

Oxf. 48– —014:587.7(497.12)

Izvleček:

HOČEVAR M.:

PRVINE SMOTRNEGA ZDRAVSTVENGA STANJA GOZDNIH SESTOJEV

V zadnjem času opažamo, da se umiranje gozdov širi tudi v Sloveniji. Ker ne poznamo razsežnosti pojava, je tudi pri nas v načrtu velikoprostorska inventura; njen cilj je ocena obsega, stopnje, prostorske razporeditve in trendov poškodovanosti gozdnih sestojev. Kritično so prikazane temeljne značilnosti tovrstnih snemanj v svetu, nakazana je metodologija za inventuro, ki bi upoštevala značilnosti na Slovenskem.

Abstract:

HOČEVAR, M.:

THE ELEMENTS OF RATIONAL, LARGE AREA PHOTOGRAPHY OF THE CONDITION OF FOREST STANDS

It has recently been noticed that the die-back of forests in large areas has been spreading in Slovenia, too. Because the size of the phenomenon is unknown, a large area inventory is planned, its aim being to estimate the size, degree, space arrangement and trends of the damaged forest stands. The basic characteristics of such photography in the world are presented critically. A method for such inventory that would take in account the characteristics of Slovenia, is presented, too.

*doc. dr. Milan HOČEVAR, dipl. inž. gozd.
VTOZD gozdarstvo , Biotehniška fakulteta,
Večna pot 83, 61000, Ljubljana*

1. UVOD

Znanstveniki v Evropi in pri nas so opozorili na prve znake hiranja gozdov že pred več kot 20 leti. Sprva omejeno na jelko, je hiranje v začetku osemdesetih let zajelo smreko, bor in druge iglavce, lani (1984) pa ponekod po Evropi (Švica, Bavarska) že nekatere listavce (bukev, javor, jesen, hrast itd.); namesto o hiranju, govorimo danes o umiranju gozdov.

Problem je zelo pereč v Srednji Evropi (obeh Nemčijah, Švici, Avstriji, Čehoslovaški in Poljski), o škodi pa poročajo že tudi iz Severne Evrope in drugih celin (Kanada, ZDA). Po zadnjih podatkih je v Zvezni republiki Nemčiji prizadetih več kot 50% (Scheifele 1985) in v Švici 34% (Schmidt-Haas 1985) vseh gozdov. V Avstriji menijo, da je poškodovanih od 300 000 do 1 200 000 ha gozdov. Močno odmirajo gozdovi posebno na Čehoslovaškem, v Vzhodni Nemčiji in na Poljskem, vendar tu o obsegu škod ni podatkov.

Za stanje v Sloveniji je značilno, da imamo lokalna žarišča propadanja gozdov, povzročča pa jih območna industrija (Mežiška dolina, celjska kotlina, Trbovlje). Njihovo površino je ocenil Šolar (1979) na skupno 22 000 ha, kar je 2,2 % vseh gozdov. V zadnjem času opažamo, da se umiranje gozdov širi na vsa večja območja. To velja predvsem za jelko in smreko, razsežnosti škode pa ne poznamo.

V Srednji Evropi je problem že zdavnaj dobil politične razsežnosti in raziskave javnega mnenja ga uvrščajo med osrednje probleme sodobnega človeka. Skrb in preplah zbuja umiranje gozdov, ne toliko zaradi trenutnega obsega, temveč zato, ker se vsako leto izredno povečuje. Pojav je presenetil sodobnega Srednjeevropjca, ki se je, navajen brez težav s tehniko obvladovati naravo, nenadoma nepripravljen in skorajda nemočen, znašel pred za njegov obstoj nadvse pomembno nalogo. Nepripravljen in nemočen zato, ker kljub intenzivnim raziskavam, danes še vedno ne poznamo zanesljivo in natančno niti neposrednega povzročitelja — vemo le, da je vedno poleg drugih dejavnikov udeležen tudi onesnažen zrak — niti vzročno-posledičnega mehanizma umiranja gozdov. To pa je podlaga za načrtovanje učinkovitih ukrepov, ki niso le dragi (to bi bogate srednjeevropske države še obvladale), temveč tudi zelo boleč poseg v celotno gospodarstvo in navade vsakega posameznika.

Toda ali je preplah upravičen, saj je določen delež zaostajajočih, hirajočih dreves v naravnem gozdu naraven pojav? Vzpon in propad je naravna življenjska pot vsakega osebka v prvobitnem gozdu, v gospodarskem gozdu pa dobimo že od nekdanj 20–30 % etata kot naključnostne pripadke. Dokler propadajo posamezna drevesa ob vitalnih sosedih, dokler se njihovo število ne povečuje, ne moremo govoriti o umiranju gozda. Drugače pa je, če umiranje postane množični pojav, ki se naglo širi in stopnjuje.

Za realistično oceno pojava, kakršen je umiranje gozdov, je najpomembnejše, da zanesljivo poznamo obseg, stopnjo, prostorsko porazdelitev in predvsem trend razvoja poškodovanosti, osrednjega pomena. Inventura je zato prvi korak v vrsti ukrepov, ki jih zahteva reševanje tega, za stroko in širšo javnost, nadvse pomembnega problema.

Ker so bili splošni vidiki ugotavljanja poškodovanosti že podani (Hočevnar 1984), je predmet tega sestavka samo obravnavana metodologija inventur na velikih območjih.

2. CILJ INVENTURE ZDRAVSTVENEGA STANJA

Iz misli, ki smo jih nanizali v uvodu, sledi, da je temeljni cilj inventure na velikem območju objektivna ocena stanja (obseg, stopnja, prostorska razporeditev) in trenda umiranja gozdov v območju, republiki in državi, kot izhodišče za načrtovanje preventivnih in sanacijskih ukrepov in sprejemanje posameznih odločitev. Kakovost in obseg zbranih podatkov morata biti na ravni, ki omogoča tudi znanstveno razčlenitev vzrokov poškodb glede na stopnjo poškodovanosti, načinom gospodarjenja z gozdovi, sestavo sestojev, rastiščne, klimatske in druge dejavnike.

Snemanje mora biti zasnovano tako, da daje objektivne, primerljive podatke in oceno z opredeljeno točnostjo za vse obravnavano območje in določen čas — čim bolj smotrno in gospodarno.

Glede na cilje je treba že v pripravljalni fazi natančno določiti tele prvine snemanja:

- vrsto in podrobnost podatkov, ki jih potrebujemo;
- vrsto vzorčnih ploskev (enkratne ali stalne);
- zahtevano točnost za posamezne interpretacijske enote (npr.: območje, republika, država, drevesna vrsta);
- način prikaza rezultatov: preglednice, tematske karte;
- ali zadostujejo statistične celostne ocene po območjih ali pa je potrebna izdelava karte o poškodovanosti gozdov z natančno razmejitvijo in lokacijsko predstavo;
- organizacijski, časovni in finančni okvir snemanja.

