

Republika Slovenija
MINISTRSTVO ZA ZNANOST IN TEHNOLOGIJO
1000 Ljubljana, Slovenska c. 50
Telefon: (061) 13 11 107
Telefaks: (061) 13 24 140

LN = 2069

ID = 332198

ZAKLJUČNO POROČILO

O REZULTATIH OPRAVLJENEGA ZNANSTVENO-RAZISKOVALNEGA DELA
NA PODROČJU APLIKATIVNEGA RAZISKOVANJA

Naslov projekta: **MNOGONAMENSKA RABA IN OKOLJU PRILAGOJENO DOGRAJEVANJE OMREŽJA GOZDNIH PROMETNIC**

Naročnik: Ministrstvo za znanost in tehnologijo
Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

Obseg- trajanje: 1995 - 1999

Številka pogodbe: V4-6598-94

Izvajalec: Oddelek za gozdarstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani (BFG)
Gozdarski inštitut Slovenije (GIS)

Odgovorni nosilec: Doc. dr. Boštjan Košir, dipl.inž.gozd, (BFG)

Odgovorni nosilec na GIS: Asist. mag. Robert Robek, dipl.inž.gozd., GIS

Sodelavci: Asist. mag. Mirko Medved, dipl.inž.gozd., GIS
Doc. dr. Hojka Kraigher, dipl.inž.bio., dipl.inž.gozd., GIS
Dr. Primož Simončič, dipl.inž.les., GIS
Mag. Polona Kalan, dipl.inž.kem., GIS
Borut Bitenc, dipl.inž.gozd., GIS
Dr. Igor Potočnik, dipl.inž.gozd, (BFG)
Dr. Tom Levanič, dipl.inž.gozd, Oddelek za lesarstvo BF.
Prof. dr. Franc Lobnik, Odd. za agronomijo, BF, Ljubljana
Doc dr. Dietmar Matthies, LMU, Freising, Nemčija
Prof. dr. Iwan Wästerlund, SLU, Umea, Švedska

Avtor poročila: Asist. mag. Robert Robek, dipl.inž.gozd., GIS

Ljubljana, 29. avgust 1997

UNIVERZA V LJUBLJANI
GOZDARSKA KNJIŽNICA

K E
442

383



21997001399

COBISS 0



UDK: 630*91

GDK 383

MNOGONAMENSKA RABA IN OKOLJU PRILAGOJENO DOGRAJEVANJE OMREŽJA GOZDNIH PROMETNIC

Ključni deskriptorji: gozd, gozdarstvo, transport lesa, odpiranja gozdnega prostora, gozdne prometnice, presoja vplivov na okolje, vzdrževanje prometnic

Namen in cilji projekta

Proučevanje zakonitosti rabe in obremenjenosti gozdnih cest, ter oblikovanje strokovnih podlag za izgradnjo sistema gospodarjenja z gozdnimi cestami. Celostno proučevanje vplivov vseh faz transporta lesa in gradnje gozdnih prometnic v gozdnem prostoru na posamezne sestavine gozdnih ekosistemov in na večnamensko vlogo gozda. Oblikovanje strokovnih temeljev za razvoj sistema načrtovanja gozdnih prometnic na podlagi prilagojenih postopkov presoj vplivov na okolje. S projektom smo želeli doseči naslednje cilje:

1. Proučiti zakonitosti motenj gradnje gozdnih prometnic in transporta lesa na posamezne sestavine naravnega okolja in njihov vpliv na funkcije gozdov.
2. Spoznati značilnosti rabe gozdnih cest v različnih naravnih in družbenih razmerah.
3. Na podlagi znanstveno utemeljene kategorizacije gozdnih cest izdelati strokovne temelje za režim rabe gozdnih cest, standarde vzdrževanja in celovit informacijski sistem o gozdnih cestah.
4. Razviti postopke za integralno vrednotenje in usmerjanje posegov pri gradnji in rabi gozdnih prometnic ter jih uveljaviti v gozdarstvu in relevantnih službah.

