo. - Zb. gozd. in les., 8, s. 5-92.

BRINAR, M., 1971. O ekološki in dedni pogojenosti razhajanja nekaterih morfoloških, fizioloških in anatomskih lastnosti naše bukve. - Zb. gozd. in les., 10, s. 5-64.

BRINAR, M., 1971. O vplivu kolinov na kalitev semena v zvezi z alternacijo nekaterih gozdnih drevesnih vrst. - Gozd. V., 29, s. 65-83.

BRINAR, M., 1972. Preizkušanje dednih zasnov svojevrstne smrekove izbranke. - Gozd. V., 30, s. 37-45.

BRINAR, M., 1974a. Propadanje jelke v zadnjem desetletju s posebnim ozirom na ekološke razmere in fluktuacijo klime. - Gozd. V., 32, s. 1-17.

BRINAR, M., 1974b. O razhajanju morfoloških značilnosti bukovih plodov v odvisnosti od ekoloških razmer. - Gozd. V., 32, s. 370-386.

BRUS, R. / LONGAUER, R., 1995. Nekatere genetske značilnosti jelke (*Abies alba* Mill.) v Sloveniji. - Zb. gozd. in les., 46, s. 45 - 74.

- BRUS, R., 1996. Vpliv onesnaževanja ozračja na genetsko strukturo bukovih populacij v Sloveniji. - Zb. gozd. in les., 49, s. 67-103.
- CIVIDINI, R. / WRABER, M., 1950. Gozdarski inštitut Slovenije v letih 1947-1949. - Izvestja, 1, s. 1-27.
- ELERŠEK, L., 1979. Jugoslovanski standard za sadike gozdnega drevja. - Gozd. V., 37, s. 123-127.
- ELERŠEK, L. / JURC, D. / GRZIN, J., 1987. Vegetativno razmnoževanje pravega kostanja (*Castanea sativa* Mill.). - Gozd. V., 45, s. 72-76.
- ELERŠEK, L. / BATIČ, F., 1989. O svežosti sadik kot prvini njihove kakovosti ter o načinih njenega ugotavljanja. - Gozd. V., 47, s. 427-434.
- ELERŠEK, L. / JERMAN, I., 1991. Razmnoževanje gozdnega drevja s potaknjenci in preskušanje njihovih potomcev. - Gozd. V., 49, s. 83-109.
- ELERŠEK, L., 1992. O vzgoji gozdnih sadik in zagotavljanju njihove kakovosti. - Gozd. V., 50, s. 159-167.
- ELERŠEK, L. / KUTNAR, L. / JERMAN, I. / PAVLE, M., 1994. Reprodukcijska in analiza polsestrskih družin izbranih poključskih smrek. - Zb. gozd. in les., 43, s. 133-147.
- GRECS, Z. / KRAIGHER, H., 1997. Interakcije v mikorizosferi in komplementarnost naravne obnove in obnove s sadnjo / setvijo. - V: Znanje gozdu. Spominski zbornik ob 50-letnici GIS, GIS, Ljubljana, s. 297 - 308
- GUZINA, V. / BOŽIČ, J., 1984. Oplemenjivanje topola sekcije Leuce DUBY i mogućnosti njihovog korišćenja za proizvodnju celuloze i papira. - Topola, 28, s. 55-63.
- GUZINA, V. / BOŽIČ, J., 1986. Autochthonous poplars of the Leuce DUBY section. - V: Poplars and willows in Yugoslavia. IUFRO 17 Congress. Institut za topolarstvo Novi Sad, s. 13-17.
- GUZINA, V. / BOŽIČ, J. / TOMOVIĆ, Z., 1986. Poplars of the Leuce DUBY section (White poplars and aspens). - V: Poplars and willows in Yugoslavia. IUFRO 17 Congress. Institut za topolarstvo Novi Sad, s. 74-85.
- HLADNIK, M. / BOŽIČ, J., 1984. Namenska proizvodnja drveta u vanšumskim zasadima u SR Sloveniji. - Topola, 28, s. 29-33.

- HORVA-MAROLT, S., 1970. Stanje in razvojne tendence v gozdnem semensratvu in drevesničarstvu. - IGLG, Ljubljana, 42 s.
- HORVAT-MAROLT, S., 1978. Kakovost in izbor sadik gozdnega drevja v Sloveniji. - Gozd. V., 2. 211-221.
- HORVAT-MAROLT, S., 1979. Biologija semenitve v pragozdu in gospodarskem gozdu. - Elaborat. IGLG, Ljubljana, 43 s.
- HORVAT-MAROLT, S., 1985. Variabilnost jelke (*Abies alba* Mill) v Jugoslaviji. - Zb. gozd. in les., 26, s. 63-73.
- JERMAN, I., 1988. Teoretični in praktični vidiki gozdne genetike. - Gozd. V., 46, s.83-86.
- JERMAN, I., 1989. Splošna pravila genetske nege semenskih plantaž. - Gozd. V., 47, s. 444-446.
- KOMAR, S., 1961. Novi zakon o gozdovih. - Gozd. V., 19, s. 265-274.
- KRAIGHER, H. / GRAYLING, A. / WANG, T.L. / HANKE, D.E., 1991. Cytokinin production by two ectomycorrhizal fungi in liquid culture.- *Phytochemistry*, 30, s. 2249-2254.
- KRAIGHER, H., 1996. Tipi ektomikorize - pomen, taksonomija in aplikacije. - Zb. gozd. in les., 49, s. 33-66.
- KRAIGHER, H., 1996. Kakovostne kategorije gozdnega reprodukcijskega materiala, semenske plantaže in ukrepi za izboljšanje obroda. - Zb. gozd. in les., 51, s. 199-215.
- LIPOVŠEK, M., 1961. Pridobivanje macesnovega semena. - Gozd. V., 19, 95-97.
- MIKLAVŽIČ, J. / ŽUMER, L., 1959. Proizvodnja in uporaba topolovine v Sloveniji. - Strok. in zn. dela IGLG, Ljubljana, 160 s.
- MLINŠEK, D., 1961. Pomen mikroreliefa za gojenje gozdov. - Gozd. V., 19, s. 274-288.
- PAVLE, M., 1987. Semenski sestoji v Sloveniji. Register. - IGLG, Ljubljana, 145 s.
- PAVLE, M., 1990. Raziskave semena in kalitve. - Elaborat, IGLG, Ljubljana, 30 s. + priloge.

- PAVLE, M., 1992. Stanje in vrednotenje semenskih sestojev gozdnega drevja v Sloveniji. - Gozd. V., 50, s. 270-287.
- PAVLE, M., 1995. Vitalnost smrekovega semena iz slovenskih semenskih sestojev. - Gozd. V., 53, s. 426-434.
- RAJIČ, S. / ELERŠEK, L. / HOČEVAR, M. / LIPOVŠEK, M., 1982. Razvojni program drevesničarske proizvodnje v SR Sloveniji. - Splošno združenje gozdarstva Slovenije in Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti, Ljubljana, 41 s.
- WRABER, M., 1950a. Gojenje gozdov v luči genetike. - Strokovna in znanstvena dela GIS, Ljubljana, 67 str.
- WRABER, M., 1950b. Fitosociologija kot temelj sodobnega gojenja gozdov. - Izvestja, 1, s. 28-78.
- WRABER, M., 1951. Nova pota gozdne semenarske službe. - Gozd. V., 9, s. 3-14.
- ZUPANČIČ, M., 1992. Kakovost gozdnih sadik z vidika norm in predpisov. - Zb. gozd. in les., 40, s. 161-173.
- ZUPANČIČ, M., 1993. Ohranjanje genetskih virov gozda v Sloveniji. - Gozd. V., 51, s. 384-393.
- GIS (Gozdarski inštitut Slovenije) 1953 - 1989, 1991 - 1996. Letna poročila. - Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana.
- Interna gradiva GIS, 1953 - 1996. - Popisni obrazec za plus drevesa, Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana.
- Program razvoja gozdov v Sloveniji (NPRG). - Ur. L. RS 14 / 1996.
- Semenski objekti, 1971. -BF in IGLG, Ljubljana, 37 s.
- Temeljni zakon o gozdovih. - Ur.l.FLRJ 16 / 1961.
- Zakon o gozdovih. - Ur.l.RS 30 / 1993.

GDK 23 : 232.31/32 : 181.351 : 935.6

INTERAKCIJE V MIKORIZOSFERI IN KOMPLEMENTARNOST NARAVNE OBNOVE IN OBNOVE S SADNJO / SETVIJO

Zoran GRECS,* Hojka KRAIGHER**

Izvleček

V sonaravnem usmerjanju razvoja gozda načrtujemo dopolnjevanje naravne obnove in obnove s sadnjo in setvijo v gozdovih, kjer je moteno pomlajevanje, kjer gre za vračanje gozda na naravnejša pota razvoja in kjer gre za ogroženost okoljetvornih vlog gozda. Obnova s sadnjo in setvijo se uporablja v Sloveniji na eni desetini površin gozdov v obnovi. Poudarek je na srednjeročnem načrtovanju potreb po sadikah in semenu na osnovi programa razvoja gozdov, na srednjeročnem programu in sanacijskih programih temelji letni plan zbiranja semen. Obnovo s sadnjo ali setvijo se izvaja na osnovi konkretnih gozdnogojitvenih načrtov ob upoštevanju izbora drevesnih vrst in prostorske razporeditve sadnje, ki temelji na mikrolokacijskih rastiščnih razmerah, načinu druženja osebkov ene vrste in medvrstnega druženja ter interakcij v mikorizosferi, ki vplivajo na uspešnost obnove gozda.

Ključne besede: naravna obnova, obnova s sadnjo, obnova s setvijo, interakcije v mikorizosferi

INTERACTIONS IN THE MYCORRHIZOSPHERE AND COMPLEMENTARITY OF NATURAL REGENERATION AND REGENERATION WITH PLANTING / SOWING

Abstract

In co-natural silvicultural practice natural regeneration is complemented with reforestation with planting or sowing. It is required especially in forests which are planned to be converted to more natural composition of forest tree species, in which natural regeneration is not successful or in which their protective function is threatened. In Slovenia only one tenth of annual regenerated forest areas are regenerated with planting or sowing. This is based on middle-term planning of seeds and seedlings, which in turn is based on long-term programme of development of forests. The middle-term planning and the sanation programmes are the bases for the yearly planning for collection of seeds. Regeneration of forests with planting or sowing is done after detailed silvicultural plans which consider the choice of tree species and their spatial distribution, based on microlocation characteristics, intra- and interspecific associations and interactions in the mycorrhizosphere, contributing to the efficient regeneration of forests.

Key words: natural regeneration, regeneration with planting, regeneration with sowing, interactions in mycorrhizosphere

* dipl. inž. gozd., Zavod za gozdove Slovenije, 1000 Ljubljana, Večna pot 2, SLO

** Doc., dr., dipl. biol., dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, 1000 Ljubljana, Večna pot 2, SLO

1 UVOD

Pri obnovi gozda je v ciljnih opredelitvah med najpomembnejšimi odločitve o drevesni sestavi mladega gozda. Ta cilj je za konkretni objekt en sam in ni odvisen od ukrepov tehnike obnove, ki sledijo ciljnim odločitvam. Številna in različna pa so pota, po katerih usmerjamo razvoj gozda k ciljnim odločitvam. V grobem se pri obnovi gozda poslužujemo dveh poti, naravne obnove in obnove s sadnjo oziroma s setvijo (glej tudi GRECS s sod. 1991 in GRECS 1996).

V osnovi se obnova s sadnjo / setvijo razlikuje od naravne obnove po materialnem vnosu življenjske zasnove mladega gozda, sadik ali semena, ki ni proizvod konkretnega rastišča. Zato je pri vnosu sadik in semena vedno prisotno tveganje, ki pa ga je možno s sistematično in načrtno vzgojo sadik in zbiranjem semena ter z ustrežno izvedbo obnove s sadnjo / setvijo zmanjšati na najmanjšo možno mero.

O komplementarnem odnosu med naravno obnovo in obnovo s sadnjo / setvijo lahko govorimo, ko je slednja izpeljana v skladu z naravnimi zakonitostmi in rešitvami, ki jih ponuja narava na določenem rastišču. Sonaravno usmerjanje razvoja gozda s sadnjo / setvijo je torej komplementarno naravni obnovi in je velik strokovni izziv za gozdarsko operativno stroko. Poleg trajnega zagotavljanja ustrezne količine sadik oziroma semena po drevesnih vrstah in provenienčnem izvoru je treba fizično izvesti sadnjo / setev po zgledih, ki jih ponuja narava na vsakem koraku, po načinu druženja znotraj posamezne vrste, medvrstnega druženja in razmestitve vrst na rastišču.

Gozd, ki je prepuščen naravnemu razvoju, poskrbi za potomstvo šele v pozni starosti, kar je posebnost v živem svetu in kar je drugače, kot v živalskem svetu. To je koristno spoznanje, ki ga je vredno upoštevati pri izboru semenskih sestojev in zbiranju semena. Pomlajevanje v pragozdu se bistveno razlikuje od obnove v gospodarskem gozdu. Čas naravi teče popolnoma drugače, kot nam. Čeravno smo tak način obnove poimenovali z naravno obnovo, je proces pomlajevanja izzvan kot reakcija na stresno situacijo, podobno kot gozd reagira, ko ga prizadene katastrofa. Rušilne ujme v gozdu so vedno možne in

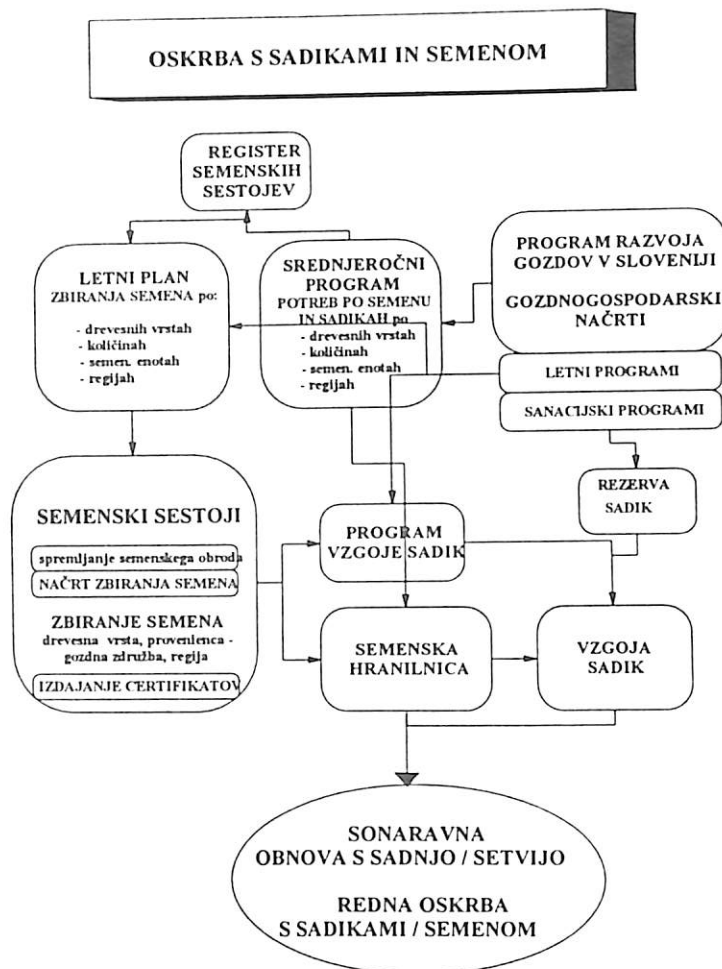
pričakovane, narava pa ima vedno na zalogi rešitve in mehanizme za zavarovanje pridobitev, ki jih ustvarja desetletja, stoletja in tisočletja.