3. ZNAČILNOSTI SNEMANJA ZDRAVSTVENEGA STANJA

Pri izbiri inventurne metode zdravstvenega stanja gozdov moramo upoštevati nekatere značilnosti, s katerimi pri dendrometrijskih inventurah nimamo opravka. Najpomembnejše so:

1. Slika poškodovanosti se časovno zelo hitro spreminja: dolgoročen trend propadanja prekrivajo ciklični sezonski vplivi, ki sliko izboljšujejo ali poslabšujejo. Zato je za primerljivost podatkov izredno pomembno, da snemamo vedno tedaj, ko so poškodbe najbolj izrazite in tipične. Snemanja morajo biti opravljena v najkrajšem času, v juliju in avgustu, pri iglavcih še tudi v septembru, sicer podatkov ni mogoče več primerjati (Mahrer in dr., 1984).
2. Zaradi nespecifične, netipične slike poškodovanosti je izredno težko, največkrat nemogoče, zanesljivo ločiti umiranje, ki ga povzroča velikoprostorsko onesnaženje, od propadanja zaradi drugih abiotičnih in biotičnih vzrokov. Z diferencialno diagnozo lahko le izključimo znane povzročitelje, neposredno pravega pa ne moremo določiti.

Nemoč dobro kaže nemški izraz „neuartige Waldschäden“ (nove gozdne škode), ki ne opredeljujejo ničesar. Nakazani problem je izredno pomemben, saj predvsem v začetni fazi preprečuje zaznavanje pojava umiranja gozdov.

3. Poseben problem je ugotavljanje stopnje poškodovanosti, vitalnosti, zdravstvenega stanja, ki je fiziološki parameter. Za današnje stanje je značilno, da ni jasno in neoporečno definirano niti, kaj je normalno in kje je meja med normalnim in patološkim

stanjem (zaradi tega so izredno pomembna ničelna drevesa in ploskve!). Fiziološko stanje drevesa se lahko slabša že mnogo prej (zmanjšanje fotosinteze in prirastka, spremembe v celični sestavi in na biokemijski ravni) preden so vidni zunanji znaki (latentne poškodbe). Zdravstvenega stanja neposredno ne moremo meriti, temveč ga lahko le kakovostno ocenjujemo na podlagi pomožnih znakov, za katere predvidevamo, da so s ciljnimi podatkom v dobri korelacijski povezavi. Za velikoprostorsko inventuro pridejo v poštev le razmeroma preprosti in maloštevilni podatki, kot so: velikost in oblika krošnje, barva in osulost iglic ali listja, delež in mesto suhih vej, spremembe v sestavi in teksturi krošnje itd. Vsi ti podatki so kakovostni in jih ni mogoče popolnoma objektivno absolutno lestvičiti; govorimo o strokovni okularni oceni. Pri dendrometričnih inventurah se takim podatkom izogibamo. Ker pa v tem primeru to ni mogoče, je zelo pomembno, da merila za ocenjevanje zelo skrbno, podrobno in nedvoumno izdelamo (navodila, primer: Schmid-Haas in dr.: *Sansilva Waldschadeninventur – Instruktionen für die Arbeit im Wald*, 1984), saj bo te podatke le tako mogoče primerjati in snemanja ponoviti. Za zanesljivo oceno stopnje poškodovanosti je nujno temeljito začetno šolanje snemalcev (po nemških izkušnjah vsaj 1 teden), uvajanje pri delu in stalno preverjanje na terenu (Kennel in Zwirgmaier 1985, Schöpfer in Hradetzky 1983).

Kljub vsem prizadevanjem na znanstvenoraziskovalnem področju še nismo zmogli razviti enotne metodologije za ocenjevanje zdravstvenega stanja; to zelo otežuje primerjavo rezultatov posameznih inventur, opravljenih v različnih državah ali celo delih iste države. Nebogljenost se kaže v številnih različnih ocenjevalnih zasnovah (Polanschütz 1985, Schröter in dr. 1985) in v uporabi zelo velikega števila različnih podatkov v upanju, da s količino raste tudi njihova kakovost.

4. IZBIRA INVENTURNE METODE

Pri izbiri metode inventure zdravstvenega stanja je treba upoštevati v prejšnjem poglavju obravnavane značilnosti tovrstnega snemanja in splošne teoretične in organizacijsko-ekonomske osnove pridobivanja podatkov na velikem območju.

Inventuro je mogoče opraviti predvsem s terenskimi snemanji, s fotointerpretacijo posnetkov iz zraka in s kombiniranimi foto-terestričnimi metodami. Vse imajo prednosti in pomanjkljivosti in tako tehnično kot organizacijsko niso še dokončno oblikovane. Njihove najpomembnejše značilnosti so:

1. Za hitro in poceni oceno zdravstvenega stanja gozdov na velikih območjih je primerna metoda *popisa gozdov* (anketa); tega opravi redna operativna gozdarska služba. Tak popis zajema celostno oceno vseh gozdov ali samo določenega starostnega razreda (npr.: sestoji starejši od 60 let), po gozdnih obratih, revirjih ali sestojih kot popisovalne enote. Ker sodeluje veliko popisovalcev, temeljita priprava na anketo ni mogoča. Zaradi tega in psihološkega dejstva, da so lokalni popisovalci čustveno vezani na svoj gozd, in ga zato le neradi vidijo v slabi luči – dogaja pa se tudi nasprotno – so podatki zelo subjektivni in neprimerljivi. Kot kaže zgled iz Švice, kjer je bil npr.: v kantonu Wallis s popisom ugotovljen zelo nizek, s poznejšim podrobnim institutskim snemanjem pa največji delež poškodovanih gozdov v Švici, so podatki včasih celo neuporabni (Bucher in dr. 1984, Schmid-Haas 1985). O podobnih slabih izkušnjah poročajo tudi iz Zahodne Nemčije. Ali so tovrstna snemanja natančna, ni mogoče ugotoviti brez kontrolnih snemanj.

2. *Terensko vzorčno snemanje* zdravstvenega stanja s posebnimi snemalnimi skupinami. Podrobna, natančna snemanja s posebej izbranimi snemalci so praktično in denarno izvedljiva le z vzorčnimi metodami. Snemanja so ponavadi zelo intenzivna in zato zamudna. Poleg podatkov o zdravstvenem stanju in nekaterih dendrometrijskih meritev obsegajo snemanja opis sestojev, rastišča, lege in reliefa.

Stopnja vzorčenja je iz denarnih razlogov ponavadi zelo nizka, snemanje je omejeno na majhne vzorčne ploskve, ki so združene v grozde (dvostopenjsko vzorčenje). Primarni vzorci, grozdi, so ponavadi trakti (pravilen razpored sekundarnih vzorcev v obliki pravokotnika (Švica, Schmid-Haas 1984) ali križa (Nemčija, Schöpfer in Hradetzky, 1983) ali pa so to gozdni sestoji (Bavarska, Kennel in Zwirgmaier, 1985), sekundarne vzorčne ploskve pa krogi, ploskve stalnega števila drevja (metoda 6 dreves) ali pa se za izbiro dreves v ploskvi uporablja Bitterlichova metoda. Vzorčne ploskve so stalne, in zato omogočajo zanesljivo spremljanje zdravstvenega stanja posameznih dreves. V Srednji Evropi se je uveljavila sistematična razporeditev primarnih vzorcev v mreži 4 x 4 km, njena podlaga je Gauss-Krügerjev koordinatni sistem. Grozd sestoji iz 4–8 sekundarnih vzorcev s skupno 24–50 drevesi. Izračuni vzorčne napake rezultatov kažejo, da taka gostota za oceno zdravstvenega stanja na ravni dežele in območij zadostuje (Kennel in Zwirgmaier 1985, Schöpfer 1985).