Poročilo o realizaciji predloženega programa dela

1 OPIS OPRAVLJENEGA DELA:

Sklop 1: Mreža modelnih odsekov za spremljanje stanja in vplivov gozdnih cest na okolje.

Izdelana je bila metoda za hkratno in objektivno ocenjevanje vrste in obsega poškodb drevja, mladja in gozdnih tal na delovišču po končanem procesu pridobivanja lesa. Metodo smo preizkusili ter z njo obdelali 17 delovišč v vzhodni Sloveniji. Dodatno smo izbrali še 8 modelnih odsekov gozdnih cest različnih kategorij, kar je skupno predstavljalo osnovo za izbor 83 modelnih profilov, na katerih bomo spremljali spremembe vozišč skozi čas. Izbrana delovišča in modelni odseki predstavljajo temeljni vir podatkov za vse ostale sklope.

Na podlagi razvite metode za hkratno in objektivno ocenjevanje vrste in obsega poškodb drevja, mladja in gozdnih tal na delovišču po končanem procesu pridobivanja lesa smo v letu 1996 analizirali 6 delovišč v dinarski regiji in 6 delovišč v alpski regiji. Hkrati smo posneli še 42 prečnih profilov vlak, 24 novih profilov cest in 38 ponovitev meritev prečnih profilov na cestah. V letu 1997 smo podatke za modelne odseke vnesli na magnetni medij in na tak način začeli graditi banko podatkov o stanju in dogodkih na modelnih odsekih. Prav tako smo za izbrane profile že izvedli ponovitve meritev, nadaljevanje dela in morebitna širitev sklopa je odvisna od nadaljevanja projekta oziroma vsaj nadaljevanja ideje modelnih odsekov.

Sklop 2: Zmanjševanje negativnih vplivov transportnih procesov pri rabi gozdnega prostora.

Na podlagi študijskega bivanja na gozdarskih fakultetah na Švedskem (Garpenberg) in v Nemčiji (Freising) ter aktivnega sodelovanja pri njihovih raziskavah strukturnih sprememb gozdnih tal pri transportu lesa, smo opredelili raziskovalne prioritete, relevantne znake naših raziskav, ter osvojili metode njihovega merjenja. Zasnovali in izdelali smo napravo za nadzorovano zbijanje tal v laboratoriju ter jo uporabili za izvedbo lončnega poskusa, pri katerem spremljamo odziv korenin 140 smrekovih sadik na spremenjene rastiščne pogoje. Razvili smo metodo za kvantitativno ocenjevanje količine kratkih in mikoriziranih korenin

semenk in sadik gozdnega drevja. V ta namen smo se povezali z oddelkom za gozdno biologijo in ekologijo (prof. Batič, dr. Kraigher) in usposobili del steklenjaka na GIS. Izvedli smo tri nadzorovane poskuse traktorskega zbijanja tal v naravi, odvzeli 387 vzorcev tal v neporušenem stanju ter jim določili zračno - vodne lastnosti.

Opređeljene in mednarodno verificirane usmeritve pri proučevanju negativnih vplivov gozdarskih tehnologij na gozd so bile izhodišče za izvajanje aktivnosti na tem področju, težišče dela pa je v letu 1996 predstavljalo pridobivanje podatkov in njihova analiza. V začetku leta smo skupaj z Gozdnim gospodarstvom Kočevje izbrali raziskovalno ploskev Mozelj, na kateri smo skozi celo leto spremljali električno upornost različno poškodovanih bukovih dreves. Na istem objektu smo izkopalni 84 vzorcev tal v neporušenem stanju in jih detajlno obdelali v pedološkem laboratoriju gozdarske fakultete v München-u. Podobne meritve, vendar v nekoliko zmanjšanem obsegu talnih raziskav smo izvedli tudi na delovišču ODD 58-Pokljuka. Izvedli smo dva termina izkopavanja triletnih smrekovih sadik iz ločnega poskusa in začeli z merjenji njihovih koreninskih sistemov. Pri tem smo testirali in kritično analizirali manualno in digitalno tehniko. Na Švedski univerzi za agronomske znanosti smo proučevali možnosti uporabe Root length scanner-ja za izmero dolžin koreninskih sistemov, vendar bo potrebno merilno tehniko še izpopolniti. Razvili smo postopke za obdelavo podatkov fizikalnih lastnosti tal ter zbrali in proučili literaturo s področja dendroekologije, ki jo bomo na analiziranih drevesih (el. upornost) uporabili za ugotavljanje negativnih učinkov pridobivanja lesa na rast in vitalnost gozdnega drevja. Obdelali in predstavili smo tiste rezultate analize podatkov propadanja gozdov, ki so povezani s pridobivanjem lesa.