V osnovi se naravna obnova in obnova s sadnjo / setvijo razlikujeta po izvoru življenjske zasnove. Pri obnovi s sadnjo / setvijo je pomembno upoštevati ekološke amplitude posameznih vrst, da ne bomo preciznejši od narave pri zagotavljanju primernosti sadik za določeno rastišče. Praviloma imajo pionirske vrste veliko ekološko prožnost (breza, trepetlika, črni gaber). Relativno veliko ekološko prožnost imajo vse vrste, katerih seme se širi z vetrom. Torej so med rastiščno bolj "raztegljivimi" vrstami tudi iglavci, predvsem bori, smreka, macesen, rastiščno nekoliko bolj omejeni so javor, jesen, lipa, jerebika, češnja, mokovec idr. Talne razmere so manj podvržene spremembam kot klima. Na stičišču različnih talnih podlag in na reliefno raznolikem terenu predvidevamo, da imajo tudi vrste, ki so sicer zaradi težkega semena prostorsko bolj omejene in specializirane za določeno rastišče, razširjeno ekološko amplitudo. Sadike, vzgojene iz semena, pridobljenega na omenjenih rastiščih, imajo predvidoma širšo ekološko amplitudo in se lažje prilagodijo rastiščem, kjer gozd obnavljamo s sadnjo.

2 OSKRBA S SADIKAMI IN SEMENOM

Brez vzpostavitve celovitega sistema, ki zagotavlja trajno oskrbo s semenom in sadikami, sonaravno usmerjanje razvoja gozda s sadnjo in setvijo kot dopolnilo naravni obnovi ni izvedljivo. Vzgoja sadik je praviloma večletna. Zato je potreben srednjeročni program (za dobo 5 - 10 let) potreben po sadikah in zbiranju semena, ki je podlaga za načrtno vzgojo sadik, po potrebi pa tudi za setev na prostem. Srednjeročni program je treba letno dopolnjevati. Na osnovi gozdnogospodarskih načrtov, letnih programov obnove gozda in srednjeročnega programa potreb po sadikah ter semenu se izdelajo letni plani in načrti zbiranja semena ter programi vzgoje sadik po drevesnih vrstah, količinah in proveniencah (Slika 1). Za nemoteno oskrbo drevesnic s semenom je treba razpolagati s prehodnimi zalogami semena za leta, ko semenskega obroda ni. To vlogo opravlja semenska hranilnica.

Slika 1: Shematska predstavitev sistema oskrbe s sadikami in semenom:



3 OPERATIVNA IZVEDBA OBNOVE S SADNJO IN SETVIJO

Pri snovanju gozda s sadnjo in setvijo se skušamo čim bolj približati naravni zgradbi in razvoju gozda. Poleg drevesne sestave sadik, semena in provenienčnega porekla sadilnega ali setvenega materiala so ključni koraki oziroma najpomembnejše odločitve pri izvedbi obnove gozda s sadnjo ali setvijo:

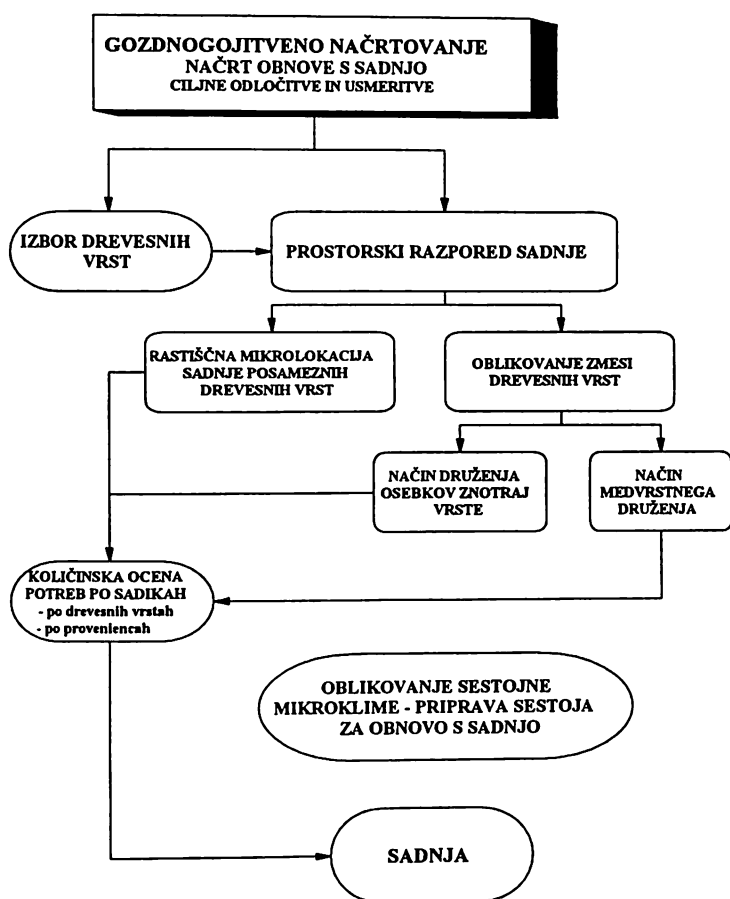
- priprava sestoja za obnovo s sadnjo / setvijo,
- prostorski red sadnje / setve,

- mikrolokacija sadnje posameznih vrst,
 - oblikovanje zmesi drevesnih vrst ob upoštevanju interakcij v mikorizosferi in prenos hranil po miceliju,

- način druženja osebkov znotraj vrste,
- način medvrstnega druženja drevesnih vrst,

V shemi (slika 2) je predstavljen pristop k izvedbi obnove s sadnjo za konkreten gojitveni načrt.

Slika 2: Shematski prikaz priprave gozdnogojitvenega načrta obnove s sadnjo



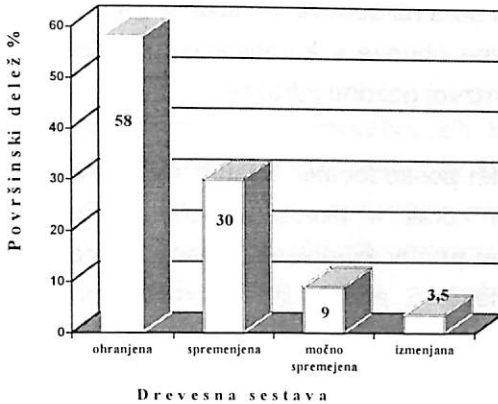
4 DOPOLNILNA VLOGA OBNOVE GOZDA S SADNJO / SETVIJO K NARAVNI OBNOVI V SONARAVNEM USMERJANJU RAZVOJA GOZDA

Obnova gozdov v Sloveniji praviloma teče po naravnih poteh, ki so znane in preizkušene. V večini slovenskih gozdov je naravna obnova z ustrezno pomladitveno tehniko mogoča. Obnova s sadnjo / setvijo v konceptu sonaravnega usmerjanja razvoja gozda ni nadomestilo ali zamenjava naravne obnove, ampak dopolnilo, ko je pri obnovi in premeni velikopovršinskih nasadov dolgoročno oviran ali onemogočen povratak gozda v naravnejšo zgradbo v primerih, ko biotski ali abiotski dejavniki motijo, ovirajo ali onemogočajo vznik in razvoj ustrezne naravne vrstne sestave gozda v pomlajevanju in v primerih, ko gre za ogroženo varovalno vlogo gozda.

Obnova s sadnjo / setvijo torej dopolnjuje naravno obnovo v primeru, ko s tem ukrepom vzpostavljamo naravnejšo drevesno sestavo gozda in ko s sadnjo / setvijo krepimo okoljetvorno vlogo gozda.

V Sloveniji je 58 % gozdov z ohranjeno, relativno naravno drevesno sestavo, 30 % gozdov s spremenjeno, 9 % z močno spremenjeno in 3,5 % gozdov z izmenjano drevesno sestavo (slika 3). Od celotne površine gozda, ki ga letno uvajamo v obnovo, je približno na desetini površine gozd obnovljen s sadnjo / setvijo.

Slika 3: Ohranjenost oziroma spremenjenost drevesne sestave slovenskih gozdov



V nadaljevanju navajamo nekaj primerov, v katerih je potrebno naravno obnovo dopolnjevati z obnovo s sadnjo:

V gozdovih z močno spremenjeno in izmenjano drevesno sestavo je obnova s sadnjo in setvijo več kot potrebno dopolnilo naravni obnovi. Posebno mesto v sonaravnem usmerjanju razvoja gozda pripada obnovi gozda s sadnjo / setvijo, ko gre za premeno večjih površin monokultur smreke, zelenega, črnega bora in drugih vrst v sestoji z naravnejšo vrstno sestavo. Obnova s sadnjo je gojitveni ukrep, s katerim vzpostavimo pogoje za čim uspešnejšo naravni podobno sukcesijo gozda na določenem rastišču. Obnova s sadnjo ima tudi svoje mesto pri vračanju naravnejše sestave gozdovom z močno spremenjeno drevesno sestavo kot posledico pospeševanja določene vrste, npr. jelke na dinarskih jelovo - bukovih rastiščih.

Kostanj je v Sloveniji razširjen na vsa možna obrobja njegovega klimatskega areala. To so predvsem bukova in hrastovo - bukova rastišča (MARINČEK 1987). Hrast in bukev nimata osvajalnih sposobnosti pri zavzemanju prostora. Kostanj se postopno umika iz tega prostora, povratek bukve in hrasta na svoja rastišča pa je dolgotrajen proces, ki lahko traja več generacij. Z obnovo s sadnjo imamo

možnost, da pospešimo naravni proces vračanja k predvidoma naravnemu stanju.

Obnova ravninskih gozdov rdečega bora na dobovih rastiščih z gabrom je primer, ko lahko z ustrezno tehniko naravne obnove v kombinaciji z obnovo s sadnjo vzpostavimo pogoje za sukcesivni razvoj gozdne združbe.

Sonaravna obnova s sadnjo v ujmah poškodovanih mlajših nasadov, četudi le v manjših skupinah, je pomemben korak k biološki stabilizaciji teh gozdov. Sanacija požarišč je reprezentančen primer komplementarnosti obnove gozda s sadnjo in setvijo ter naravno obnovo. S sadnjo in setvijo se zgradi stabilno ogrodje gozda, ki pomembno prispeva k naravni sukcesiji gozda. Obnova s sadnjo je tudi primeren način, da se panjevci v postopnem razvoju umaknejo gozdu semenskega izvora. Lahko je povsem sanacijski ukrep, ko gre za ogroženost varovalne vloge gozda. Lahko je tudi ukrep, s katerim umirjamo gibanje pritalnih zračnih mas ali, npr. v krajinah, kjer je gozda premalo, izvedemo ogozditev in z osnovanjem skupin gozdnega drevja oziroma gozdičev lahko pomembno prispevamo h ekološkemu ravnotežju v krajini in njenemu lepšemu videzu.

Če povzamemo: Obnova s sadnjo / setvijo ima v konceptu sonaravnega usmerjanja razvoja gozda jasno opredeljeno vlogo. Naravna obnova in obnova s sadnjo / setvijo se dopolnjujeta in povezujeta.

5 INTERAKCIJE V MIKORIZOSFERI, KI VPLIVAJO NA USPEŠNOST OBNOVE

V gozdnih ekosistemih predstavlja micelij mikoriznih gliv osnovno povezovalno komponento v gozdnih tleh med gozdnim drevjem, pritalno vegetacijo in dekompozitorji organskega opada (AMARANTHUS PERRY 1994). Dokazan je bil transport asimilatov preko micelija skupnih mikoriznih gliv iz dominantnih na subdominantne osebke v gozdu (FRANCIS READ 1984), s fiksatorja dušika (koreninskih gomoljčkov jelše) na mikorizno sadiko bora (ARNEBRANT s sod. 1993) in iz osvetljene sadike breze na zasenčeno sadiko duglazije (SIMARD

1996) (če sadika duglazije ni bila zasenčena, je bil transport asimilatov med sadikama v obeh smereh izenačen). Torej lahko vrste podrasti, mladja ali ustreznih sadik gozdnega drevja in zasenčeni osebki v gozdu uspevajo na račun fotoasimilatov dominantnih osebkov, katere jim prenese micelij skupnih mikoriznih gliv.

V naravnih pogojih je večina absorpcijskih korenin v organskih in organsko-mineralnih horizontih tal mikorizna (TAYLOR 1995, KRAIGHER 1996). V različnih sukcesijskih fazah gozda ter pod vplivi različnih stresnih dejavnikov, npr. gozdnotehničnih in gozdnogojitvenih ukrepov, se vrstna sestava in pogostost pojavljanja mikoriznih gliv spreminja. Uspešnost mikoriznih gliv pri sprejemu vode in hranil je v veliki meri odvisna od anatomije in fiziologije micelija gliv zunaj vplivne cone korenin, t.j. ekstramatričnega micelija. Ta del, mikorizosfera ali po definiciji Marschnerja (1992) hifosfera predstavlja v gozdnih tleh večino organskega horizonta tal, ki je v naravnih gozdnih ekosistemih povsem preprežen z ekstramatričnim micelijem. V tem delu gozdnih tal prihaja do multiplih simbioz med bakterijami, mikoriznimi glivami in gozdnim drevjem, npr. med mikoriznimi koreninami iglavcev in listavcev, ki tvorijo simbiozo z bakterijami fiksatorji dušika (simbioza *Alnus/Frankia* (ARNEBRANT s sod. 1993), simbioza *Rhizobium/Robinia*, simbioza *Rhizobium-Bradirhizobium/Genistae* (WERNER 1992)) ter med kompleksom spremljevalnih bakterij, ki pomagajo pri vzpostavljanju simbioz in rasti rastlin ('bakterije pomočnice mikoriznim glivam' (GARBAYE 1994) in 'bakterije pospeševalke rasti' (MCINTYRE PRESS 1991).