Kljub temu da so inventurne metode, ki se v Evropi v večjem obsegu že uporabljajo, omejene le na najnujnejše kazalnike zdravstvenega stanja, so terenska snemanja zelo zahtevna in zamudna. Snemanja potekajo vse poletje (junij–september), to pa zaradi sprememb v vegetaciji lahko vodi do neprimerljivih ocen. Ker se slika poškodb spreminja, so nadzorna snemanja težko izvedljiva, zamujenih meritev pa ni mogoče nadomestiti.

Vzorčna snemanja so se v Evropi že uveljavila (Zahodna Nemčija, Švica, Nizozemska, Danska, Norveška, Švedska, Anglija in deloma Avstrija, Francija in Italija) in dajejo razmeroma zanesljive podatke.

Za obe terestrični metodi (popis, posebna vzorčna snemanja) je značilno, da je mogoče ocenjevati zanesljivo le videz, predvsem spodnjega in osrednjega dela krošenj, v mladih gostih sestojih pa je tudi to zelo težko. Zelo pogosto ne moremo ugotoviti znakov propadanja (npr. različni tipi obravnavanja iglic in listja, strukturne spremembe v vrhu), ki se pojavljajo predvsem v vrhovih in na zgornjih delih krošenj. Zaradi tega je odlična dopolnitev terestričnih opazovanj uporaba posnetkov iz zraka.

3. *Fotointerpretacija* posnetkov iz zraka je najbolj smotrna metoda za površinsko oceno zdravstvenega stanja in za izločanje, razmejevanje in kartiranje gozdnih sestojev po stopnji poškodovanosti (izdelava kart poškodovanosti gozdov).

Do velikosti nekaj 10 km² velikih območij snemamo iz zraka le površinsko in tudi inventura zajema vso površino. Večje površine se ponavadi snemajo le delno, v 4–16 kilometrov oddaljenih pasovih, fotointerpretacija pa je osredotočena na sistematično izbrane vzorčne ploskve.

Posnetki iz zraka nezmotljivo dokumentirajo stanje vegetacije gozda, v natančno določenem trenutku (razlike največ nekaj dni). Dajejo pregled nad vsem območjem in hkrati dovoljujejo istočasno ob primerni optični povečavi, podrobno razčlenitev posameznega drevesa. Zaradi tega je lažje kot na terenu uveljaviti načelo enotnega

ocenjevanja na vsej površini (drevesa različnih stopenj poškodovanosti vidna z enim pogledom na istem posnetku; primerjave, kontrolne ocene in popravki so izvedljivi tako rekoč v trenutku) ter prepoznati za različne tipe škod značilne razporeditve (npr. koncentrirane škode kažejo na epidemične pojave). S tem sta nekoliko olajšani diagnoza povzročitelja in razčlenitev povezav med stopnjo poškodovanosti, tipom in sestavo gozda, lego in reliefom. Če imamo isto območje posneto tudi terestrično, lahko hitro presodimo, koliko je terenska točkovna ocena reprezentančna za vse območje, ki ga ta predstavlja. Aerosnemanje in ovrednotenje sta tehnično in časovno povsem ločeni delovni fazi, zato nas pri fotointerpretaciji ne utesnjujejo časovni roki (izjema je izdelava fotointerpretacijskega ključa) in jo lahko opravi manj oseb. Ker ostane stanje na sliki nespremenjeno, je fotointerpretacijo mogoče vsak trenutek preveriti, tudi še desetletja po samem snemanju. Menjava metodologije ovrednotenja ne dela težav, ker lahko stare posnetke ovrednotimo po novih merilih. Ta možnost je pomembna prednost, ker današnja metodologija ocenjevanja poškodovanosti še ni dokončno izdelana in mnogih podatkov, ki jih bomo v prihodnje potrebovali – ker niso aktualni – ne snemamo. Posnetka lahko ovrednotimo postopoma, se omejimo na izbrana področja, ostalo površino pa šele, ko se pokaže potreba (dokumentacijsko gradivo). Aerosnemanja so zelo uporabna za spremljanje razvoja zdravstvenega stanja in učinka sanacijskih ukrepov. Z neposredno primerjavo slik, posnetih v različnih obdobjih, je mogoče zelo natančno primerjati začetno in končno stanje, ocena sprememb na podlagi shematičnih terenskih snemanj pa je velikokrat povod za nezaupanje in nesoglasja.

Kakovost ocenjevanja zdravstvenega stanja na podlagi fotointerpretacije je odvisna od merila (ločljivost), filmskega materiala (črno-beli, barvni, infra rdeči film), tehnike snemanja (fotografsko, elektronsko snemanje, spektralno območje) in tehnike ovrednotenja (vizualna, avtomatična fotointerpretacija). Na posnetkih so vidne bolezenske spremembe drevja v območju krošenj, kot so: izguba in obravnavanje iglic in listja, pojav suhih vej in spremembe v obliki in zgradbi krošnje. Našteti pojavi vplivajo na refleksijske značilnosti drevja, ki povzročajo na posnetkih značilne spremembe barvnih odtenkov, oblike, velikosti, sestave in stereoskopskega učinka. Za propadajoča drevesa je značilna zmanjšana refleksija v infra rdečem delu spektra, zato so infra rdeči barvni filmi (IRC-filmi) za tovrstna snemanja posebno primerni.

Na začetni stopnji umiranja, zanjo je značilno hiranje posameznih dreves, mora biti merilo snemanja dovolj veliko, da je mogoče opazovanje krošenj posameznih dreves. Uveljavila so se merila med 1:5 000 do 1:10 000, in to je tudi skrajna spodnja meja. Za analizo so uporabni le infra rdeči barvni diapozitivi vrhunske kakovosti, posneti od srede julija do konca avgusta. Izurjen interpretator prepozna različne stopnje umiranja po jakosti in sestavi barvnih odtenkov (barvnega mozaika), ki se s stopnjevanjem poškodb spreminjajo od škrlatno rdeče – vijoličasto rdeče – blede rumeno rdeče – rumenkasto sive – svetlo sive do modro zelene barve. Pri dovolj velikem merilu posnetka je mogoč tudi prostorski vpogled v samo krošnjo in prepoznavanje dodatnih znakov umiranja, kot so: mesto odpadanja iglic in listja, spremembe v gostoti in obliki krošnje, vidljivost in značilna slika vejnega skeleta, mesto in delež suhih vej, odmiranje vrhov, značilne spremembe oblike vrha (koničast, gnezdast), pojav značilnih poganjkov (šibasti poganjki pri bukvi, lametta sestava poganjkov pri smreki).

Seveda vizualna ocena zdravstvenega stanja drevja in gozda na aeroposnetkih po tako celostnih znakih ni preprosta in zahteva izkušenega interpretatorja, specialista. Zanesljiva interpretacija je mogoča šele po 5–12-tedenskem intenzivnem usposabljanju, pa tudi potem, brez stalnih terenskih preverjanj ne gre.