Izredno pomembno področje delovanja predstavlja v letu 1997 področje dendroekologije, ki smo ga realizirali s sodelovanjem z dr. Tomom Levaničem (BF odd. za lesarstvo). Merjenje ravnosti in vitalnosti poškodovanih dreves predstavlja ključno področje v nizu kavzalnih analiz negativnih posledic pridobivanja lesa. V letu 1997 smo izvedli odvzem 124 parov izvrtkov bukve in smreke (do stržena) za dendroekološke raziskave, ter vzorčno analizirali koreninske sisteme 48 sadikam iz ločnega poskusa.. Podatke zbrane za ta sklop odlikuje velika pestrost in medsebojna povezanost, zato smo oblikovali sistem med seboj povezanih podatkovnih zbirk. V septembru bomo oddali prijavo doktorske disertacije (mag. Robek) v proceduralni postopek na Univerzi v Ljubljani, katere zaključek načrtujemo v letu 1998.

Sklop 3: Objektivizacija meril za vzdrževanje omrežja gozdnih prometnic.

Objektivna ocena stanja omrežja trajnih prometnic je osnovni pripomoček za določanje vrste, obsega in prioritete vzdrževalnih in sankcijskih del v revirju. Oblikovanja in poenotenja teh meril smo se lotili na dva načina. Proučili smo postopke vizualno senzitivnega ocenjevanja stanja vozišč javnih prometnic in ga prilagodili gozdarskim potrebam. Na izbranih modelnih odsekih ga bomo v letu 1996 preizkusili na vzorcu revirnih gozdarjev. Na istih odsekih smo letos postavili modelne profile, kjer precizno spremljamo stanje cestnega telesa skozi čas. Za ta namen smo razvili in izdelali dve napravi za snemanje prečnega profila vozišča z absolutno ponovljivostjo +/- 5 mm. Bistvo naprave je laserska vodna tehtnica, ki jo je možno montažno nameščati na izbrano drevo ob prometnici ali pa imeti pritrjeno na vozilu. Za učinkovitejši vnos podatkov na terenu je bil izdelan računalniški program na Psionu. V letu 1996 smo v sodelovanju z Zavodom za gozdove Slovenije odsek za gozdne prometnice in tehnologijo v Slovenj gradcu izvedli terenske meritve deformacij vozišč na izbranih modelnih odsekih na Koroškem in Štajerskem s pomočjo najete opreme defleksometra (ACTIM d.o.o.). Izdelana in predstavljena je bila računalska podpora za avtomatsko obdelavo in izris profilov. Preliminarni rezultati kažejo na solidno natančnost metode in veliko vrednost morebitne mreže modelnih odsekov gozdnih cest, do katere lahko pridemo s kombiniranjem že omenjene metode in periodičnim ocenjevanjem stanja vozišč modelnih odsekov na terenu. V letu 1997 smo pripravili snemalne liste za ocenjevanje stanja vozišč. Skupaj z Zavodom za gozdove Slovenije, oddelek za gozdne prometnice in tehnologijo smo snemalni list testirali in korigirali glede na možnosti praktične uporabe. Dinamika dela na tem sklopu znatno prehiteva načrtovano, ker se v operativi kaže izrazita potreba po čimprejšnjem poenotenju meril in omenjeni sklop naj bi bil strokovna podlaga za tako poenotenje.