Sklepamo lahko, da je uspešnost obnove gozda v veliki meri odvisna tudi od sukcesivnega stadija mikocenoze in spremljevalnih mikroorganizmov v mikorizosferi in od vrstne sestave / mešanosti vnešenih lesnatih rastlin pri obnovi s sadnjo. Pomen predkultur je nedvomno tudi v taksonomski pripadnosti koreninskih simbiotov vsajenih vrst lesnatih rastlin in uspešnosti povezovanja z mikoriznimi glivami v mikorizosferi.

6 SUMMARY

The majority of forests in Slovenia are regenerated naturally. Regeneration with planting is a measure, which complements natural regeneration in only ten percents of all yearly regeneration of forests in Slovenia. It is required for regeneration and conversion of large plantations where the development can not be reversed in the long term towards a more natural composition. It is needed in forests damaged by weather conditions and where their protective function is threatened. Regeneration with planting allows the development of young forests affected by weather conditions to be directed towards their natural composition. It is also used if natural regeneration is not completely successful. The operational execution of regeneration with planting starts with a highly demanding task, planning for regeneration with planting / sowing. First, a planned quantity of seedlings must be ensured according to the tree species and provenance, which requires a medium time-scale planning, ending in a yearly planning of planting. The preparation of stand is directed towards the formation of the most favourable climatic conditions for the development of young growth. For the execution of planting a spatial planting arrangement is of vital importance, provided that the provenance of plants is such that it makes them suitable for a particular site. Spatial planting arrangement means that the tree species are planted in locations that are within the ecological amplitudes of each individual species in a way appropriate for a particular species in a certain site within and between different species. The role of the interactions in the mycorrhizosphere is of special importance in this, especially concerning the inter- and intraspecific translocation of nutrients through the mycelium of mycorrhizal fungi, depending on the source-sink relationships, from plants with positive net photosynthesis to the shaded individuals. Perspectives of collaboration with the research organisations in forestry are foreseen especially in the studies of genetic variability and its physiological consequences in populations of forest trees and their symbionts, interactions in the mycorrhizosphere during the regeneration of forests, physiology and development of treatments during storage and germination of seeds of forest broadleaves. However, it should be noted here that all the above perspectives are linked to the preparation and acceptance of adequate acts and

regulations on forest reproductive material and the establishment of an effective control over the use of forest seeds and seedlings.

7 VIRI

AMARANTHUS, M. P. / PERRY, D. A., 1994. The functioning of ectomycorrhizal fungi in the field: linkages in space and time. - *Plant and Soil*, 159, s. 133-140.

ARNEBRANT, K. / EK, H. / FINLAY, R.D. / SÖDERSTROM, B., 1993. Nitrogen translocation between *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. seedlings inoculated with *Frankia* sp. and *Pinus contorta* Doug. ex Loud seedlings connected by a common ectomycorrhizal mycelium. - *New Phytol.*, 124, s. 231-242.

FRANCIS, R. / READ, D.J., 1984. Direct transfer of carbon between plants connected by vesicular-arbuscular mycorrhizal mycelium. - *Nature*, 307, s. 53-56.

GARBAYE, J., 1994. Helper bacteria: a new dimension to the mycorrhizal symbiosis. - *New Phytol.*, 128, s. 197-210.

GRECS, Z. s sodelavci, 1991. Območni gozdnogospodarski načrt, Ljubljana 1991 - 2000, 238 s.

GRECS, Z., 1996. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 51, 1996, s.133 - 143

KRAIGHER, H. / GRAYLING, A. / WANG, T.L. / HANKE, D.E., 1991. Cytokinin production by two ectomycorrhizal fungi in liquid culture.- *Phytochemistry*, 30, s. 2249-2254.

KRAIGHER, H., 1996. Tipi ektomikorize - pomen, taksonomija in aplikacije. - Zbornik gozd. in les., 49, s. 33-66.

MARSCHNER, H., 1992. Nutrient dynamics at the soil-root interface (rhizosphere). - In: *Mycorrhizas in ecosystems* (Eds.: READ, D.J. / LEWIS, D.H. /

FITTER, A.H./ ALEXANDER, I.J.). C.A.B. International. Cambridge Univ. Press, Cambridge, s. 3-12.

MARINČEK, L., 1987. Bukovi gozdovi na slovenskem, 1987, 153 s.

McINTYRE, J.L. / PRESS, L.S., 1991. Formulation, delivery systems and marketing of biocontrol agents and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). - V: (KEISTER, DL / CREGAN, PB) The rhizosphere and plant growth. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, s. 289-298.

SIMARD, S., 1996. Interspecific carbon transfer in ectomycorrhizal tree species mixtures. - PhD Thesis, Oregon State University, USA, 210 s.

TAYLOR, A., 1995. Ectomycorrhizal response to environmental perturbation. - V: Proc. Of the Int. Coll. On Bioindication of forest site pollution: Development of methodology and training. Slovenian Forestry Institute, Biotechnical Faculty, Ljubljana, s. 173-180.

WERNER D., 1992. Symbiosis of plants and microbes. - Chapman & Hall, London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras.

WRABER, M., 1951. Nova pota gozdne semenarske službe. - Gozd. V., 9, s. 3-14.

Program razvoja gozdov v Sloveniji (NPRG). - Ur. L. RS 14 / 1996.

Zakon o gozdovih. - Ur.I.RS 30 / 1993.

GDK 232.314 : 935.1 : 907.9 : 232.311.2/3 : (497.12)

GOSPODARJENJE IN ZAKONODAJA NA PODROČJU GOZDNIH GENSKIH VIROV V SLOVENIJI IN SREDNJI EVROPI

Sašo ŽITNIK,* Gregor BOŽIČ,** Marjanca PAVLE,*** Hojka KRAIGHER****

Izvleček

Varovanje gozdnega reprodukcijskega materiala in trženje z njim je v Sloveniji glede na Evropo močno zapostavljeno, čeprav imamo v Sloveniji bistveno bolj ohranjene in pestrejšje gozdne genske vire kot v Srednji Evropi. V prispevku je podanih nekaj predlogov za ureditev tega področja s poudarkom na gospodarjenju s semenskimi sestoji. Izstopata predloga za zavarovanje semenskih sestojev ne glede na lastništvo in za omogočanje lastniku, da trži s semenom na prostem trgu.

Gljučne besede: gozdni reprodukcijski material, gozdni genski viri, semenski sestoji, trženje, Evropska unija

MANAGEMENT AND REGULATION IN THE FIELD OF FOREST GENETIC RESOURCES IN SLOVENIA AND IN CENTRAL EUROPE

Abstract

The protection and marketing of forest reproductive material is less developed in Slovenia when compared to Europe even though Slovenia has substantially better preserved and more diverse forest genetic resources than those found in Central Europe. This paper gives several proposals for how to regulate this field, mainly having to do with seed stand management. The proposals of special interest are those dealing with the protection of seed stands regardless of ownership status and the possibility that owners will sell the seeds on the open market.

Key words: forest reproductive material, forest genetic resources, seed stands, marketing, European Union

* dipl.inž.gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, Večna pot 2, SLO

** dipl.inž.gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, Večna pot 2, SLO

*** dipl.inž.gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, Večna pot 2, SLO

**** doc.dr., dipl.biol., dipl.inž.gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, Večna pot 2, SLO

1 UVOD

Pestrost gozdov postaja pri nas in v Evropi vse bolj pomemben dejavnik za zagotavljanje stabilnosti gozdov in gozdnega prostora. Pestrost ne pomeni samo pestrost drevesnih vrst, ampak tudi provenienčno in populacijsko pestrost znotraj ene drevesne vrste. Posamezne provenience določene drevesne vrste so lahko bolj občutljive za spomladansko pozebo, določenega škodljivca ali onesnaževanje kot druge. Zelo pomembna je tudi genetska pestrost znotraj ene populacije določene drevesne vrste, kajti čim bolj je populacija genetsko pestra, tem bolj uspešno se prilagaja spremembam v okolju, bolj je stabilna in več možnosti ima za obstoj (MLINŠEK 1968). Spremembe v okolju so vse večje predvsem po zaslugi človeka, n. pr. antropogeni vpliv na podnebje v zadnjih desetletjih. Zaradi tega postajajo zahteve po ohranjanju in povečevanju pestrosti gozdnih genskih virov v Evropi vse pomembnejše. Saj so predvsem v Srednji Evropi zaradi preteklega neobzirnega izkoriščanja gozdovi zelo revni glede na naravno sestavo in pestrost genskih virov, kar je predvsem posledica velikopovršinskih monokultur. Sedaj poskušajo to nezavidljivo situacijo reševati na razne načine (TABEL et al. 1989).

V Sloveniji se je v preteklosti z gozdovi gospodarilo relativno sonaravno, tako da imamo bolj pestre in bolj ohranjene gozdove kot v Srednji Evropi. Sonaravno gospodarjenje z gozdovi je opredeljeno tudi v novem zakonu o gozdovih (1993): "Sonaravno gospodarjenje je način ravnanja z gozdnimi ekosistemi, ki temelji na negi gozda in zagotavlja njihovo ohranitev, povečanje pestrosti avtohtonih rastlinskih in živalskih vrst ter vzpostavljanje biološkega ravnotežja." Tudi glede pestrosti provenienc in genskih virov smo na boljšem. Prav bi bilo, da bi se tega zavedali in bolje ohranjali in varovali naše gozdne genske vire. Lahko jih obravnavamo tudi kot naravno bogastvo, s katerim je možno trajno in sonaravno gospodariti in uspešno tržiti. Če je Slovenija na tujih trgih lahko zastopana z visokokvalitetnim lesom, pridobljenim na sonaravni način, potem je lahko še bolj uspešno zastopana z visokokvalitnim gozdnim reprodukcijskim materialom prav tako pridobljenim na sonaraven način. Glede na trenutne razmere v Srednji Evropi lahko pričakujemo, da se bo povpraševanje po visokokvalitetnem gozdnem reprodukcijskem materialu še povečevalo (MUHS os. komunik.).

2 PRIKAZ PESTROSTI GENSKIH VIROV PRI NAS IN PRIMERJAVA S SREDNJO EVROPO

V Programu razvoja gozdov v Sloveniji (1996a) piše : "V primerjavi z gozdovi v drugih državah so slovenski gozdovi bolj ohranjeni in imajo bolj pestro naravno zgradbo. Tako stanje je posledica načrtnega in skrbnega gospodarjenja z gozdovi v preteklosti." V tem programu piše tudi, da je v Sloveniji ohranjena predvsem pestrost naravne sestave drevesnih vrst in vertikalne in horizontalne strukturiranosti sestojev. Močnejše spremenjenih, predvsem zasmrečenih gozdov, je le okrog 15%, kar je bistveno manj kot v Srednji Evropi. V Sloveniji imamo približno 70 avtohtonih drevesnih vrst, vseh lesnatih rastlinskih vrst je okrog 322 (KRAIGHER et al. 1996). Natančnejši podatki o ohranjenosti naravne drevesne sestave so naslednji (GRECS 1996) :

- gozdov z ohranjeno, naravno vrstno sestavo je 58%
- gozdov s spremenjeno vrstno sestavo je 30%
- gozdov z močno spremenjeno vrstno sestavo je 9%
- gozdov z izmenjano drevesno sestavo je 3%

Vse to kaže na ugoden položaj Slovenije glede naravne pestrosti gozdov, predvsem v primerjavi s Srednjo Evropo.

Pestrost gozdov, vrstna sestava lesnatih rastlin v njih in njihova genska pestrost ni le posledica skrbnega in strokovnega preteklega gospodarjenja z njimi, ampak je tudi posledica ugodnih naravnih danosti in preteklega geološkega razvoja našega ozemlja. Slovenija leži na prehodnem območju različnih klimatskih vplivov, ki se mešajo na zelo majhnem območju. Hkrati je reliefno zelo razgibana. Vse to omogoča nastanek številnih lokalnih rastiščnih ras, ki močno povečujejo pestrost celotne vegetacije.

Vzroke za ugodne naravne danosti lahko iščemo tudi v bližnji in daljnji geološki preteklosti širšega območja Slovenije. Jugozahodni del Balkanskega polotoka je bil včasih ločen od Evrope in se je nahajal dolgo časa v tropskem pasu, nekaj časa kot polotok takratne južne celine Gondvane in nekaj časa kot otok. Šele

kasneje se je začel pomikati proti Evropi, se z njo spojil in skupaj z vzhodnim delom Balkanskega polotoka postal njen polotok (STEFANOVIČ 1986). Zaradi tega se zahodnobalkanska vegetacija bistveno loči od srednjeevropske, predvsem je bolj pestra, kar je posledica vpliva tropskega podnebja, ki mu je bilo to področje dolgo časa izpostavljeno. Za razmejitev od Srednje Evrope so predvsem pomembne ilirske vrste, ki imajo središče svojega areala v zahodnem delu Balkana (MARINČEK 1987).

V mlajši geološki zgodovini lahko najdemo še en vzrok za bolj pestro vegetacijo v Sloveniji. Južno od Alp zadnja würmska poledenitev ni imela tako velikih posledic kot v Srednji Evropi. Velika reliefna razgibanost in vpliv morja v prejšnjih poledenitvah v Sloveniji nista povzročila takšno osiromašenje rastlinstva kot v Srednji Evropi. V otoplitvah se je na Balkanu rastlinstvo hitro razširilo po vsem področju, medtem ko so Alpe močno upočasnile vdor rastlinstva v Srednjo Evropo. Zato predvidevajo, da so gozdovi v Sloveniji približno za 5000 let starejši od gozdov v Srednji Evropi (MARINČEK 1987).

Slovenija ima potencialne naravne danosti za večjo naravno pestrost vegetacije in zato tudi gozdov v primerjavi s Srednjo Evropo. Srečo imamo, da je bila ta naravna danost zaradi skrbnega in strokovnega gospodarjenja v preteklosti v veliki meri do danes ohranjena. Vendar varovanje tega bogastva ne moremo več prepustiti naključju, čas je, da v Sloveniji začnemo načrtno varovati gozdne genske vire, gospodariti z njimi in jih tržiti.

3 TRENUTNI POMEN GENSKIH VIROV PRI NAS

V tem poglavju prikazujemo trenutno stanje osveščenosti o pomenu gozdnih genskih virov pri nas. Ker sta program razvoja gozdov v Sloveniji (1996a) in zakon o gozdovih (1993) najpomembnejša in temeljna dokumenta za gospodarjenje z gozdovi pri nas obravnavamo predvsem ta dva dokumenta.

V programu razvoja gozdov je na več mestih omenjena pestrost naših gozdov. Nikjer pa ni omenjeno varovanje gozdnih genskih virov, pa tudi ne gospodarjenje in trženje z njimi, je pa namenjen odstavek semenarstvu in drevesničarstvu.

Podobno je v zakonu o gozdovih, kjer je le semenarstvo in drevesničarstvo omenjeno pri naštevanju dejavnosti javne gozdarske službe in nalog Gozdarskega inštituta Slovenije. Varovanje gozdnih genskih virov in trženje z njimi ni niti omenjeno.