Težave nastopajo, ker barvni toni na posnetku niso odvisni le od stopnje poškodovanosti, temveč tudi od uporabljenega filma (razlike med filmi iste vrste), mesta objekta na aeroposnetku (osrednji, robni, dobro ali slabše osvetljeni del posnetka), drevesne vrste (poškodovano drevo neke vrste se preslikava kot zdravo drevo neke druge vrste), fenološkega stanja (cvetenje, pojav plodov) in drugih pojavov. Za zanesljivo fotointerpretacijo je zato bistvenega pomena detajliran fotointerpretacijski ključ, ki podrobno opredeljuje videz dreves (za vsako drevesno vrsto posebej) različne stopnje poškodovanosti na posnetku in na terenu. Ključ mora biti, zaradi naglega spreminjanja stanja na terenu, narejen v 30 dneh po snemanju. Dober interpretator lahko na posnetku loči 5 stopenj poškodovanosti.

Tehnika infra rdečih barvnih aerosnemanj in vizualne fotointerpretacije je danes zrela za operativno rabo. Ker obseg članka ne dopušča podrobnejši opis, bo bralec, ki ga taka tehnika zanima, lahko zvedel več o njej v obsežni tuji in v domači literaturi (Kenneweg 1980, Huss 1984, Schöpfer in Hradetzky 1984, Kalafadžič 1984).

Opis postopka pri vidni interpretaciji daje slutiti, s kakšnimi težavami je povezan razvoj metod računalniškega, avtomatičnega ocenjevanja zdravstvenega stanja, ki temelji za zdaj samo na točkovni interpretaciji spektralnih vrednosti slikovnih sestavin. To pomeni, da računalnik pri interpretaciji ne upošteva teksturnih, strukturnih značilnosti in stereoefekta. Raziskave so osredotočene na multispektralna, optično-elektronska snemanja z letal in satelitov. Nekateri poskusi pri snemanju umiranja gozdov s ploskovnimi razsežnostmi so obetavni. To velja predvsem za snemanja z elektronskimi tipali (skanerji) z letal z razmeroma visoko ločljivostjo od 0,75 do 10 m (Kadro 1984, Koch in Ammer 1984). Ker bo še letos (1985) izstreljen v vesolje francoski satelit SPOT s podobno ločljivostjo (10 m), lahko že v naslednjih nekaj letih pričakujemo hiter razvoj tudi na tem področju. Samodejna fotointerpretacija za operativne analize za zdaj še ne pride v poštev.

Prednosti samodejne fotointerpretacije satelitskih posnetkov so: nizka cena, ažurnost in možnost, da tako ovrednotimo veliko posnetkov v kratkem času.

5. PRVINE INVENTURE ZDRAVSTVENEGA STANJA GOZDOV V SLOVENIJI

Inventurne metode, ki jih zdaj uporabljajo v Evropi, so več ali manj, še v poskusnem stadiju in niso toliko izdelane, da bi jih brez pomislekov in izboljšav lahko prevzeli. To je razumljivo, saj so nastale v hudi časovni stiski in brez poprejšnjih znanstvenih raziskav in preskušanj. Ko s časovnim zamikom začnemo reševati enake naloge pri nas, mora biti naš cilj:

- da upoštevamo tuje izkušnje, toda ne delamo tujih napak;
- da oblikujemo tako zasnovo, ki bo ustrezala posebni organizaciji slovenskega gozdarstva;
- da bo rezultate inventure mogoče primerjati s podatki drugih dežel.

Načrtovana inventura je pomembna strokovna naloga, ki zahteva hitro in usklajeno akcijo med znanstvenoraziskovalnimi ustanovami in gozdarsko operativno. Jasno in objektivno mora odgovoriti na vprašanje ogroženosti naših gozdov in rabiti kot podlaga za načrtovanje konkretnih ukrepov, ki naj proces propadanja zavrejo ali vsaj omilijo. Njeni rezultati

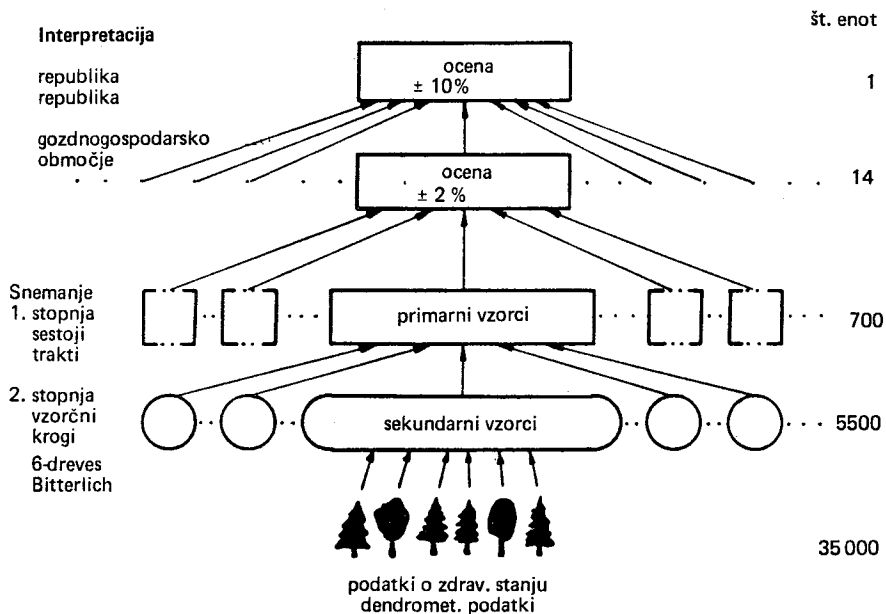
so pomembni za ciljno uravnavo raziskovalnega cela pri umiranju gozdov, najti pa morajo mesto tudi v planskih dokumentih razvoja gozdarstva, lesne industrije in celotnega gospodarstva do leta 2000. Inventura je prednostna naloga, ki zahteva, da jo uresničimo takoj (slika 1).

Zaradi vsega tega in ob upoštevanju kadrovskih in ekonomskih možnosti mora slovenska inventura zdravstvenega stanja upoštevati naslednja načela:

- Uporaba take inventurne zasnove, ki bo omogočala kakovostno, hkratno in usklajeno sodelovanje operativne in znanstvenoraziskovalnih ustanov.
- Uporaba sodobnih, učinkovitih matematično-statističnih osnov snemanja podatkov, kot so večstopenjsko in večfazno vzorčenje.
- Omejitvev interpretacije rezultatov na raven gozdnogospodarskih območij in republiko, za katere je treba določiti natančnost ocene, npr.: $\pm 10\%$ območje in 2% republika.

Slika 1: Zasnova dvostopenjske vzorčne inventure zdravstvenega stanja in interpretacija rezultatov

Konzept der zweistufigen Waldschadeninventur und Schätzgenauigkeit in einzelnen Befundeinheiten



- Snemanje omejiti na čim manjše število relevantnih podatkov, ki jih je treba podrobno in nedvoumno opredeliti.
- Inventura je trajna naloga, katere cilj je tudi zanesljiva spremljava zdravstvenega stanja in učinkovitosti sanacijskih ukrepov. Vsaj del ploskev mora biti zasnovan kot stalna opazovalna površina.

- Vzorčne ploskve morajo v dovoljni meri reprezentirati okolico, ki jo predstavljajo. Po možnosti naj služijo kot učni in opazovalni objekt za potrebe gozdarske operative in osveščanje širše javnosti.