Sklop 4: Odkrivanje in sanacija kritičnih odsekov gozdnih prometnic.

Odseki prometnic z nestabilnimi brežinami, izrazitimi erozijskimi pojavi in zmanjšano prometno varnostjo v gozdnem prostoru niso redki in predstavljajo tehnični, ekološki ter ekonomski problem. V letu 1995 smo začeli z aktivnostmi za določanje obsega tega pojava. Navezali smo stike z ustanovami, ki vodijo evidence o nestabilnih pojavih v okolju, proučili njihovo metodo zbiranja podatkov in se dogovorili za skupno obdelavo testnega območja (Škofja Loka) v naslednjem letu. Na testnem območju zbrani podatki bodo osnova za študij

primera sanacije takega objekta. Izbrali smo testni predel (GGE Škofja Loka) in se dogovorili za izvedbo modelne sanacije. Temeljni problem pri tem predstavljajo finančna sredstva za izvedbo modelne sanacije, zato poskušamo za problem zainteresirati Zavod za gozdove, ustreznega ministrstva (MOP, MKGP) in predstavnike lokalne skupnosti. V januarju 1997 je načrtovani testni predel prizadel snegolom in žledolom, zato smo morali začeti z iskanjem novega objekta. Uspelo nam je k sodelovanju pritegniti občino Kranjska gora, tako da bomo v oktobru 1997 izvedli sanacijo 50 dolžinskih metrov gozdne ceste nad Dovjim. Projekt je v teku in za 6 mesecev pred načrtovano dinamiko.

Sklop 5: Razvoj prilagojenih postopkov PVO pri načrtovanju gozdnih prometnic.

Delo na tem sklopu je bilo začeto še pred začetkom projekta, vendar pa je zastalo, ker se gradbena dela na testnem objektu (cesta v Rižce, GGE Notranji Bohinj) niso odvijala po planu. Kljub vsemu smo v letu 1995 dokončali terenska snemanja stanja prometnice po končanem preboju trase in izdelave spodnjega ustroja ter opravili del obdelav podatkov. Prav tako še ne razpolagamo z novo zakonodajo na področju graditve objektov, ki bo določila formalne okvire za načrtovanje gradnje gozdnih prometnic, zato smo morali izvedbo strokovnega posveta na temo bodočega načrtovanja odpiranja gozdov prestaviti na leto 1996.

Omenjeni sklop je v letu 1996 predstavljal enega od težišč naših aktivnosti. Zaključili smo z analizo vplivov gradnje ceste v Rižce ter o njej pisno poročali. S sodelovanjem na posvetovanju Večnamenski gozd in urejanje gozdnega prostora smo delno izpolnili tudi načrtovano aktivnost: seminar PVO. S predstavljenimi strokovni poročili smo predvsem želeli poenotiti poglede na problematiko bodočega odpiranja gozdov in spodbuditi resorno ministrstvo k inicializaciji sistematičnega dela na pripravi novih smernic za načrtovanje, gradnjo, vzdrževanje in rabo gozdnih prometnic. Presoje vplivov na okolje v gozdarstvu dobivajo nove dimenzije in ena izmed njih je tudi LCA (Life cycle assessment), s katero poskušamo izbirati ali oblikovati proizvodne procese v gozdarstvu tako, da povzročajo čim manjše izčrpanje naravnih virov in/ali emisije v naravno okolje. V ta namen smo se tekom študijskega obiska na Švedskem udeležili seminarja o LCA, kjer smo pridobili najnovejšo literaturo in se spoznali s postopki za izvedbo LCA v gozdarstvu. Za leto 1997 smo načrtovali spremljavo gradnje gozdne ceste Jezero-Planinca (Podpeč pri Ljubljani), vendar do realizacije projekta ni prišlo (lokalni interesi preprečili začetek gradbenih del).

Sklop 6: Mnogonamenska raba gozdnih cest kot kriterij za njihovo kategorizacijo.