Glede na to lahko sklepamo, da se v Sloveniji trenutno še ne zavedamo prav dobro, kakšno naravno bogastvo imamo v obliki gozdnih genskih virov. Pri nas se gozdni genski viri ohranjajo le posredno z ohranjanjem naravne pestrosti gozdov, pomena in ohranjanja pa posebej ne poudarjamo. Trženje in gospodarjenje s tem virom (semenarstvo in drevesničarstvo) je trenutno relativno neurejeno. Deloma je to področje opredeljeno v zastarelem Zakonu o semenu in sadikah (1973), ki velja za kmetijstvo in gozdarstvo in v gozdarstvu nikoli ni dobro zaživel. Novi zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu je trenutno v nastajanju. Menimo, da bi gozdne genske vire morali uvrstiti med funkcije gozdov v zakonu o gozdovih (1993) in v program razvoja gozdov v Sloveniji (1995) in to med proizvodne in varovalne funkcije.

4 POMEN SEMENSKIH SESTOJEV ZA VAROVANJE GOZDNIH GENSKIH VIROV IN TRŽENJE Z NJIMI

"Nega je celostni proces, povzet po naravi, ki nam omogoča krepiti mnogonamensko moč gozda" (MLINŠEK 1996). Če predpostavimo, da je ena od funkcij gozdov tudi varovanje gozdnih genskih virov in trženje z njimi, potem moramo negovati tudi to funkcijo. Najboljši pripomoček za to nego so semenski sestoji. S semenskimi sestoji lahko hkrati varujemo in tržimo z gozdnimi genskimi viri na sonaraven način. Gospodarjenje s semenskimi sestoji še ni zakonsko opredeljeno, to bo storjeno z novim zakonom o gozdnem reprodukcijskem materialu.

Po predlogu Praviilnika za kontrolo gozdnega reprodukcijskega materiala v mednarodni trgovini Organizacije za ekonomsko sodelovanje in razvoj (1995) so predvidene štiri kategorije gozdnega semenskega materiala. V mednarodnem prometu naše seme, nabrano v semenskih sestojih v Sloveniji, ustreza v najboljšem primeru najnižji kategoriji : semenski material znane provenience,

večinoma pa ne ustreza niti tej kategoriji. Takšno stanje ni posledica slabe kvalitete semena, ampak predvsem posledica zakonske neurejenosti na področju semenarstva pri nas, pomanjkanja dosledne in učinkovite kontrole nad njim in neurejenih razmer z OECD-jem. Z ureditvijo gospodarjenja s semenskimi sestoji in z uvedbo učinkovite kontrole gospodarjenja z gozdnim reprodukcijskim materialom bi bilo naše seme lahko uvrščeno v naslednjo višjo kategorijo : izbrani semenski material, kar pomeni višjo ceno semena, in možnost izvoza v Evropsko Unijo. Smernice Evropske Unije (1966) ne priznavajo prve kategorije gozdnega semenskega materiala po OECD-ju, zato ni mogoče legalno tržiti naše seme v Evropski Uniji. To bi bilo mogoče samo, če bi bilo naše seme uvrščeno v višjo kategorijo. S semenom iz prve kategorije po OECD-ju je možno tržiti samo v izjemnih primerih, ko zaradi naravnih razmer pride do drastičnega pomanjkanja semena, pa še takrat je to redko odobreno. Te razmere so podrobno opredeljene v novem avstrijskem zakonu o gozdnem reprodukcijskem materijalu (1996b), ki bo letos stopil v veljavo in je popolnoma usklajen s smernicami Evropske Unije. Zaradi podobnih klimatskih in vegetacijskih razmer je Evropska Unija idealni partner za trženje z našim gozdnim reprodukcijskim materialom in tudi zato je nujno potrebno urediti razmere na tem področju pri nas.

Semenski sestoji izločamo glede na fenotipske značilnosti. Ker fenotipske značilnosti ne kažejo vedno tudi genotipskih lastnosti osebka, se lahko le s primerjalnimi testi potomcev te lastnosti zanesljivo spoznajo (PAVLE 1996). Zelo pomembna je velikost semenskega sestoja in kakovost sestojev v njegovi širši okolici, saj opravevanje lahko poteka tudi čez meje semenskega sestoja. Po priporočilih EUFORGEN-a naj bi bila velikost področja gozdov, kjer bi se varovala pestrost gozdnih genskih virov, večja od 100 ha. Znotraj tega širšega območja bi nato izločali semenske sestoje manjših površin posameznih drevesnih vrst (KOSKI 1996).

Če želimo trajno gospodariti s semenskimi sestoji, tako da skrbimo tudi za druge funkcije gozda in hkrati varujemo naše pestre gozdne genske vire, moramo upoštevati določena pravila. Groba eksploatacija, na primer enkratni posek semenskega sestoja v času obroda, za naše razmere ni primerna, saj s tem ne varujemo genskih virov in ne zagotavljamo drugih funkcij gozda. Takšno

gospodarjenje tudi ni v skladu s sonaravnim gospodarjenjem z gozdovi. Najprej so ukrepi v semenskih sestojih usmerjeni k odstranjevanju fenotipsko slabih osebkov, da se njihovo seme ne bi kasneje mešalo s semenom ostalih izbranih dreves v semenskih sestojih (PAVLE 1996). Nato sestoj negujemo na običajen način, s tem da pri funkcijah, ki jih sestoj opravlja, upoštevamo tudi funkciji pridobivanje semena in varovanja gozdnih genskih virov. Pri tem je zaželeno, da so krošnje bolj osvetljene (KRAIGHER 1996). Samo pridobivanje semena bi bilo prilagojeno drevesni vrsti, rastišču, kakovosti in starosti sestoja, preostalim funkcijam, ki jih sestoj opravlja in seveda varovanju genskih virov. Upoštevati bi morali tudi najmanjše število dreves, s katerih se seme v sestoju nabira, da bi zagotovili genetsko pestrost semen (KOSKI 1996). V novem avstrijskem standardu za gozdni reprodukcijski material (1996c) je to natančno opredeljeno po skupinah drevesnih vrst. Podobno bi morali opredeliti tudi v novem slovenskem standardu za gozdni reprodukcijski material. Variabilnost semen bi lahko preiskovali z genetskimi analizami semen. Primerno bi bilo upoštevati naslednje okvirne usmeritve nabiranja semena (KOŠIR 1984).

- V semenskih sestojih najvišje kvalitete (velja tudi za plus drevesa), ki so še v polni rasti in vitalnosti in polno opravljajo tudi še preostale funkcije gozdov, se seme pridobiva samo z obiranjem in to na tleh ali na drevesu. Obiranje na drevesu je treba opraviti strokovno s čim manjšimi posledicami (poškodbami) za drevo.
- V sestojih, ki se bližajo koncu svoje rodne dobe, lahko poleg obiranja pridobivamo seme tudi s sečnjo posameznih dreves v letih polnega obroda. Pri izbiri dreves za sečnjo moramo upoštevati nego celotnega sestoja in vseh njegovih funkcij.
- V sestojih, ki so na koncu svoje rodne dobe in ne opravljajo več v polni meri tudi ostalih funkcij in so pripravljeni za pomladitev, pridobivamo seme s sečnjo sestoja v letih polnega obroda. Sečnja dreves se mora opravljati v okviru negovalnih ukrepov pomladitve sestoja.

Primeren cilj pri pomladitvi semenskih sestojev bi bilo ustvarjanje novega semenskega sestoja z naravno obnovo iz semen odraslega semenskega sestoja. Primerna bi bila daljša pomladitvena doba in s tem poudarjena indirektna nega mladja, tako bi lahko vzgojili vitalnejše in kakovostnejše osebke. Šele čas pa bi pokazal, če je pomlajeni sestoj primeren kot semenski sestoj. Kljub temu bi morali vsi ukrepi v pomlajevanju težiti k temu, da vzgojimo nov semenski sestoj. Potrebno bi ga bilo posebej zaščititi pred posegi v gozd (prometnice, krčitve...). Semenski sestoj, gospodarjen po teh usmeritvah, bi imel tudi daljšo proizvodno dobo, kar bi bilo samo v korist ostalim funkcijam gozdov, predvsem ekološkim in socialnim.

Če želimo zaščititi gozdne genske vire, bi bilo mogoče smiselno s predpisi zavarovati semenske sestoje. Tako bi morali sestoj v gozdu, ki bi lahko opravljal funkcijo semenskega sestoja, obvezno izločiti in registrirati kot semenski sestoj. V njem bi morali gospodariti po usmeritvah za gospodarjenje s semenskimi sestoji. Izločitev semenskih sestojev ne bi bila več odvisna od lastnikov gozdov, s tem bi učinkovito zaščitili gozdne genske vire. Ker pa je lastnik v semenskem sestoju prikrajšan pri proizvodni lesa, bi mu morali omogočiti trženje s semenom. Seme v semenskih sestojih bi bilo last lastnika gozda, ki bi lahko prodajal to seme na trgu. Ker ima kvalitetno seme na trgu višjo ceno kot kvaliteten les, hkrati pa lastnik lahko pričakuje več obrodov, medtem, ko prodaja les samo enkrat, bi lastniki gozdov kmalu spoznali, da lahko s semenskim sestojem zaslužijo več kot s prodajo lesa. S tem bi lastnike same zainteresirali, da bi imeli potrjene semenske sestoje v svojih gozdovih. Predvsem bo to prišlo v poštev, ko se bo Slovenija vključila v Evropsko Unijo in se bo trg z gozdnim reprodukcijskim materialom z Evropsko Unijo sprostil. Za naše razmere je to zelo pomembno, saj je ali bo večina gozdov v privatnih rokah. Na ta način bi hkrati zainteresirali lastnike za izločanje semenskih sestojev in dosegli varovanje gozdnih genskih virov.

5 SUMMARY

Forest diversity is becoming an increasingly important factor in ensuring forest and forest landscape stability in Slovenia and throughout Europe. Besides the

diversity of tree species, the diversity of provenances and the genetic diversity within different populations of forest trees are also important. As a result of this, both preservation requirements and increasing the diversity of forest genetic resources are gaining importance in Europe. Forests in Slovenia are more diverse and better preserved than others in Central Europe, so we should regard our forest genetic resources as a natural resource which should be protected and which may also be successfully marketed.

The more diverse and better preserved forests in Slovenia are a result of a number of factors. In the distant geological past our territory was in a tropical region for a long period of time, which had a positive effect on vegetation diversity. The ice ages in the region did not deplete the vegetation to the same extent as in the rest of Central Europe. Planned and careful management of our forests in the less distant past has helped to maintain their natural diversity. Nevertheless, in Slovenia we have not yet realised the natural treasure we possess. In the documents that define forest management there are no provisions for the protection and marketing of forest genetic resources.

The best tool for the management of forest genetic resources are seed stands. The field of forest reproductive material is, at the moment, not regulated in Slovenia. If we wish to successfully protect and market forest genetic resources we should regulate this field as soon as possible. Establishing an exact and consistent control is of prime importance. Several proposals concern the protection of the seed stands regardless of ownership status and would enable the owners to market seed on the open market.

Slovenia is not rich in natural resources and we should, therefore, manage the resources that we have in an intensive, planned manner. This also holds for the management of forest genetic resources.

6 VIRI

GRECS, Z., 1996. Obnova gozdov s saditvijo - korak k višji kakovostni ravni gozdarske operativne stroke. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 51, s. 133-143.

KOSKI, V., 1996. Management guidelines for *in situ* gene conservation of wind pollinated temperate conifers. - V: Forest genetic resources, No. 24, FAO, Rome, s. 2-7.

KOŠIR, B., 1984. Predlog fenotipske klasifikacije. - Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, tipkopis, 15 s.

KRAIGHER, H., 1996. Kakovostne kategorije gozdnega reprodukcijskega materiala, semenske plantaže in ukrepi za izboljšanje obroda. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 51, s. 199-215.

KRAIGHER, H. / BOŽIČ, G. / BRUS, R. / GOLOB, A. / PAVLE, M. / VESELIČ, Ž., 1996. Forest genetic resources. - V: International conference and programme for plant genetic resources - ICPPGR, The Republic of Slovenia, Country report, The Republic of Slovenija, Ministry of Agriculture, Forestry and Food, Ljubljana, March 1996, 27 s.

MARINČEK, L., 1987. Bukovi gozdovi na Slovenskem. - Delavska enotnost, Ljubljana, 153 s.

MLINŠEK, D., 1968. Sproščena tehnika gojenja gozdov na osnovi nege. - Poslovno združenje gozdnogospodarskih organizacij v Ljubljani, Ljubljana, 117 s.

MLINŠEK, D., 1996. Kakovost v gozdarstvu - poskus celostnega prikaza. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 50, s. 29-45.

PAVLE, M., 1996. Semenski sestoji kot dejavnik kakovostne obnove gozdov. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 51, s. 189-198.

STEFANOVIČ, V., 1986. Fitocenologija. - Svjetlost - OOUR Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo, 269 s.

TABEL, U. / BEHM, A. / DÖRFLINGER, H. / FRANKE, A. / KLEINSCHMIT, J. / KOHLSTOCK, N. / MUHS, H.-J. / SCHMITT, H.P. / STEPHAN, B.R. / WEISER, F. / WEISGERBER, H.W., 1989. Konzept zur Erhaltung forstlicher Genresourcen in der Bundesrepublik Deutschland.- Forst und Holz, 44, 16, s. 379-404.

1966. Council directive of 14 June 1966 on the marketing of forest reproductive material. - Official journal of the European Communities, 109,, s. 161-167.

1973. Zakon o semenu in sadikah. - Ur.l.SRS št. 42, s. 1383-1390.

1993. Zakon o gozdovih. - Ur.l.RS št. 30, s. 1677-1691.

1995. OECD scheme for the control of forest reproductive material moving in international trade. Proposal for the revision of the scheme. - OECD, Directorate for food, agriculture, forestry, Paris, 48 s.

1996a. Program razvoja gozdov v Sloveniji (NPRG).- Ur.l. RS št. 14, s. 981-994.

1996b. Bundesgesetz über forstliches Vermehrungsgut (Forstliches Vermehrungsgutgesetz). - Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 419, s. 3000-3012.

1996c. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über forstliches Vermehrungsgut. - Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 512, s. 3493-3525.

GDK 174.7 *Abies alba* Mill. : 174.7 *Picea abies* K. : 176.1 *Fagus sylvatica* : 165.5 : 425.1 : (497.12) -- 010
POPULACIJSKOGENETSKE RAZISKAVE GOZDNIH DREVESNIH VRST V
SLOVENIJI

Robert BRUS* , Gregor BOŽIČ**

Izveleček

V prispevku so predstavljene populacijskogenetske raziskave jelke (*Abies alba* Mill.), bukve (*Fagus sylvatica* L.) in smreke (*Picea abies* (L.) Karst.), ki v zadnjih letih potekajo v Sloveniji. Predstavljena je genetska struktura in variabilnost nekaterih jelovih in bukovih populacij, vpliv onesnaževanja ozračja na genetsko strukturo bukovih populacij in dosedanji potek raziskav smrekovih gozdov.