Inventurni koncept, ki navedena načela upošteva, vsebuje vse tri uvodoma omenjene metode snemanja:

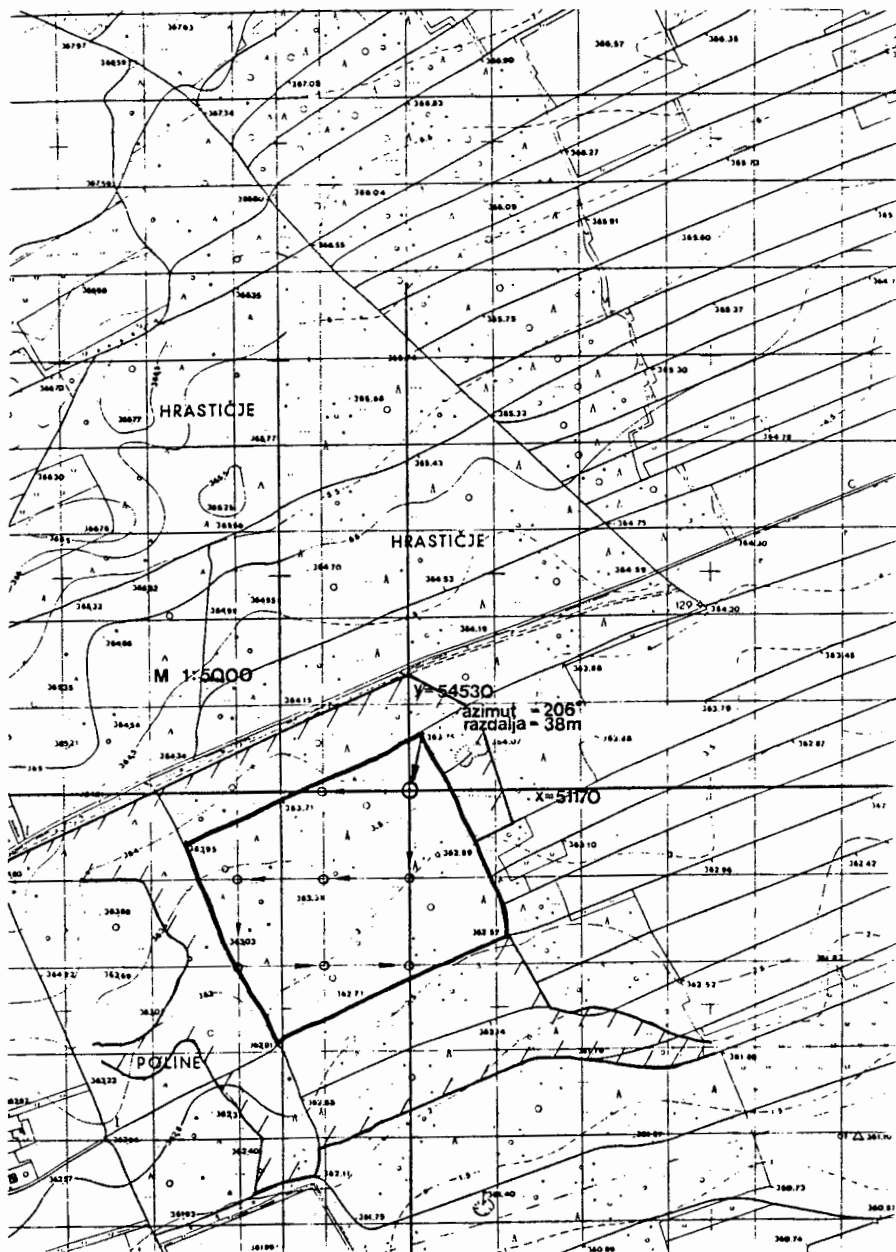
1. Prekritje vseh gozdov v Sloveniji s pravilno mrežo stalnih kontrolnih sestojev, v katerih snemanja izvajajo po gozdnogospodarskih območjih, posebno zadolžene in šolane snemalne skupine iz operative (1–2 po območju).

Sestoji so primarne vzorčne enote dvostopenjskega snemanja, izbrani na sečiščih 4-kilometrski Gauss-Krügerjeve koordinatne mreže (1 sestoj na 1600 ha). V manjših območjih bi bilo potrebno v celoti ali deloma, zgostiti mrežo na 4 x 2 km, tako da bi povsod imeli vsaj 50 kontrolnih sestojev, v vsej Sloveniji pa cca 700–800. Navedena gostota po podatkih iz tujine zadostuje za zanesljivo oceno na ravni območja ($\pm 10\%$) in republike ($\pm 2\%$) (Kennel in dr. 1985, Schöpfer 1985). Površina izbranega sestoja mora znašati vsaj 1 ha in ne presežati 8–10 ha. Večje sestoj snemamo tako, da izločimo primeren del (8–10 ha), ki ga omejujejo na terenu in karti vidne naravne meje (poti, jarki, potoki, grebeni in podobno). Če sestoj, v katerega pade koordinatna točka, ni dovolj velik, snemamo najbližji naslednji sestoj v smeri S–J. Koordinatnih točk, ki padejo izven gozda, ne upoštevamo. Zdravstveno stanje sestoja ocenjujemo vzorčno na 8–10 sistematično izbranih vzorcih, ki so lahko: vzorčni krogi, ploskve stalnega števila drevja ali pa drevesa izbiramo z Bitterlichovo metodo. Ker se snemanja opravljajo z operativnim osebjem, mora biti število snemalnih podatkov omejeno na najnujnejše. Podatki, ki jih v prvi vrsti potrebujemo, so za vsako drevo: ocena socialnega stanja, velikosti krošnje, osutosti in porumenelosti ter nekaterih osnovnih dendrometrijskih podatkov ($d_{1,3}$, h_{zg}). Ocenjujemo, da je možno v enem dnevu posneti 2 sestoja. Snemanja bi bilo tako mogoče v enem območju izvesti v 25–40 dneh, kar bi dovoljevalo, da se inventura brez velikih težav opravi v juliju in avgustu (slika 2).

Uporaba sestojev kot primarnih vzorčnih ploskev je primerna iz več razlogov: dela so koncentrirana na manjše število objektov, s čimer se zmanjša delež časov za iskanje vzorcev, sestoji dobro reprezentirajo okolico, kjer leže in jih ni težko ponovno najti, ocena se nanaša na homogeno enoto, ki jo tudi sicer pogosto uporabljamo v gozdarstvu in ne nazadnje, so sestoji zelo primeren opazovalni in učni objekt za osveščanje gozdarjev in javnosti.

2. Del kontrolnih sestojev (1. faza) še enkrat posamejno skrbno šolani snemalci, ki so sodelavci inštituta. V izbranih sestojih (npr. mreži 8 x 8 km) zakoličijo stalne vzorčne ploskve (sistem grozdov), na katerih snemajo vse podatke kot v 1. fazi, poleg tega pa še dodatne, kot: prisotnost lišajev, biotične škode in povzročitelje, škode zaradi divjadi, podrobne in posebne znake propadanja (tip osutosti, igličavost itd.), nekatere bioindikatorje itd. Skupno bi bilo tako posnetih približno 150 sestojev ali 10 po območju; to bi zadostovalo, da bi lahko odpravili morebitne subjektivne napake prve faze snemanja z metodo regresijskega adjustiranja ocen (slika 3).