V pristopu k reševanju problematike je bila prisotna dilema med obdelavo podrobnosti in širšega okvira (globala). S podrobno obdelavo konkretnih manjših primerov bi dobili zelo popolno sliko rab in prometne obremenitve, ki pa bi veljala le za konkretne primere. Po drugi strani pa bi s preveliko oddaljenostjo od podrobnosti pridobili na preglednosti, precej pa izgubili na natančnosti. Za raziskavo pa sta pomembna oba pogleda. Žal ni bilo na voljo uporabnih izkušenj. Zato je bila raziskava zastavljena v dveh smereh kot kombinacija podrobnega ugotavljanja rabe in prometne obremenitve gozdnih cest ter širšega okvirnega ugotavljanja rabe gozdnih cest. Pri slednjem smo se odločili za posebno obliko ankete, ki je zajela približno 15 % gozdnih revirjev v Sloveniji oz. 2173 km gozdnih cest v Sloveniji; pri podrobnem ugotavljanju rabe in prometne obremenitve gozdnih cest pa za študij dveh primerov. Za oba pristopa je bila izdelana posebna metoda zajemanja podatkov. V letu 1996 smo nadaljevali delo iz leta 1995, ko smo opredelili metodo raziskovanja mnogonamenske rabe gozdnih cest in opravili terenska snemanja. Z analizo prevoznosti gozdnih cest smo relativizirali ugotovitve prejšnje analize in upoštevali lokalne značilnosti, ki odločilno vplivajo na pomembnost določene rabe. V letu 1997 smo proučevali vplive naravnih dejavnikov in procesov (zaraščanja svetlega profila gozdne ceste) in posledice za potrebno vzdrževanje gozdnih cest ter uporabnost poznavanja naravnih procesov pri napovedovanju potrebnih ukrepov pri vzdrževanju gozdnih cest.

Sklop 7: Razvoj tehnoloških postopkov pri gradnji in vzdrževanju gozdnih prometnic.

Pri spremljanju poteka okolju prilagojene gradnje gozdne ceste v Rižce, smo izvedli 19-dnevni študij časa delovnih operacij gradbene ekipe (miner, bagerist, voznik kamiona). Proučevana tehnologija (kombinirano delo bagerja, vrtalne lafete, miniranja in vzdolžnega transporta s kamionom pri preboju trase ter planiranje planuma z buldožerjem) je zlasti primerna za težke in ekološko občutljive terene. Del podatkov smo obdelali in objavili. Prav tako smo spremljali novosti na področju gozdne mehanizacije in o tem poročali strokovni javnosti. Na področju spremljanja razvoja tehnologij povezanih z gozdno tehniko, smo se v letu 1996 udeležili strokovnega sejma v Celovcu, dopolnili prospektoteko in pridobili nove informacije. Več pozornosti smo posvetili strokovnim podlagam in tehnologiji načrtovanja odpiranja gozdov, o čemer smo poročali v petem sklopu. V letu 1997 smo se udeležili demonstracije dela procesorja za pridobivanje lesa (Ravnik-Logatec). Analiza stanja mehanizacije na področju gradnje in vzdrževanja gozdnih prometnic bo izvedena ob nadaljevanju projekta.

2 UGOTOVITVE

Transportni procesi obremenjujejo gozdni prostor s številnimi motnjami, ki se med seboj ločijo tako po obsegu in intenziteti, kot tudi po persistenci. Njihovo proučevanje zahteva uporabo široke palete metod in znanj mehanike, fizike tal in fiziologije rastlin, predvsem pa sistematičen pristop in trajen nadzor. Z idejo modelnih odsekov je mogoče vzorčno pokriti vso naravno in družbeno pestrost okolij pri nas ter tako zagotoviti sistematično obravnavo, z ponavljanjem meritev pa izgradnjo banke podatkov o rabi in obrabi prometnic v Sloveniji. Na analiziranih vzorčnih deloviščih vzhodne Slovenije smo ugotovili, da prihaja do pobegov traktorja zunaj omrežja načrtovanih prometnic, kjerkoli terenske in/ali tehnološke razmere to omogočajo. Načrtovanje terciarnih prometnic je le okvirno ali pa ga sploh ni. Razvita metoda pasov je dala zadovoljive rezultate, vendar pa zahteva velike delovne vložke, zato smo jo že začeli poenostavljati za potencialno operativno rabo.