Ključne besede: Abies alba, Fagus sylvatica, Picea abies, izoencimi, genetska struktura, genetska variabilnost, onesnaževanje ozračja, Slovenija

POPULATIONAL GENETIC RESEARCH ON FOREST TREE SPECIES IN SLOVENIA

Abstract

In this paper, populational genetic research on the silver fir (*Abies alba* Mill.), European beech (*Fagus sylvatica* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.), which have been going on in Slovenia over the past few years, are presented. The genetic structure and genetic variability of certain fir and beech populations, the effect of air pollution on the genetic structure of beech populations and research on spruce forests are presented.

Key words: Abies alba, Fagus sylvatica, Picea abies, isozymes, genetic structure, genetic variability, air pollution, Slovenia

* mag., dipl. inž. gozd., asistent, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, Večna pot 83, 1000, Ljubljana, SLO
** dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000, Ljubljana, SLO

1 UVOD

Preučevanje populacijskogenetskih lastnosti bukve, jelke in smreke, naših najpogostejših in gospodarsko najpomembnejših drevesnih vrst, je bilo najintenzivnejše v 60-ih in 70-ih letih. Največkrat je bila predmet preučevanja bukev; ugotavljali so na primer vpliv ekoloških dejavnikov in dedno pogojenih lastnosti na razvojni ritem mladovja različnih bukovih provenienc (BRINAR 1963) in na osnovi fizioloških, morfoloških, tehnoloških lastnosti ter morfološke variabilnosti bukovih plodov obstoj geografskih ras in diferenciacijo različkov v Sloveniji (BRINAR 1965). Jelka je bila zaradi osredotočanja na vzroke njenega propadanja genetsko manj raziskana. Na osnovi različnih fizioloških značilnosti so raziskovalci ugotavljali obstoj ras in genetsko pogojene vzroke propadanja (BRINAR 1974, BRINAR 1976). Kasneje so pri smreki s pomočjo citogenetske indikacije večinoma ugotavljali stopnjo poškodovanosti genskega materiala z genotoksičnimi polutanti (DRUŠKOVIČ, PARADIŽ, BAVCON 1986, DRUŠKOVIČ 1988).

V svetu so različne biokemične metode že več kot dvajset let ustaljen način preučevanja populacijskogenetskih značilnosti gozdnih drevesnih vrst, z razvojem molekulargenetskih postopkov rekombinantne DNA tehnologije se je poznavanje te problematike še razširilo in poglobilo. Najpogostejše drevesne vrste, kot so bukev, jelka, smreka in rdeči bor, so že dokaj dobro preučene. V Sloveniji smo zadnjih nekaj let s pomočjo izoencimskih genskih markerjev ugotavljali nekatere genetske značilnosti jelke (BRUS, LONGAUER 1995) in nadaljevali z raziskavami bukve (BRUS 1996). Zadnji dve leti potekajo tudi izoencimske raziskave nekaterih avtohtonih slovenskih smrekovih populacij.

2 POPULACIJSKOGENETSKE RAZISKAVE JELKE (*Abies alba* Mill.)

Genetsko variabilnost jelke smo ocenjevali na osnovi 8 populacij jelke iz vse Slovenije. S pomočjo elektroforeze na škrobnem gelu smo analizirali 16 izoencimskih lokusov. Kljub geografsko majhnemu prostoru, ki ga predstavlja Slovenija, smo pri večini alelov odkrili dobro ujemanje z geografsko distribucijo,

značilno za Evropo. Pozornost zbudjata precej visoki relativni frekvenci alelov MDH1-A (0,059) in MNR2-B (0,03), ki sta v Sloveniji višji kot v analiziranih populacijah iz srednje ali vzhodne Evrope (LONGAUER 1995), ponekod pa ju doslej celo niso našli. Pojavljanje podobnih alelov je morda povezano z migracijskimi potmi iz različnih ledenodobnih zatočišč. Obsežnejša analiza podobnih alelov z nizko frekvenco bo v prihodnosti morda lahko pomagala razjasniti vprašanje, ali se je v postglacialu jelka v Slovenijo in v del srednje Evrope ponovno naselila iz zatočišč na Balkanskem polotoku ali iz zatočišč na Apeninskem polotoku.

Genetsko raznolikost smo ocenjevali s pomočjo več kazalcev. Vrednost 2,1 alela na lokus za vse populacije skupaj je zelo podobna vrednostim v drugih delih Evrope in se ujema z ugotovitvijo drugih raziskovalcev, da je genetska raznolikost pri jelki nekoliko nižja kot pri drugih iglavcih. Opazovana heterozigotnost H_0 za vse slovenske populacije skupaj (0,18) je višja kot pri populacijah iz tistih delov Evrope, kjer je propadanje jelke intenzivnejše, in nižja kot pri populacijah iz predelov, kjer propadanja jelke skoraj ne poznajo. V Sloveniji ima najnižjo opazovano heterozigotnost (0,153) populacija s Pohorja, pri kateri smo ugotovili največjo osutost krošenj, kar se dobro ujema z ugotovljeno odvisnostjo intenzivnosti propadanja od genetske raznolikosti (BERGMANN, GREGORIUS, LARSEN 1990). Tudi odstopanje od Hardy-Weinbergovega ravnotežja je največje pri populaciji s Pohorja.

Več kazalcev kaže na genetske razlike med skupino populacij iz vzhodnega in skupino populacij iz zahodnega dela Slovenije, to pa se ujema s hipotezo o vplivu geografske dolžine na genetsko strukturo jelovih populacij, postavljeno na osnovi kakovosti jelovega semena (BRINAR 1976). Značilna je prisotnost nekaterih redkih alelov (GOT1-A, MNR1-A) samo v zahodni skupini, tako kot dejstvo, da imajo analizirane populacije iz vzhodne skupine na splošno večje število lokusov z značilnim odstopanjem od Hardy-Weinbergovega ravnotežja. Genetske distance (NEI 1978) so najvišje, kadar primerjamo populacijo iz zahodne skupine s populacijo iz vzhodne skupine, podobne razlike kažejo tudi rezultati analize glavnih koordinat, izvedene na osnovi genetskih distanc.

Domnevnih razlik v genetski strukturi med populacijami s kislih in populacijami z manj kislih rastišč z raziskavo nismo uspeli potrditi.

3 POPULACIJSKOGENETSKE RAZISKAVE BUKVE (*Fagus sylvatica* L.)

Pri bukvi nas je zanimala predvsem genetska variabilnost populacij v imisijsko najbolj obremenjenih področjih v Sloveniji in vpliv onesnaževanja ozračja na genetsko strukturo, analizirane populacije pa so omogočile tudi osnovno primerjavo z značilnostmi bukve iz drugih delov njenega naravnega areala.

Iz vsake od 18 v raziskavo vključenih populacij smo naključno izbrali od 50 do 70 dreves, z vsakega smo uporabili dormantne popke za analizo dvanajstih izoencimskih lokusov s pomočjo horizontalne elektroforeze na škrobnem gelu. Večina analiziranih alelov se dobro ujema z geografsko distribucijo v Evropi, ugotovljeno v drugih raziskavah (PAULE 1992, GÖMÖRY s. sod. 1992), še zlasti zanimivi so nekateri redki aleli (MDH2-E, LAP1-A, IDH1-C), heterozigota (A-B na lokusu LAP1, B-D na lokusu MNR) in homozigot D-D na lokusu MNR.

Onesnaževanje ozračja je najbolj očitno vplivalo na genetsko diferenciacijo. Genetske distance (NEI 1978) so največje, kadar med seboj primerjamo onesnaženi populaciji in še zlasti velike, kadar je vsaj ena od populacij mlada. Tudi povprečna genetska distanca D je med onesnaženimi populacijami (0,012) bistveno večja kot med neonesnaženimi (0,003), čeprav te pokrivajo geografsko bistveno večji prostor, pa tudi genetske distance med starševsko populacijo in njenim potomstvom so v vseh primerih večje na onesnaženi ploskvi. Najzanimivejše odkritje naše raziskave se razločno izraža v robnem položaju onesnaženih populacij (tako mladih kot starih) na grafikonu, ki ponazarja rezultate na genetskih distancah temelječe analize glavnih koordinat. Kljub temu, da natančnih mehanizmov ne poznamo, saj so spremembe zelo nepredvidljive in so potekale v vseh smereh, je onesnaževanje očitno povzročilo bistveno spremembo alelnih frekvenc.

Čeprav nekatera dejstva, na primer relativne frekvence alela LAP1-B in odsotnost redkega alela IDH1-C v vseh šestih onesnaženih populacijah (alel se pojavlja kar v šestih neonesnaženih populacijah) nakazujejo selektivno delovanje onesnaževanja zraka na izoencimske lokuse, pa različne selekcije, ki bi delovala proti kakemu alelu ali genotipu, raziskava ni zanesljivo potrdila. Raziskava je prav tako odkrila le majhne razlike v genetski raznolikosti med onesnaženimi in čistimi populacijami, saj razlike niso značilne ne pri povprečnem številu alelov na lokus in pri odstotku polimorfnih lokusov ne pri povprečni opazovani (H_O) ali povprečni pričakovani (H_E) heterozigotnosti.

4 POPULACIJSKOGENETSKE RAZISKAVE SMREKE (*Picea abies* (L.) Karst.)

Pri ugotavljanju genetskih značilnosti smreke se srečujemo z zapletenim vprašanjem variabilnosti vrste, ki je pogojena s sposobnostjo prilagajanja različnim ekološkim razmeram, kar kaže tudi pestrost njenih rastišč. Nahajališča avtohtone smreke v Sloveniji so večinoma v manjših ali srednje velikih skupinah v subalpinskem in zgornjem montanskem pasu (ZUPANČIČ 1980), kjer se smreka pojavlja v širokem razponu varietet in form. Podrobnih in sistematičnih raziskav v Sloveniji še ni, zato je težko opredeliti, katere variante smrek so pri nas in še zlasti katere so zastopane na ekstremnih rastiščih, med katere uvrščamo mrazišča in tiste, ki so porasli z združbo *Sphagno-Piceetum*.

Sedanje raziskave variabilnosti smreke so usmerjene na ugotavljanje genetske in morfološke variabilnosti dveh morfotipov poključke smreke. Raziskovalne objekte smo izbrali na rastiščih, ki jih smreka gradi po svoji naravni razširjenosti in ji ustrezajo tako ekološko kot sociološko. V rastiščnem pogledu objekti pripadajo dvema smrekovima fitocenozama (*Sphagno-Piceetum* in *Rhytidiadelpho-Piceetum*), ki predstavljata neugodno barjansko rastišče hidromorfni tal in za smreko rodovitnejše rastišče na avtomorfni tleh. V raziskavo smo zajeli drevesa med 70 in 160 let starosti.

Genetsko variabilnost ugotavljamo z metodo izoencimske elektroforeze proteinskih ekstraktov iz smrekovih iglic na poliakrilamidnem gelu (PAGE). Na

osnovi 5 izoencimskih sistemov: aspartat aminotransferaze (AAT), esteraze (EST), 6- fosfoglukonat dehidrogenaze (6-PGDH), malat dehidrogenaze (MDH) in šikimat dehidrogenaze (SKDH), ki smo jih izbrali zaradi določljive in visoko izražene variabilnosti, vrednotimo stopnjo genetske raznolikosti s frekvenco alelov, heterozigotnostjo in z oceno genetske distance. Analize elektroforegramov dajejo vpogled v genetsko strukturo avtohtonih smrekovih populacij na Pokljuki in omogočajo primerjave obravnavane smreke z diferenciranostjo in raznolikostjo populacij iz nekaterih drugih delov Evrope.

Morfološko variabilnost smreke smo ugotavljali z običajnimi morfometričnimi analizami iglic in storžev. Ocena rasti iglic smreke v povezavi z rastiščnimi razmerami na Pokljuki je pokazala, da je na edafsko ugodnejšem rastišču *Rhytidadelpho-Piceetum* povprečna dolžina in povprečen volumen dvoletnih smrekovih iglic z zgornjih tretjin južnega dela krošenj statistično značilno večja kot na hidromorfnem barjanskem rastišču *Sphagno-Piceetum*. Analiza oblik storževih lusk kaže, da so v avtohtonem smrekovem sestoju prisotne smreke s tipom storževih lusk *europaea*, *obovata* in *acuminata*.

5 ZAKLJUČEK

V prihodnosti bomo nadaljevali predvsem z populacijskogenetskimi raziskavami bukve in smreke. V okviru projekta Populacijskogenetske in ekofiziološke raziskave gospodarsko pomembnih drevesnih vrst ter rasti in razvoja gozdnega semena in sadik že potekajo nadaljnje raziskave genetske strukture slovenskih bukovih gozdov, ki bodo pomembne tudi kot prispevek k potekajoči inventarizaciji evropskih genskih virov. V raziskavo nameravamo vključiti nekaj populacij iz sosednjih dežel in iz nekaterih še neraziskanih delov Balkanskega polotoka, kar bo morda osvetlilo del nerešenih filogenetskih in taksonomskih vprašanj v zvezi z rodом *Fagus* in prispevalo k boljšemu poznavanju postglacialnih migracijskih poti bukve. Znano je namreč, da je bilo ozemlje današnje Slovenije v postglacialu pomembno stičišče in križišče migracijskih poti mnogih drevesnih vrst. Potrditi bomo skušali tudi obstoj ledenodobnih zatočišč na našem ozemlju. V prihodnosti bi bila prav tako zanimiva primerjava genetske strukture pragozdnih in gospodarjenih bukovih sestojev in različnih stopenj v njihovem ontogenetskem

razvoju. Raziskave smreke bomo razširili na preučevanje genetske variabilnosti različnih provenienc avtohtone smreke v slovenskem prostoru, kar bo omogočilo opredelitev primernih površin gozdnih sestojev za osnovanje nacionalne mreže genskih virov. Poleg izoencimskih laboratorijskih postopkov nameravamo za razširitev in poglobitev raziskav začeti uporabljati tudi tehniko naključno namnožene polimorfne DNA (RAPD).

6 SUMMARY

Over the past few years, populational genetic research on silver fir, European beech and Norway spruce, using isozyme gene markers, have been carried out in Slovenia. Although Slovenia is small in areal extent, at silver fir an evident agreement with geographical distribution, typical for Europe, was discovered at five loci. The frequency of some rare alleles (MDH1-A, MNR2-B) was unusually high and this fact might be connected with the migration routes of silver fir from its glacial refugia. The observed heterozygosity H_0 for all Slovenian populations together was 0.180, however, H_0 was lowest (0.153) in the Pohorje population in which the fir's decline is strongest. There are several measures showing genetic differences between the Eastern and Western populations. Significant differences in allelic frequencies between both groups were found at loci PX2, AAP, 6PGD1 and GOT3. Some rare alleles were only present in the western group. The difference between the two groups was also confirmed by the results of Principle Coordinate Analyses, which are based on genetic distances.