Slika 2: Izločanje in metoda snemanja kontrolnih sestojev
Ausscheidung von Kontrollbeständen und das Datenerhebungsverfahren



Primer: Snemanje sestoja, določenega s koordinatami: $y = 54530$, $x = 51170$. Koordinatna točka pade v gozd, debeljak iglavcev in listavcev s skupno površino 15,8 ha. Odločimo se, da snemamo samo 8,5 ha velik del sestoja, ki ga z vseh strani omejujejo vlake. (Odločitev na podlagi pregleda kart, aeroposnetkov in terenskega ogleda!). Gostoto mreže sekundarnih vzročnih ploskev določimo v odvisnosti od površine sestoja, ki ga snemamo (skupno 8–10 vzorcev). V našem primeru je to 1 vzorec/ha. Lego ploskev na karti določimo z mrežo (lahko je to milimetrski pavs papir), ki jo položimo na karto (M 1 : 5 000 ali 1 : 10 000), tako da je izhodišče 4 km-koordinatna točka. V bolj zapletenih primerih določimo razdaljo med vzorci po formuli

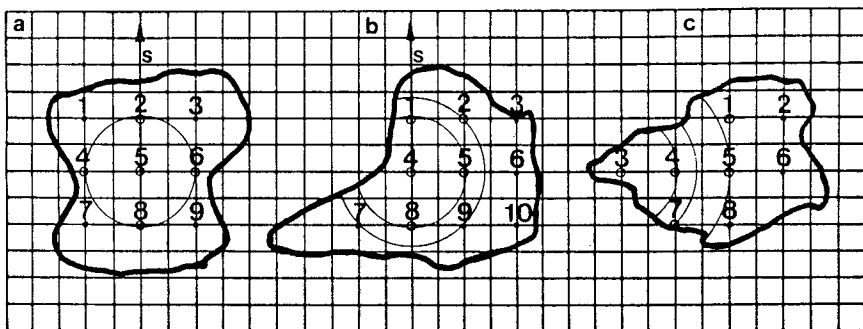
$$a = \sqrt{P/n}$$

a = razdalja v m med vzorci, P = površina sestoja v m^2 , n = število vzorcev.
V tej pripravljalni fazi si lahko veliko pomagamo z dobrimi gozdarskimi kartami (Gauss-Krügerjeva koordinatna mreža) in s posnetki iz zraka. Če je sestoj, v katerega pade koordinatna točka, premajhen, snemamo naslednji najbližji v smeri S –J ležeči sestoj, ki ustreza postavljenim merilom (> 1 ha).

Terenski del snemanja se začne s terenskim obhodom sestoja; pri tem določimo sestojne meje in poskušamo najti najmanj (ničelni vzorec) in najbolj poškodovan del sestoja ter ju označimo na karti (morebiti drevesa tudi na terenu označimo), naredimo kratek opis in drevje po možnosti tudi fotografiramo. Opisani način je za kakovost ocenjevanja zdravstvenega stanja posameznih dreves zelo pomemben, ker je videz ničelnih dreves (ta je odvisen od tipa sestoja in rastišča in ne absolutna kategorija) pomemben za ocenjevanje stopnje poškodovanosti (npr. osutosti). Vzorce ploskve prenašamo s karte na teren z busolo (pozor: magnetna deklinacija!), merilno vrvico in s trakom vsaj z natančnostjo ± 10 m. Središča vzorčnih ploskev zakoličimo z lesenimi količki, in drevesa označimo na koreničniku z navpično črto (z zadiračem), ki je usmerjena proti količku.

Dokumentacija nadzornega sestoja obsega karto v merilu 1 : 5 000 ali 1 : 10 000 z vrisanimi vzorčnimi ploskvami in sestojnimi mejami, snemalne liste, fotografije in občasne beležke.

Slika 3: Izločanje vzorčnih traktov (grozdov) v kontrolnih sestojih
Ausscheidung von sekundärn Stichprobenflächen in Kontrollbeständen
in zweiter Inventurphase



Primer: 1 grozd sestavlja 5 sekundarnih vzorcev s stalnim številom dreves (metoda 6-dreves, skupno 30 dreves v sestoji). Osnova so že zakoličeni vzorci sestojnega snemanja. Vzorce, ki sestavljajo en grozd, določimo tako, da najprej naključnostno izberemo prvi vzorec (središčni vzorec) nato pa v smeri S, V, J, Z še po en najbližji vzorec (a). Če to ni mogoče, npr. osrednji vzorec je na meji sestoja, začeni od severa v smeri urinega kazalca izbiramo drugi najbližji vzorec (b), če tudi ne da polnega grozda, postopek ponovimo za tretji in četrti vzorec (b, c). Izbrane vzorce stalno zakoličimo in drevesa prostorsko opredelimo s polarnimi koordinatami (azimut, razdalja od drevesa do središča ploskve).

3. Ocena zdravstvenega stanja s fotointerpretacijo IRC-posnetkov v velikem merilu (1 : 5 000 – 1 : 10 000).

- Dokler nimamo bogatejših izkušenj (zmožnost aerosnemalne službe, kadri za fotointerpretacijo), se zdi primerna uporaba te tehnike za izdelavo kart poškodovanosti na najbolj prizadetih območjih (v letu 1985 predvidoma: GG Slovenj Gradec, deli GG Nazarje in območje Nanos-Podkraj) in na območjih, ki so posebno pomembna in imajo poudarjeno okoljetvorno ali varstveno funkcijo. Ta snemanja so ploskovna, cilj ovrednotenja je ocena poškodovanosti po sestojih in nadzor sanacijskih ukrepov.
- V nadaljevanju bi bilo mogoče prenesti težišče inventure s terenskih snemanj na aerosnemanja (letalska snemanja, skanerska snemanja iz letal in satelitov). V ospreju je projekt ugotavljanja, dokumentiranja in nadzora zdravstvenega stanja gozdov v Sloveniji z delnimi snemanji (v pasovih v razdalji 8, 12 ali 16 km) na IRC filmu v merilu 1 : 6 000 do 1 : 8 000 in ocena stanja in trendov zdravstvenega stanja z regresijsko metodo (double sampling).

Že sedaj je povezava med terenskim in letalskim snemanjem, čeprav omejena na manjše površine, izredno zanimiva. Terenski podatki, zbrani julija in avgusta, bi namreč lahko močno olajšali in pospešili izdelavo interpretacijskega ključa, ki mora biti izdelan v najkrajšem času po snemanju, fotogrametrična karta poškodovanosti pa je seveda odlična prostorska razširitev točkovnih terenskih snemanj.

V primerjavi z dendrometrijskimi inventurami, ki jih nekateri pri nas še vedno ocenjujejo kot zelo celostne, je inventura zdravstvenega stanja izredno zahtevna naloga; tega se mora zavedati tako organizator kot vsak snemalec. Tovrstnega snemanja ni mogoče kakovostno opraviti brez temeljite priprave in podrobnih navodil in, to mora biti jasno poudarjeno, tako rekoč ob vsem rednem delu.

6. POVZETEK

Velikoprostorsko umiranje gozdov se širi po Evropi in prvi znaki kažejo, da je prisotno tudi že pri nas. Nesporno velja to za jelko; presvetljene krošnje na Koroškem, Gorenjski, Notranjski in drugod pa opozarjajo na ta pojav tudi pri smreki. Z izjemo nekaterih lokalnih ocen, zanesljivih podatkov o razsežnosti tega pojava v Sloveniji nimamo.

Za realistično oceno pojava umiranja gozdov je zanesljivo poznavanje obsega, stopnje, prostorske porazdelitve poškodb in predvsem trenda umiranja osrednjega pomena in prvi korak v vrsti ukrepov, ki ga zahteva učinkovito reševanje tega problema.

Snemanje mora biti zasnovano tako, da daje objektivne, primerljive podatke in oceno z opredeljeno točnostjo za ves obravnavani prostor in določen čas, na čim bolj smotern in gospodaren način. To ni povsem enostavno, ker moramo upoštevati nekatere značilnosti, s katerimi se pri dendrometrijskih inventurah ne srečujemo:

- 1. Slika poškodovanosti se časovno zelo hitro spreminja; dolgoročen trend propadanja prekrivajo ciklični sezonski vplivi.*
- 2. Zaradi nespecifične slike poškodb povzročitelja neposredno ne moremo določiti.*
- 3. Zdravstveno stanje je fiziološki parameter, ki ga neposredno ne moremo meriti, temveč ga posredno kvalitativno ocenjujemo na osnovi pomožnih znakov, za katere sodimo, da so s ciljno oceno v korelacijski povezavi.*

Iz navedenih razlogov metodologija ocenjevanja zdravstvenega stanja še ni dokončno izdelana in je v posameznih državah različna.

Velikoprostorsko inventuro je mogoče izvesti s terenskimi snemanji, s fotointerpretacijo posnetkov iz zraka in s kombiniranimi fototerestičnimi metodami. Uveljavili so se:

- 1. Popis zdravstvenega stanja gozdov, ki ga izvaja lokalna gozdarska služba. Popis omogoča snemanje velikih gozdnih površin v kratkem času, pomanjkljivost pa je subjektivna, neponovljiva ocena neznane točnosti.*
- 2. Vzorčno snemanje zdravstvenega stanja s posebnimi, skrbno šolanimi snemalci, ki daje objektivno oceno z znano točnostjo.*
- 3. Fotointerpretacija posnetkov iz zraka (letalsko, satelitsko snemanje), katerih osnovna značilnost je: nezmotljiva dokumentacija stanja gozda v točno določenem trenutku; aerosnemanje in fotointerpretacija sta ločeni delovni fazi.*

Analiza inventurnih metod je pokazala, da pri razvoju lastne inventurne metode zdravstvenega stanja, tuje izkušnje sicer moramo upoštevati, da pa ni mogoče prevzeti nobene metode v celoti.

Če upoštevamo nekatera izhodiščna načela, kot so:

- upoštevanje tujih izkušenj pri tem pa ne ponavljati tujih napak,*
 - rezultati inventure morajo biti primerljivi s tujimi,*
 - inventura je skupen projekt operative in znanstveno-raziskovalnih ustanov, ki mora dati objektivno in zanesljivo oceno ogroženosti slovenskih gozdov na čim bolj smotrni način,*
 - inventura je trajna naloga,*
 - interpretacijski ravni sta gozdno gospodarsko območje in republika,*
- je mogoče osnovne prvine slovenskega inventurnega koncepta opredeliti nekako takole:*

V vsej Sloveniji sistematično, na osnovi Gauss-Krügerjeve 4-km koordinatne mreže izberemo ca. 700 stalnih kontrolnih sestojev (vsaj 50 po gozdnogospodarskem območju), v katerih snemalci iz operative (1–2 po območju) vzorčno (ca. 8 sekundarnih vzorcev; 2-stopenjsko vzorčenje) ocenijo zdravstveno stanje. Del teh sestojev (mreža: 8 x 8 km)

kontrolno ocenijo snemalci z inšituta, ki istočasno snemajo še nekatere dodatne bioindikatorske znake. Kontrolno snemanje omogoča odpravo morebitnih subjektivnih napak posameznih popisovalcev iz operative v 1. fazi snemanja z metodo regresijskega adjustiranja ocen (večfazno vzorčenje; double sampling). Na izbranih območjih (najbolj ogroženi gozdovi, gozdovi s poudarjeno okoljetvorno ali varovalno funkcijo) vzorčno, terestrično snemanje dopolnimo z aerosnemanji v infrardeči barvni tehniki v merilu 1 : 6 000 do 1 : 10 000. Ta snemanja so ploskovna, cilj iz vrednotenja je izdelava karte poškovanosti gozdnih sestojev in nadzor sanacijskih ukrepov.

Že v bližnji prihodnosti bi bilo mogoče prenesti težišče inventure s terestričnih snemanj na aerosnemanja in na uporabo dvofazne foto-terestrične metode.

7. ZUSAMMENFASSUNG

ELEMENTE RATIONELLER GROSSRAUMINVENTUR DES WALDSTERBENS

Das Waldsterben breitet sich in Europa immer stärker aus und seine ersten Anzeichen tauchen auch in Slowenien auf. Dies gilt zweifelsohne für die Weisstanne; in einigen Gegenden von Koroška, Gorenjska und Notranjska lichten sich aber auch schon die Fichtenkronen auf. Mit Ausnahmen einiger lokaler Waldschadenschätzungen, haben wir zur Zeit keine zuverlässige Schätzungen über die Dimension dieses Phänomens in Slowenien.

Für eine realistische Abschätzung des Waldsterbenphänomens ist eine zuverlässige Kenntnis des Ausmasses, Grades, räumlicher Verteilung und insbesondere der Entwicklungstendenzen von Schäden jedoch von massgebender Bedeutung und der erste Schritt in einer Reihe von Massnahmen zur wirkungsvollen Lösung dieses Problem.

Die Waldschadenserfassungsmethode muss so etworfen werden, dass die Daten objektiv vergleichbar und die Schätzung mit vorangegebener Genauigkeit auf rationelle und wirtschaftliche Art können erhoben werden. Dies ist nicht sehr leicht zu erfüllen, da einige Merkmale, die bei Vorratsinventuren nicht vorhanden sind, berücksichtigt werden müssen:

- 1. Das Schadenbild ändert sich im Laufe der Zeit rasch; langfristige Schadenentwicklung wird von saisonalen, zyklischen Entwicklungen überdeckt.*
- 2. Das unspezifische Schadenbild erlaubt nicht eindeutig und direkt den Schaden als Waldsterben zu identifizieren.*
- 3. Der Gesundheitszustand ist ein physiologisches Merkmal, das nicht direkt quantifizierbar ist und nur mitterbar auf Grund qualitativer Ersatzmerkmale, geschätzt werden kann. Die Schätzung wird durch die Tatsache erschwert, dass wir sowohl den Normalzustand wie die Grenze zwischen normalem und pathologischem Zustand nicht kennen.*

Aus erwähnten Gründen sind die Schätzverfahren in einelnen Ländern recht unterschiedlich und werden stets weiter entwickelt.