For the European beech, there was a good agreement with the geographical distribution typical of Europe, for most alleles, although some rare alleles were found. However, the main objective of research on this species was to determine the effect of air pollution on the genetic structure of its populations. The influence of air pollution on genetic differentiation is most obvious since genetic distances between polluted populations are much higher than between unpolluted ones and also genetic distances between parental and progeny populations are also higher on polluted plots. Selection against any of the alleles was not unambiguously confirmed even if there were significant differences of allelic frequencies between polluted and unpolluted populations on the loci LAP1 and IDH1 and even if the rare allele IDH1-C was absent from all six polluted populations and present in the

six unpolluted ones. In the research no significant effect on genetic diversity was discovered.

The genetic structure, diversity and differentiation of Norway spruce found in the high mountain sites of *Sphagno-Piceetum* and *Rhytidiadelpho-Piceetum* in the natural populations of Pokljuka was investigated by isozyme electrophoresis of spruce needles on polyacrilamide gels. On the basis of the analysis of five highly polymorphic gene-enzyme systems (AAT, EST, 6-PGDH, MDH, SKDH), the levels of genetic diversity and inter- and intrapopulational differentiation of old autochthonous Norway spruce will be determined.

In the future we will continue with the research on beech and spruce, as well as continuing to the inventory of the European gene fund. This will help to answer some phylogenetic and taxonomic uncertainties about the genus *Fagus* in southeastern Europe and give insight into the postglacial migration routes of this species.

7 VIRI

BERGMANN, F. / GREGORIUS, H.-R. / LARSEN., J.B., 1990. Levels of genetic variation in European silver fir (*Abies alba*). Are they related to the species decline? - *Genetica*, 82, s. 1-10.

BRINAR, M., 1963. O razvojnem ritmu bukovih provenienc oziroma ekotipov. - *Gozdarski vestnik*, 21, s. 65-90.

BRINAR, M., 1965. Bukove rase in diferenciacija različkov glede nekaterih fizioloških in tehnoloških lastnosti. - *Gozdarski vestnik*, 23, s. 257-288.

BRINAR, M., 1974. Primerjalno testiranje jelovih provenienc glede nekaterih fizioloških značilnosti v zvezi s propadanjem jelke na slovenskem ozemlju. - *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 12, s. 87-137.

BRINAR, M., 1976. Kalivost jelovega semena v odvisnosti od provenienčnih rastišč in klime posebno glede na propadanje naše jelke. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 14, s. 155-190.

BRUS, R., 1996. Vpliv onesnaževanja ozračja na genetsko strukturo bukovih populacij v Sloveniji. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 49, s. 67-103.

BRUS, R. / LONGAUER, R., 1995. Nekatere genetske značilnosti jelke (*Abies alba* Mill.) v Sloveniji. - Zbornik gozdarstva in lesarstva, 46, s. 45-74.

DRUŠKOVIČ, B., 1988. Citogenetska bioindikacija I. Uporaba citogenetske analize pri odkrivanju delovanja genotoksičnih polutantov na gozdno drevje. - Biološki vestnik, 36, 3, s. 1-18.

DRUŠKOVIČ, B. / PARADIŽ, J. / BAVCON, J., 1986. Citogenetske analize iglavcev. Biološke raziskave za ohranjanje gozdov v procesih onesnaževanja okolja. - Letno poročilo PoRs: Ohranjanje gozdov v procesih onesnaževanja okolja in intenziviranje proizvodnje lesa.

GÖMÖRY, D. / VYŠNY, J. / COMPS, B. / THIEBAUT, B., 1992. Geographical patterns of genetic differentiation and diversity in european beech (*Fagus sylvatica* L.) populations in France. - Biologia, Bratislava, 47, 4, s. 571-579.

LONGAUER, R., 1995. Genetic differentiation and diversity of European silver fir in Eastern part of its natural range. - 7. IUFRO - Tannensymposium der WP S 1.01-08 "Ökologie und Waldbau der Weißtanne", Altensteig, s. 155-163.

NEI, M., 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small numbers of individuals. - Genetics, 89, s. 583-590.

PAULE, L., 1992. Geographic variation and genetic diversity of the European beech (*Fagus sylvatica* L.) in Europe. - Actas del Congreso Internacional del Haya, Pamplona, Vol. I. Investigación Agraria, s. 281-290.

ZUPANČIČ, M., 1980. Smrekovi gozdovi v mraziščih dinarskega gorstva Slovenije. - Opera SAZU, IV. razred, 24, Biološki inštitut Jovana Hadžija, 7, 262 s. + sup.

GDK 165.3:182--015.4

CHARACTERIZATION, TESTING AND USE OF FOREST GENETIC RESOURCES

Hans-J. Muhs*

Abstract

Anthropogenic impacts can directly or indirectly influence the degree of biodiversity at different levels, i.e. through changes of the ecosystem, the species composition and the genetic variation within species. Therefore forest genetic resources can be threatened or endangered although natural regeneration has been continuously applied. The evaluation of genetic resources and a sensible monitoring system, which includes genetic monitoring, is the first step for an overall management of genetic resources. For an evaluation of the genetic variation of a species we need to know what traits can be assessed and for what purposes can they be used. An overview of qualitative, adaptive and neutral traits is presented with a brief review of the biochemical and DNA-marker techniques used in such studies. These traits need to be tested by comparative or progeny tests before use and integration into the forest management programmes.

Key words: forest genetic resources, biochemical markers, DNA-markers, comparative progeny testing

KARAKTERIZACIJA, TESTIRANJE IN RABA GOZDNIH GENSKIH VIROV

Izvleček

Antropogeni vplivi lahko neposredno ali posredno vplivajo na biološko pestrost na nivoju vplivanja na spremembe ekosistema, vrstne raznolikosti in genske pestrosti znotraj vrste. Torej so lahko gozdni genski viri ogroženi kljub naravni obnovi sestojev. Prvi korak pri gospodarjenju z gozdnimi genskimi viri predstavlja občutljiv sistem monitoringa in ocenjevanja gozdnih genskih virov, ki vključuje oceno genske variabilnosti. Za oceno genske variabilnosti vsake gozdne drevesne vrste je potrebno izbrati namenu ustrezen nabor znakov. V članku je prikazanih nekaj primerov kvalitativnih, adaptabilnih in nevtralnih znakov ter biokemijskih in molekularnih metod za analizo. Te znake je potrebno preveriti s primerjalnimi in provenienčnimi testi, preden lahko posamezne populacije gozdnega drevja vključimo v gozdnogospodarsko načrtovanje.

Ključne besede: gozd, gozdni genski viri, genska pestrost, biokemijski markerji, DNA-markerji, provenienčni test

* Prof. Dr. , Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Institut für Forstgenetik, Siekerlandstrasse 2, D-22927 Grosshansdorf, Germany

1 INTRODUCTION

A resource is something, which can be used. A genetic resource is capable of being used for propagation either by nature or by man. Usually only those genetic resources are called as such, which contain inherited features retrieving from the average. If one wants to know which genetic resources are growing in an area or available on the market, one has to evaluate the genetic resources. The evaluation comprises of an inventory, a characterization and testing of the genetic resources in question. In the following short descriptions of the evaluation procedures including some examples and the use of forest genetic resources are discussed.

2 NEED FOR EVALUATING GENETIC RESOURCES

It is often argued that there is no need to evaluate the genetic resources as long as the restocking of managed forests is done by natural regeneration. Indeed, natural regeneration is a most effective way for the conservation of genetic resources in situ. But regeneration is only a part of the management of a stand. Other silvicultural treatments (preparation of soil underneath the seed trees and number of seed trees/ha, thinning, rotation period), harvesting procedures (from selective logging to large scale clear cuts) and other uses of an multifunctional forest like those for cattle grazing, game reserve, recreation area and others may also influence the development and dynamics of the stand, its species composition and genetic variation. Furthermore, it is known that anthropogenic impacts, direct or indirect, like lowering of the ground water table by overuse or pollution of air, soil and water can change the degree of biodiversity at all levels, i.e. change of the ecosystem, the species composition and the genetic variation within species.

Keeping all these influences in mind it may be understood that forest genetic resources can be threatened or even endangered although natural regeneration has been continuously applied. The evaluation of genetic resources and a sensible monitoring system, which includes genetic monitoring, is the first step for an overall management of genetic resources aiming at its sustainable use the

maintenance of forest ecosystems close to nature and the conservation of the biodiversity.

3 CHARACTERIZATION

Starting an evaluation of the genetic variation of a species we need to know what traits can be assessed and for what purposes can they be used. Generally the traits are grouped as follows:

- morphological traits (e.g. needles, cones, leaves, fruits, stem characters)
- phenological traits (e.g. bud burst, flowering, growth cessation)
- physiological traits (e.g. stomata conductance, frost tolerance, pest resistance)
- quantitative, economic important traits (e.g. growth vigour, wood quality)
- secondary compounds (e.g. phenolic and resin compounds, colour)
- proteins (e.g. isozymes)
- DNA marker (e.g. RAPD, AFLP).

All traits can either be

qualitative	or	quantitative
adaptive	or	non adaptive
selective	or	non selective
	or	neutral.

While qualitative traits like flower colour or isozymes are encoded by one locus or a few loci, quantitative traits like growth vigour are usually influenced by a number of loci, each of them contributing to the expression of the trait only a small part. Adaptive traits are important for the adaptation, giving its bearer the capability to survive in a given environment. Thus adaptive traits are always defined by the conditions of the respective environment, for instance tolerance to frost can be defined as to early frost (autumn), winter frost or late frost (spring), as phenological adaptation through early growth cessation and late flushing or through natural frost protectants produced by the buds, leaves and other parts exposed to frost. The frost tolerance is highly adaptive in such environments where frost occur. It may become worthless and therefore non adaptive in frost free environments.

Another example for an adaptive trait is the height growth vigour at young stages: In those ecosystems, in which several tree species are competing at all ages to reach the dominant positions, the capability to speed up the height growth seems to be an important adaptive trait. If one of the same species occur in ecosystems where pure stands are formed without their competitors this trait become less important. This may be an explanation among others that populations evolving in pure or a mixture of very few tree species have developed their growth vigour not fully, because other traits have become more important for the adaptation and survival. Thus it seems that during evolution interspecific competition favours growth characters to be adaptive, while intraspecific competition doesn't necessarily. Non adaptive traits are those, which do not respond to natural selection thus giving their wearer no higher adaptive value. Traits reacting on any kind of selection either natural or artificial are called selective traits, those ones which don't react, are non selective. For both types of traits, adaptive and selective ones, the mode of inheritance and their heritabilities are essential, when assessing their contribution to adaptation respectively selection success.

Traits are called neutral, if they don't contribute anything to the fitness and viability of the carrier or if they don't respond to any kind of selection. Some DNA-sequences in the genome of forest trees with unknown, but obviously no function fulfil the above requirements for neutral genes. Whereas many other traits, for instance isozymes, seem to react neutrally, although their contribution to fitness and viability are indispensable. If two isozymes encoded by two alleles have the same value, they may be taken as neutral traits. In case a third and fourth allozyme will be found in the population (species), which have lower values in the same or different environments as compared to the first ones, isozymes controlled by the same locus cannot be denoted as neutral any longer. Thus the term neutral has to be defined according to conditions of environment and genetic constitution of the population. Traits which seem to be neutral, may be called as quasi-neutral.

3.1 EXAMPLE FOR ADAPTIVE TRAITS

Flushing date is said to be a strongly inherited and highly adaptive trait for almost all tree species of the temperate zones. When analysing data of flushing dates or dates for budburst from different species, the result do not coincide in all cases and geographic regions. It is well known that populations from northern latitudes are flushing earlier than those from more southern latitudes in Scandinavia. In the Alpes and other mountains a cline for flushing date is found to be early for populations from high altitude and late for those from low altitude. This trend cannot be generalized for Central European conditions. Beside these general clinal trends the species-specific modes of adaptation shall be shown using the time of bud burst of two main species, Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and common beech (*Fagus silvatica* L.). Krutzsch (1975) analysed about 1100 provenances from the entire range of Norway spruce. He found that the latest flushing populations are located in the Carpathian Mountains of Romania, Ukraine and Slovakia, in the lowlands of South-East Poland and Belarus and in the mountains of South Serbia and Bulgaria. While east of these areas time of bud burst is earlier and starts earliest in Siberia, there seems to be no clear global trend towards the West, although many local trends have been found. Generally time of bud burst is earlier west of the areas mentioned above, but their trait seems to follow ecotypic patterns rather than clinal ones in Central Europe (Czech Republic, Germany, Eastern France, Switzerland, Northern Italy, Austria, Slovenia, Croatia).

The example of common beech, on the contrary shows a completely different pattern. The earliest flushing populations are located in the Carpathian Mountains and Bulgaria, the latest flushing ones in north-west and west of the natural range of beech (north-west Germany, Northern France and north-west Spain). Von Wühlisch et al. (1995) calculated a regression line based on the mean Julian day of bud burst on longitude, latitude and elevation (longitude east has a positive sign, longitude west is negative): Expected bud burst day = $121,5 - 0,13$ (per degree longitude E) + $0,12$ (per degree latitude N) - $0,1$ (per 100 m elevation). This regression line is directed towards the west-northwest (all parameters are based on data collected from a nursery trial at Grossshansdorf). In the more western part of the range the variation of this trait seems to follow an ecotypic pattern in north-south direction from southern Sweden to northern Spain. Knowing that geographical data are a more or less correlated substitute for the

ecological relevant variables, von Wühlisch et al. (1995) also calculated the temperative sum requirement for each provenance under test, in order to give recommendation for its use outside its origin.

Comparing both examples from Norway spruce and common beech, we may ask what ecological variables are essential and what genetical characters are determining this highly heritable (inherited?) and highly adaptive trait of the time of bud burst. Neither the molecular basis nor the "strategy" of the species to maintain its adaptability for the optimal time of bud burst are understood. What we know are the manifold interrelations or even interactions between the various genetical and ecological factors. Thus the adaptedness of a population to a given site is dependent on the population and the site conditions. The population itself is determined by its genetic system and by its history. The genetic system comprises inter alia the specific genes involved and their mode of inheritance, the mode of adaptation, the mode to maintain the genetic variation, the effectiveness of gene flow and natural selection and drift. From the history of a species it seems that the refugium in which the species survived during glaciation, the migration after the ice age and the inter-specific competition during evolution are influencing genetical "make up" for this trait, too. The various site conditions have strong influence on the expression of adaptive traits like time of bud burst, for instance the soil (warm or cold soils), climate especially temperature, geographic location (day length), altitude (radiation intensity) and exposition. The interaction between site conditions and genetical factors can be very strong. From Norway spruce it is known that early and late flushing populations can grow side by side within a very short distance, if the soil conditions (brown soil versus peat soil) and the climate (warm air and exchange of cold air versus frost pockets) interact via natural selection. In this case natural selection is most effective and gene flow has only little influence.

3.2 EXAMPLE FOR NEUTRAL TRAITS

Isozyme, namely those encoded by alleles of the same locus which are called allozyme, have often been used as neutral or quasi neutral traits (in the following there will be no differentiation between neutral and quasi neutral). Without having checked their linkage to other traits, changes of allozyme frequencies in a

In the table the biochemical and DNA markers are summarized, which are used as neutral markers for various purposes (see Neale et al., 1992; Ahuja et al. 1996). Special attention should be paid to the right column, which gives some information for the main use of the markers, although they may be useful for the other purposes listed in the legend, too. Isozymes and terpenes are markers easy to establish and useful in breeding programmes for controlled crosses and seed orchard management and also for the detection of genetic variation in germplasm. But of their restricted number of markers, their use is limited. Dominant RAPD-markers show limited use, because of their dominance. They can be successfully applied for clone identification and may be helpful for the establishment of linkage groups to a certain degree, because of their numerous primers. The most powerful tool for the discrimination of individuals or groups of individuals on a genetical base is the use of RFLP- and PCR-based co-dominant markers. They further have potential to establish linkage groups for the detection and selection of quantitative trait loci, and thus able for a marker assisted selection in breeding programmes. This application may be restricted by the fact, that breeding populations of forest trees are often close to linkage equilibrium. In this case genetic gain is difficult to achieve using marker-selection. The linkage groups established by RFLP and PCR-based co-dominant markers are prerequisites for mapping of DNA-marker and other loci of interest and for the genetic monitoring.

4 TESTING

Analyses in natural populations of forest trees do not replace the testing of populations and individuals by comparative or progeny tests in the nursery and the field. Foresters and breeders are interested in adaptive traits and quantitative, economically important traits mostly. Therefore, these traits must be tested and assessed. Of special interest is the correlation of traits for the establishment of breeding programme, for early tests and diagnosis of diseases at an early stage. The quality of the correlation is dependent on many factors. Mostly correlations of different traits are based on statistical analysis and seldom on linkage. A very good example for a correlation and an early test is the bud number after Holzer (1975). The bud number is a measure for the time of growth cessation of Norway

spruce seedlings by the formation of one or more buds at the end of the shoot growth period. This trait is strongly correlated with altitude of the origin of seed in the Alps. On the other hand von Wühlisch and Muhs (1987, 1991) analysed the predetermined and free shoot growth on Norway spruce seedlings without being able to correlate traits for an early test. Environmental influences overlapped genetically determined effects. The newly developed molecular methods may help to understand the physiological and phenological processes during shoot growth.

But testing of genetic resources, either provenances or individual trees has also a very practical importance. The better the genetic resources of a species are evaluated by testing, the better the recommendations for their uses and the better their conformity with the sustainable management.

5 USE

As we are aiming at a sustainable management of the genetic resources in most of the forest area, we have to introduce genetical methods to make sure that the objectives are attained. Independent from the actual use of the forests, which may be intensively managed for wood production or without management for nature reserves, genetic resources are important. The proper genetic resources for a given site decide about success and sustainability of a stand. In case of an unsuited genetic resource even best silvicultural treatments may not be able to gain as much as by using suitable resources. During the past many genetic resources have been lost, because their value have not been known and a sustainable management for genetic resources did not exist. This trend should not be continued. We are now able to assess and control genetic variation as shown above and should integrate our knowledge into the forest management programmes.

6 REFERENCES

- AHUJA, M.R. / DEVEY, M.E. / GROOVER, A.G. / JERMSTAD, K.D. / NEALE, D.B., 1994. Potential of loblolly pine DNA probes for restriction fragment length polymorphism mapping in conifers. - In: *Biotechnology of Trees* (Eds: PARDOS, J.A. / AHUJA, M.R. / ROSSELLO, E.R.), *Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales, Fuera de Series No. 4*.
- AHUJA, M.R. / BOERJAN, W. / NEALE, D.B. (Eds.), 1996. *Somatic Cell Genetics and Molecular Genetics of Trees*. - Kluwer Academic Publishers, 287 pp.
- HOLZER, K., 1975. Zur Identifizierung von Fichtenherkünften (*Picea abies* (L.) Karst.). - *Silvae Genetica* 24, (5-6), s. 169-175.
- KRUTZSCH, P., 1975. Die Pflanzenschulenergebnisse eines inventierenden Fichtenherkunfts-versuches (*Picea abies*, Karst und *Picea obovata*, LEDEB.). Rapporter och Uppsatser Nr. 14, Skogshögskolan Stockholm, 64 + 40 s.
- NEALE, D.B. / DEVEY, M.E. / JERMSTAD, K.D. / AHUJA, M.R. / ALOSI, M.C. / MARSHALL, K.A., 1992. Use of DNA markers in forest tree improvement research. - *New Forests*, 6, s. 391-407.
- STEPHAN, B.R. / VENNE, H. / LIEPE, K., 1996. Intraspecific variation in *Quercus petraea* in relation to budburst and growth cessation. - In: *Proceedings of the Workshop on Inter- and intraspecific variation in European oaks: Evolutionary implications and practical consequences*, EUR 16717 EN, s.165 - 183.
- WÜHLISCH, G.V. / MUHS, H.-J., 1987. Effect of spacing on growth, especially predetermined and free shoot growth of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). - *Silvae Genetica* 36, (2), s. 72-76.
- WÜHLISCH, G.V. / MUHS, H.-J., 1991. Environmental influences on juvenile shoot growth in *Picea abies*, Scand. - *Journal Forest Research*, 6, s. 479-498.
- WÜHLISCH, G.V. / KRUSCHE, D. / MUHS, H.-J., 1995. Variation in temperature sum requirements for flushing of beech provenances. - *Silvae Genetica* 44, (5-6), s. 343-346.

GDK 176.1 *Salix matsudana* Koidz. : 176.1 *Salix alba* L. : 165.72 : 165.62
IMPROVEMENT OF CHINESE WILLOW (*SALIX MATSUDANA* KOIDZ.) AND
WHITE WILLOW (*SALIX ALBA* L.) BY HYBRIDIZATION AND SELECTION

Ante Krstinić,* Davorin Kajba**

Abstract

In order to improve the Chinese Willow (*Salix matsudana* Koidz.) and White Willow (*Salix alba* L.), intraspecific and interspecific hybridization, backcrosses, transgression, inbreeding and selfing methods via cloning, as well as plus variants from hybrid families, have made it possible to make a selection of new genotypes that will be suitable for biomass production.

Key words: Salix matsudana Koidz, *Salix alba* L., biomass, hybridization, selection

OPLEMENITENJE KITAJSKJE VRBE (*SALIX MATSUDANA* KOIDZ.) IN BELE
VRBE (*SALIX ALBA* L.) Z POMOČJO HIBRIDIZACIJE IN SELEKCIJE

Izveček

Pri izboljšanju vrst kitajske vrbe (*Salix matsudana* Koidz.) in bele vrbe (*Salix alba* L.) smo uporabili metode intraspecifične in interspecifične hibridizacije, povratno križanje, transgresijo, vzgojo v sorodstvu in samooprašitvijo s pomočjo kloniranja plus variant iz hibridnih družin. Opravili smo selekcijo novih genotipov, ki bodo primerni za proizvodnjo biomase.

Ključne besede: Salix matsudana Koidz, *Salix alba* L., biomasa, hibridizacija, selekcija

* Prof., dr., University of Zagreb, Faculty of forestry, Svetošimunska 25, 10 000 Zagreb, Croatia

** Prof., dr., University of Zagreb, Davorin Kajba Faculty of forestry, Svetošimunska 25, 10 000 Zagreb, Croatia

1 INTRODUCTION

Breeding forest trees, based on genetic methods, i.e. using the generative or vegetative reproduction of one part of a parent population, is aimed at improving the average property values of particular tree species or populations. Breeding is a long-term, cyclic process, the duration of which depends on the species and the method applied (VIDAKOVIĆ 1963, 1966). Unlike agricultural plants, forest trees come into the generative phase rather late, thus the breeding process develops much slower. In order to select single specific properties, the right time to breed trees is at the adult age of a forest tree. The methods which have the best results in breeding agricultural plants, e.g. selfing, can be applied only to monoecious species of trees. The dioecious poplars and arborescent willows can be bred using this method only when monoecy is induced by way of distant hybridization of a single individual in the generative progeny (ŽUFA 1963, KRSTINIĆ 1971, KRSTINIĆ TRINAJSTIĆ 1992). The plants produced by selfing may be used in hybridization with the second line of the same species from the selfing of a divergent genetic constitution, or may serve as partners in the hybridization of the initial parent species. Likewise, inbreeding, back cross, and transgression are methods which have given good results in breeding agricultural plants. They are methods which can be applied to forest trees that reach the generative phase quickly, i.e. in which the time between each sexual generation is relatively short.

In our opinion, the production of the fast-growing broadleaves (poplars, willows, alders, birches, etc.) can be intensified considerably, especially the short-rotation biomass production, by including those methods which have achieved excellent results in breeding agricultural plants (JOVANOVIĆ TUČOVIĆ 1964, ZSUFFA et al. 1987, ZSUFFA 1988, BISOFFI 1989, KEIDING 1991, ZSUFFA GAMBLES 1992, KRSTINIĆ KAJBA 1995). It is easier with poplars and willows than with other trees due to the fact that it is possible to clone and multiply the plus variants in every phase of the breeding process. Distinguished by vigorous growth at earliest age and exhibiting a powerful sprouting energy, willow trees are suitable for short rotation biomass production (KRSTINIĆ 1976, KOMLENOVIĆ et al. 1996).

2 MATERIAL AND WORKING METHODS

The species used in hybridization and selection were *Salix matsudana* Koidz, *Salix alba* L., their inter-species hybrids and one clone obtained by self-fertilization of the inter-species hybrid *Salix matsudana* var. *tortuosa* x *Salix alba*. Although many monoecious plants were produced from the crossing combination *S. matsudana* x *S. alba* by the selfing of monoecious plants, we produced 25 seedlings. However, due to the poor vitality of the bred progeny only one plant, a male one, survived. An interesting fact is that another monoecious clone was obtained from a later hybridization of *S. matsudana* var. *erecta* x *Salix alba* (KRSTINIĆ TRINAJSTIĆ 1992), from which 9 seedlings were produced by selfing. These too had poor vitality, and most of them were male, i.e. female plants were not identified! Likewise, the monoecious clone, after two vegetations, transformed into a male clone. MOSSELER and ZSUFFA (1989) also found transformation of some north American species in Canada from monoecious individuals into males. Therefore, we could not breed the plants obtained by selfing to be of divergent genetic constitution. Accordingly, we used the male clone V 171 in crossing the Chinese Willow and the inter-species hybrid of the F₁ generation. In the second year, the hybrids obtained by crossing the Chinese Willow and the V 171 clone flowered, so that we were able to do the inbreeding (sisters x brothers) and raise plants by open pollination. All progenies obtained by inter-species hybridization, including all mentioned cross-breeding methods, were compared to the autochthonous intra-species hybrids of the White Willow (*Salix alba* x *Salix alba*).

3 RESULTS AND DISCUSSION

The data on the crossings and the obtained progenies are shown in Table 1. It is clear that in all combinations we used only the Chinese Willow (*Salix matsudana* Koidz.) as the female parent. According to the literature and personal communication linked with cross-breeding of the mentioned species in Argentina, higher fertility was recorded in the case when the Chinese Willow was used as the female parent related to the reciprocal crossing (CERILLO 1996). With other species it was also established that reciprocal crossings did not yield satisfactory results, as was the case in *Populus deltoides* x *P. nigra*, *Alnus rubra* x *A. glutinosa*,

Pinus brutia x *P. halepensis*, *P. nigra* x *P. sylvestris*, etc. (VIDAKOVIĆ KRSTINIĆ 1985).

Table 1. shows that in the backcrossing with the Chinese Willow, the fertility is better than in the case when the transgression method was used ($F_1 \times F_1$). Fertility is good in inter-species crossing of the Chinese and autochthonous White Willow (including the progenies obtained by free pollination, i.e. with the White Willow). The same applies to selfing. Neither did the hybrids of the Chinese and White Willows yield satisfactory results in terms of fertility in other crossing combinations when used as female parents. The crossing of brothers and sisters from the hybrid family, obtained by crossing the Chinese Willow and clone V 171 (selfing), did not produce plants, while only one plant was raised from free pollination.

In all hybrid progenies, a wide variability was established in terms of the total height of the two-year-old progeny, resulting in high values of the variability coefficient. The highest values of C.V. were established in the hybrid progenies from backcrossing the F_1 generation of the inter-species hybrid with the Chinese Willow; and in crossing the Chinese Willow with the plant

Tab. 1: Improvement of Arborescent Willows by hybridization (intraspecific and interspecific hybridization, selfing, back cross, transgression)

Preglednica 1: Oplamenjenje drevesastih vrb z hibridizacijoj (intraspecifična in interspecifična hibridizacija, samooprašitev, povratno križanje, transgresija)