Die grossräumigen Waldschadeninventuren werden terrestrisch, mit Fernerkundungsverfahren und kombiniert foto-terrestrisch durchgeführt. Die bekanntesten Verfahren sind:

1. *Waldschadenumfrage bei lokalem Forstdienst. Die Umfrage kann rasch auf grosser Fläche durchgeführt werden; die Schätzungen sind jedoch sehr subjektiv, unreproduzierbar und unbekannter Genauigkeit.*
2. *Die Stichprobenerhebungen mit speziell geschulten Sonderequipen geben objektive Gesundheitsschätzungen bekannter Genauigkeit, sind aber teuer und auf eine relativ kleine Teilfläche begrenzt.*
3. *Die Fernerkundung aus Flugzeug und Satelliten gibt Aufnahmen, die den Waldzustand zu bestimmtem Zeitpunkt zweifelsfrei dokumentieren; Flugaufnahmen und die Fotointerpretation sind zwei zeitlich getrennte Arbeitsphasen.*

Die Analysen der Waldsterbenerhebungsmethoden zeigte, dass wir bei der Durchführung einer slowenischen Inventur fremde Erfahrungen berücksichtigen, jedoch keine fremde Inventurmethode voll übernehmen können. Dabei sind folgende Punkte von Bedeutung:

- Berücksichtigung fremder Erfahrung ohne zugleich auch fremde Fehler zu wiederholen.*
- Vergleichbarkeit der Resultate mit ausländischen Schätzungen.*
- Durchführbarkeit der Inventur in Zusammenarbeit der Forschungsanstalt mit der Forstpraxis.*
- Die Inventur muss möglichst rationell durchgeführt werden und eine objektive wie zuverlässige Einschätzung der Gefährdung slowenischer Wälder ermöglichen.*
- Die Waldschadeninventur ist permanente Aufgabe.*
- Befundeinheiten sind das Land (die Republik) und die Forstwirtschaftsregionen.*

Das Inventurkonzept hat folgende Grundzüge (Bilder 1, 2, 3): Systematische Auswahl von ca. 700 permanenten Kontrollbeständen (50 pro Forstwirtschaftsregion) auf Grund von 4 x 4 km Gauss-Krüger Koordinatensystem und Erhebung von Waldsterbemerkmale auf Stichprobenbasis (cca. 8 Stichproben mit insgesamt cca. 50 Bäumen; zweistufige Erhebungsmethode) durch örtliche Forstleute (1–2 beauftragte Forstleute in jeder Forstwirtschaftsregion). Zur Kontrolle erster Erhebungsphase und Vervollständigung der Erhebungsmerkmale durch Bioindikatoren, wird ein Teil der Bestände nochmals durch Spezialequipen aufgenommen (Stichprobennetz: 8 x 8 km, 5 permanente Stichproben pro Bestand). Diese Doppelmessung (double sampling) erlaubt einen eventuellen systematischen Fehler einzelner Aufnahmeequipen in der ersten Phase mit der Adjustierung durch die Regressionsmethode zu eliminieren. In ausgewählten Waldregionen werden die terrestrischen Stichprobenschätzung durch die flächendeckenden Flugaufnahmen mit Infrarotfarbfilm im Massstab 1:6000–1:10000 ergänzt und eine Waldschädenkarte erstellt. Weitere Aufgabe der Flugaufnahmen ist die flächendeckende Zustanddokumentation zum Zwecke der Ueberwachung von Waldschadenentwicklung und Wirkung von Sanierungsmassnahmen. Für die nahe Zukunft wird eine Schwerpunktüberlagerung von terrestrischen Erhebungen auf Flugaufnahmen und die Verwendung von zweistufigen Flugbild-terrestrischen Erhebungsmethoden erwogen.

8. SLOVSTVO

1. *BUCHER, J. B.; KAUFMANN, E.: LANDOLT, W., 1984: Waldschäden in der Schweiz (1. del): Schweiz. Zeitschrift f. Forstw. 135, 4, 271–487.*
2. *HOČEVAR, M.: 1984: Ugotavljanje in spremljanje poškodb gozdnih sestojev, Študijski dnevi, Portorož.*
3. *HUSS, J., 1984: Luftbildmessung und Fernerkundung in der Forstwirtschaft; H. Wichmann, Karlsruhe, 406 s.*
4. *KADRO, A., 1984: Investigation of Spectral Signatures of Differently damaged Trees and Forest Stands Using Airborne Multispectral Data, ESA SP-215 Vol. 1, IGRASS 1984, Remonte Sensing from Research Towards Oper. Use, Strassbourg 27–30 Aug. 1984.*
5. *KALAFADŽIČ, Z., 1984: Ugotavljanje in spremljanje poškodovanosti gozdnih sestojev z metodami fotointerpretacije. Seminar: Daljinsko pridobivanje podatkov o stanju in razvoju gozdnih sestojev in gozdnega prostora; zbirka referatov, VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana.*
6. *KENNEL, E.; ZWIRGLMAIER, G., 1985: Waldschadeninventur Bayern 1984, Forst. Forschungsber., München.*
7. *KENNEWEG, H., 1980: Luftbildinterpretation und Bestimmung von Belastung und Schäden in vitalitätsgeminderten Wald- und Baumbeständen, Schriften Forst. Fak. Univ. Göttingen und Niedersächs. Forst. Versuchsanst., zvezek 62, 224 s.*
8. *KOCK, B.; AMMER, U., 1984: Untersuchungen zur Beurteilung der Vitalität von Fichten anhand multispektraler Scannerbilder; Forstw. Cbl., 103, 213–231.*
9. *MAHRER, F.; BASSEL, P.; STIERLIN, H. P., 1984: Erste Ergebnisse zum Waldsterben aus der Schweizerischen Landesforstinventur (LFI), Schweiz. Zeitschrift f. Forstw., 135, 4:289–306.*
10. *POLANSCHÜTZ, J., 1985: Zur Frage Nadelverluste und Kronenverlichtung bei Fichte; Allg. Forstztg., 96, 5:110–114.*
11. *SCHEITEL, M., 1985: Waldschadenerhebungen in europäischen Nachbarländern; Allg. Forstzt. 40, 18:426.*
12. *SCHMID, P. in dr., 1984: Sanasilva Waldschadeninventur, Instruktionen für die Arbeiten im Wald, Eidg. Anst. f. d. forst. Versuchswesen, Birmensdorf, Švica.*
13. *SCHMID-HAAS, P., 1985: Der Gesundheitszustand des Schweizerwaldes 1984, Schweiz. Zeitschrift f. Forstwesen, 1985, 136, 4:251–273.*
14. *SCHÖPFER, W., 1985: Zur Genauigkeit terrestrischer Waldschadeninventuren; Holz- u. Forstwirt, 40, 8:221–224.*
15. *SCHÖPFER, W.; HRADEZKY, J., 1983: Zielsetzung, Methoden und Probleme der terrestrischen Waldschadeninventur Baden-Württemberg 1983; Mitt. der Forst. Ver- und Forsch. anst. Baden-Württ., zvezek 107.*
16. *SCHÖPFER, W.; HRADEZKY, J., 1984: Waldschadeninventur Baden-Württemberg 1983 mit Infrarot-Farbluftbildern; Mitt. Forst. Ver. und Forsch. anst. Baden Würt, zvezek 111; 146 s.*
17. *SCHRÖTER, H.; ALDINGER, E., 1985: Beurteilung des Gesundheitszustandes von Fichte und Tanne nach der Benandlungsdichte, Allg. Forstzt., 40, 18:438–442.*
18. *ŠOLAR, M., 1979: Gozdarska imisijska problematika v SR Sloveniji, Zbornik X. srečanja IUFRO S.2.09, Ljubljana 1979, 41–72.*