No.	Crossing mark	Crossing combination		No. of off-spring	Height of 2 years old offshoots		
		F	M		\bar{X} (cm)	Range of variability	C. V. %
1.	S 218	V 311 = <i>S. matsudana</i> - China	V 279 = (<i>S. matsudana</i> - Kew Garden x <i>S. alba</i> I-14/59)	29	148.8	15 - 870	112.8
2.	S 219	V 294 = (<i>S. matsudana</i> V311-China x <i>S. alba</i> -Zg)	V 294 = (<i>S. matsudana</i> V311-China x <i>S. alba</i> -Zg)	9	57.9	15 - 172	94,3
3.	S 221	V 311 = <i>S. matsudana</i> - China	S 163 = V 171 x V 171 [(<i>S. matsudana</i> f. <i>tortuosa</i> x <i>S. alba</i> V 95) V 171 x (<i>S. matsudana</i> f. <i>tortuosa</i> x <i>S. alba</i> V95) V 171]	50	126.4	15 - 400	75.0
4.	S 222	V 311 = <i>S. matsudana</i> - China	V 294 = (<i>S. matsudana</i> V311- China x <i>S. alba</i> -Zg)	31	140.9	45 - 230	44.2
5.	S 224	V 278 = (<i>S. matsudana</i> - Kew Garden x <i>S. alba</i> I-14/59)	V 294 = (<i>S. matsudana</i> V311- China x <i>S. alba</i> -Zg)	2	87,5	10 - 165	125.2
6.	S 225	V 278 = (<i>S. matsudana</i> - Kew Garden x <i>S. alba</i> I-14/59)	S 163 = V 171 x V 171 [(<i>S. matsudana</i> f. <i>tortuosa</i> x <i>S. alba</i> V 95) V 171 x (<i>S. matsudana</i> f. <i>tortuosa</i> x <i>S. alba</i> V95) V 171]	16	72.1	20 - 175	67.3
7.	S 226	V 278 = (<i>S. matsudana</i> - Kew Garden x <i>S. alba</i> I-14/59)	V 95 = <i>S. alba</i> Zg	23	67.6	20 - 190	62.9
8.	S 227	V 277 = (<i>S. matsudana</i> - Kew Garden x <i>S. alba</i> I-14/59)	unknown	34	169.1	40 - 435	46.2
9.	S 213	Sp 2 = <i>S. alba</i> - Spačva	V 95 = <i>S. alba</i> Zg	88	113.9	20 - 255	44.3
10.	S 229	V 277 = (<i>S. matsudana</i> - Kew Garden x <i>S. alba</i> I-14/59)	V 279 = (<i>S. matsudana</i> - Kew Garden x <i>S. alba</i> I-14/59)	28	121,6	45-210	41,1
11.	S 230	V 280 = (<i>S. matsudana</i> 'Tsinan')	unknown	138	196,3	10-380	38,7
12.	S 231	V 277 = (<i>S. matsudana</i> - Kew Garden x <i>S. alba</i> I-14/59)	unknown	43	155,1	30-465	49,9
13.	S 232	(V 311 = <i>S. matsudana</i> - Kina) x S 163 = [(<i>S. matsudana</i> f. <i>tortuosa</i> x <i>S. alba</i> V 95) V 171 x (<i>S. matsudana</i> f. <i>tortuosa</i> x <i>S. alba</i> V95) V 171]	unknown	1	135,0	-	-
14.	S 233*	(V 311 = <i>S. matsudana</i> - Kina) x S 163 = [(<i>S. matsudana</i> f. <i>tortuosa</i> x <i>S. alba</i> V 95) V 171 x (<i>S. matsudana</i> f. <i>tortuosa</i> x <i>S. alba</i> V95) V 171]	(V 311 = <i>S. matsudana</i> - Kina) x S 163 = [(<i>S. matsudana</i> f. <i>tortuosa</i> x <i>S. alba</i> V 95) V 171 x (<i>S. matsudana</i> <i>tortuosa</i> x <i>S. alba</i> V95) V 171]	-	-	-	-

* Crossing of brothers and sisters from the first hybrid generation between Chinese Willow and selfing

Tab. 2: Cloned plus variants in hybrid families
 Preglednica 2: Kloniranje plus variant v hibridnih družinah

No	Clone sign	Crossing mark	Selection made in family		Age 1/1	Age 1/2	Age 1+4
			Crossing combination		Height	Height	Height/D b h
			F	M	X (cm)	X (cm)	X (cm)
1	V 373	S 218	V 311 = <i>S. matsudana</i> - China	V 279 = (<i>S. matsudana</i> - Kew Garden x <i>S. alba</i> l-14/59)	151	247	-
2	V 374	S 218	V 311 = <i>S. matsudana</i> - China	V 279 = (<i>S. matsudana</i> - Kew Garden x <i>S. alba</i> l-14/59)	169	269	-
3	V 375	S 218	V 311 = <i>S. matsudana</i> - China	V 279 = (<i>S. matsudana</i> - Kew Garden x <i>S. alba</i> l-14/59)	166	-	-
4	V 458	S 218	V 311 = <i>S. matsudana</i> - China	V 279 = (<i>S. matsudana</i> - Kew Garden x <i>S. alba</i> l-14/59)	176	-	-
5	V 459	S 218	V 311 = <i>S. matsudana</i> - China	V 279 = (<i>S. matsudana</i> - Kew Garden x <i>S. alba</i> l-14/59)	152	-	-
6	V 460	S 218	V 311 = <i>S. matsudana</i> - China	V 279 = (<i>S. matsudana</i> - Kew Garden x <i>S. alba</i> l-14/59)	177	-	-
7	V 461	S 218	V 311 = <i>S. matsudana</i> - China	V 279 = (<i>S. matsudana</i> - Kew Garden x <i>S. alba</i> l-14/59)	200	-	-
8	V 369	S 221	V 311 = <i>S. matsudana</i> - China	S 163 = V 171 x V 171 [(<i>S. matsudana</i> f <i>tortuosa</i> x <i>S. alba</i> V 95) V 171 x (<i>S. matsudana</i> f <i>tortuosa</i> x <i>S. alba</i> V 95) V 171]	179	221	-
9	V 370	S 221	V 311 = <i>S. matsudana</i> - China	S 163 = V 171 x V 171 [(<i>S. matsudana</i> f <i>tortuosa</i> x <i>S. alba</i> V 95) V 171 x (<i>S. matsudana</i> f <i>tortuosa</i> x <i>S. alba</i> V 95) V 171]	-	213	-
10	V 372	S 222	V 311 = <i>S. matsudana</i> - China	V 294 = (<i>S. matsudana</i> V 311 - China x <i>S. alba</i> -Zg)	-	174	-
11	V 371	S 227	V 277 = (<i>S. matsudana</i> - Kew Garden x <i>S. alba</i> l-14/59)	unknown	101	196	-
12	V 462	S 227	V 277 = (<i>S. matsudana</i> - Kew Garden x <i>S. alba</i> l-14/59)	unknown	120	-	-
13	V 277	-	<i>S. matsudana</i> - Kew Garden	<i>S. alba</i> l-14/59	-	280	950/12,4
14	V 278	-	<i>S. matsudana</i> - Kew Garden	<i>S. alba</i> l-14/59	-	290	900/11,5
15	V 279	-	<i>S. matsudana</i> - Kew Garden	<i>S. alba</i> l-14/59	-	280	750/6,2
16	V 280	-	<i>S. matsudana</i> 'Tsınan' - China, New Zealand		-	240	700/6,0
17	V 281	-	<i>S. matsudana</i> 'Shangai' - China, New Zealand		-	250	700/5,6
18	V 311	-	<i>S. matsudana</i> f <i>erecta</i> - China		-	-	650/6,8
19	Mad 40	-	<i>Salix alba</i>		-	190	-
20	V 160	-	<i>Salix alba</i>		-	330	-
21	V 161	-	<i>Salix alba</i>		-	250	-
22	Br18B	-	<i>Salix alba</i>		-	260	-

obtained by selfing of the inter-species hybrid of the Chinese and White Willow. The great variability of the hybrid progenies in the above mentioned hybrid families enables the selection of the plus variants, the cloning of which is promising considerable genetic improvements. Dwarfism and morphologically aberrant characteristics of minus variants may be used in horticulture.

Table 2. shows the first results of cloning the plus variants from the two-year-old hybrid families, and some clones of *S. matsudana* and the F₁ generation hybrids (*S. matsudana* x *S. alba*) introduced from New Zealand. Table 2. shows that the inter-species hybrids of the F₁ generation at earliest age are superior in production to the Chinese Willow. The F₁ generation clones from the same hybrid family differ considerably, thus, in the future, the specific combining ability of the parent trees (SCA), with a selection of numerous plus variants in each single hybrid combination of crossing will be important. The cloned plus variants of the inter-species hybrid of the F₁ generation between the Chinese Willow and the White Willow are not inferior in growth when compared to the best clones of the White Willow (V 160, Br1BB are registered clones, while the V161 and MAĐ 40 are the most productive clones in the tests done in Croatia).

4 CONCLUSIONS

1. The first results of breeding the Chinese Willow (*Salix matsudana* Koidz.) and the White Willow (*Salix alba* L.) show that hybrids are obtained easily if *S. matsudana* is used as the female parent. There were difficulties in hybrid production when the hybrid of the F₁ or F₂ generation was used as a female parent in breeding by transgression, back crossing, selfing and inbreeding.
2. The hybrids of the F₁ generation exhibited vigorous growth at early age when compared to the Chinese Willow (*S. matsudana*), which is the same as the best clones of the White Willow (*Salix alba*).
3. In all the hybrid families produced a remarkable variability was established in terms of the total height of the two-year-old seedlings, thus enabling the selection of the plus variants. The cloning of the plus variants is a considerable genetic improvement in short-rotation biomass production.

4. The hybrid progenies bred by selfing have an extraordinary depression of growth, i.e. their vitality is poor.
5. The purpose of producing plants of the divergent genetic constitution by selfing is to produce line hybrids. For now we have founded that the majority of the plants bred by selfing are male and that the monoecious plants transform into males.

5 ZAKLJUČKI

1. Rezultati križanja kitajske vrbe in bele vrbe so pokazali, da je hibridizacija enostavna, kadar je *S. matsudana* uporabljena kot ženski starš. Pri vzgoji hibridov z ženskim staršem iz F1 in F2 generacije smo imeli težave pri križanju s transgresijo, povratnim križanjem, vzgojo v sorodstvu in samooprašitvijo.
2. F1 hibridi so imeli, v primerjavi s kitajsko vrbo, hitro rast v zgodnjem razvoju; enako kot najboljši kloni bele vrbe.
3. V vseh vzgojenih hibridnih družinah smo ugotovili veliko variabilnost v skupni višini dvoletnih sadik. To je omogočalo izbiro plus variant. Kloniranje dveh plus variant predstavlja občutno genetsko izboljšavo v produkciji biomase s kratko rotacijo.
4. Hibridni potomci dobljeni s samooprašitvijo imajo nenavadno depresijo rasti; njihova vitalnost je nizka.
5. Namen vzgoje rastlin z divergentno gensko sestavo s samooprašitvijo je pridobitev hibridnih linij. Z dosedanjim delom smo ugotovili, da je večina rastlin vzgojenih s samooprašitvijo moškega spola, ter da se monoecične rastline razvijejo v moške primerke.

7 LIST OF REFERENCES

BISOFFI, S., 1989. Recent Developments of Poplar Breeding in Italy.- Proc. of the IUFRO Meeting Working Party S 2.02.10:18-43, Hann. Münden.

- CERRILLO, T., 1996. Mejoramiento se sauces para el delta Argentino. Resultados preliminares de nuevas progenies.- Proceedings 20th IPC, Vol. II: 531-538, Budapest.
- JOVANOVIĆ, B. / TUCOVIĆ, A., 1964 Prva inbriding generacija monoecijskog stabla crne topole (*Populus nigra* L.) u okolini Kosovske Mitrovice. -Topola 42-43:13-19, Beograd.
- KEIDING, H., 1991. Gene Conservation and Tree Improvement.-Lecture Note No. D-9, Danida For. Seed Centre, 18p, Humlebaek.
- KOMLENOVIĆ, N. / KRSTINIĆ, A. / KAJBA, D., 1996. Selection of Arborescent Willow Clones Suitable for Biomass Production in Croatia.- Proceedings 20th Session of IPC. Vol. I: 197-309, Budapest.
- KRSTINIĆ, A., 1971. Occurrence of Monoecia and Hermaphroditism in Hybrid Willow (*Salix matsudana tortuosa* x *S. alba*).- FAO, International Poplar Commission, 7p, Bucarest.
- KRSTINIĆ, A., 1976. Varijabilnost bujnosti rasta i pravnosti debla hibrida bijele vrbe (*Salix alba* L.) i krhke vrbe (*Salix fragilis* L.).- Glas. za šum. pokuse, Vol. XIX:103-245, Zagreb.
- KRSTINIĆ, A. / TRINAJSTIĆ, I., 1992. Pojava monoecije i hermafroditizma u hibrida *Salix matsudana* Koidz. x *S. alba* L.- Šum. list 9-10:389-395, Zagreb.
- KRSTINIĆ, A. / KAJBA, D., 1995. Prvi rezultati oplemenjivanja stablastih vrba samooplođnjom, povratnim križanjem i transgresijom.- Šum. list 5/6: 163-168, Zagreb.
- MOSSELER, A. / ZSUFFA, L., 1989. Sex Expression and Sex Ratios in Intra and Inter-Specific Hybrid Families of *Salix* L.- *Silvae Genetica* 38:12-17, Frankfurt a. Main.

VIDAKOVIĆ, M., 1963. Međuvrsno križanje Pančićeve omorike (*Picea omorica* [Pančić] Purkyne) sa sitkanskom smrčom (*Picea sitchensis* [Bong] Carr).- Šumarstvo 10-12:337-342, Beograd.

VIDAKOVIĆ, M., 1966. The Occurrence and Meaning of Heterosis in Hybrids Within and Between Species.- Šum. list 90:105-122, Zagreb.

VIDAKOVIĆ, M. / KRSTINIĆ, A., 1985. Genetika i oplemenjivanje šumskog drveća.- Liber, 505p, Zagreb.

ZSUFFA, L., 1988. Studies in Genetics and Breeding of North American Willows at the Faculty of Forestry, University of Toronto. -Proceedings of the Willow Breeding and Biotechnology Development, 14-22, Bristol.

ZSUFFA, L. / GAMBLES, R. L., 1992. Improvement of Energy-Dedicated Biomass Production Systems. - Biomass and Bioenergy Vol. 2, No. 1-6, 11-15, Pergamon Press.

ZSUFFA, L. / SALAZAR, R. / DANCIK, B., 1987. Biomass genetics and breeding.- Anali za šumarstvo, 13/1-2:25-37, Zagreb.


ŽUFA, L., 1963. Novi slučajevi hermafroditizma kod vrsta *Populus nigra* L. i *P. thevestina* Dode i njihovo značenje.- Topola 1/2:21-26, Beograd.




Pri izdaji Zbornika ob 50. obletnici obstoja in delovanja GIS in organizaciji Mednarodnega znanstvenega simpozija ZNANJE ZA GOZD (26. - 27. Maj, 1997) so sodelovali:

REPUBLIKA SLOVENIJA  MINISTRSTVO ZA ZNANOST IN TEHNOLOGIJO

Slovenska 50, 1000 Ljubljana
Telefon: (061) 131 11 07. Telefaks: (061) 132 41 40




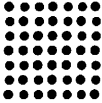
REPUBLIKA SLOVENIJA
Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
Parmova 33, 1000 Ljubljana
TEL: 323-058. FAX: 133-31-95



REPUBLIKA SLOVENIJA
MESTNA OBČINA LJUBLJANA
Kabinet župana
Mestni trg 1, 1000 Ljubljana

Evropski
Mesec
Kulture
European
Cultural
Month
Ljubljana
1997



The British Council 

Promoting cultural, educational
and technical co-operation between
Britain and other countries

Štefanova 1/III
81000 Ljubljana
SLOVENIJA
Tel 386 61 1259 292
1259 032
Fax 386 61 1259 139

 PROIZVODNO PODJETJE
Semesadike P.O.
1234 MENGEŠ

Mengeš, tel.: 061/737-311, 737-461
faks: 061/737-133
Radvanje, tel./faks: 062/100-331
Tišina, tel./faks: 069/46-203

UNIVERZA V LJUBLJANI

GOZDARSKA KNJIZNICA

GIS K GDK9

1552/1 3



11997003714

GIS BF - GOZD.
(066)

COBISS



9 789619 031636