Za dokazovanje posledic strukturnih sprememb tal na razvoj semenk smo uspešno uporabili tehniko kvantitativne analize koreninskega sistema. S proučevanjem rasti in vitalnosti odraslih dreves z metodami dendrometrije, dendrokronologije in električne prevodnosti kambija, s katerimi smo poskušali razvrstiti talne motnje na tiste z ekonomskimi implikacijami, s potencialno nevarnostjo za ekološko stabilnost gozda ter na skupino kratkotrajnih estetskih motenj. Preliminarni rezultati zbitosti tal in posledic mehanskega poškodovanja drevja na kakovost lesa nakazujejo, da je dokazovanje zbitosti z enim samim parametrom nezanesljivo, njihovo posploševanje na drugačne naravne in tehnološke okvire pa neodgovorno početje. Poškodbe drevja in tal so v našem okolju prepoznaven problem. Za objektivno sodbo o stopnji in obsegu, predvsem pa o resnosti poškodb za stabilnost gozdnih ekosistemov, je potrebno z začetimi aktivnostmi nadaljevati, saj se kaže, da ni mogoče negativnih vplivov posploševati. Negativne posledice dela v gozdu ostajajo spremljevalke sedanjih in pričakovanih tehnologij dela, njihovo zmanjševanje pa bo trajna naloga raziskovalcev, organizatorjev dela, izvajalca, in inšpekcijske službe.

Spremljanje stanja prometnic s pomočjo laserskega profilomera je strokovno izvirna metoda, vendar pa je v praksi težko zagotoviti pravočasno snemanje ničelnega stanja. Za dvakrat posnete profile se je izkazalo, da poteka vzdrževanje gozdnih cest po zelo različnih kriterijih in z različno kakovostjo, kar je razlog več za nadaljevanje dela na objektivizaciji ustreznih

meril. Nekatere kazalce je mogoče objektivno določati (defleksije vozišč) in omejiti, druge je mogoče samo ocenjevati (stanje prevoznosti in ohranjenost cestne substance). Pri razvoj postopkov za poenotenje ocenjevanja slednjih je nujno upoštevati kadrovske in finančne omejitve javne gozdarske službe.

Področje odpiranja gozdov in rabe prometnic vstopa na nova področja, postaja odprtejša za nove metode in narekuje intenzivno mednarodno povezovanje. Ekološki vidiki dobivajo nove dimenzije v PVO (presojah vplivov na okolje) in LCA (Life cycle assessment). Domača strokovna javnost se znova bolj organizirano ukvarja s tem področjem, zato postavlja tudi konkretnjša vprašanja znanosti, kar dviga nivo in težo razvojnih aplikacij. Izvedena študija primera pri gradnji gozdne ceste je pokazala, da bo nujno potrebno pri presojah vplivov gradenj gozdnih prometnic upoštevati gozdarsko specifiko, če naj ima postopek sploh smisel. S sprejetjem zakona o graditvi objektov in pravilnika o gozdnogospodarskem načrtovanju s dani pogoji (1997), da se pristopi k novelaciji Smernic za projektiranje gozdnih cest, ki tudi v bodoče ostajajo poseg v prostor. Zanje bo potrebno pridobiti okoljevarstveno soglasje. Uveljavljenim postopkom presoje vplivov na okolje bo potrebno dati ustrezne usmeritve za specifiko gozdnih cest in grajenih traktorskih vlak, kjer gre v največji meri za problem kumuliranja negativnih vplivov v danem prostoru.

Gozdne ceste po dolžinah predstavljajo pomemben del (46%) celotnega prometnega omrežja Slovenije. V slovenskem ruralnem prostoru opravljajo številne vloge, skrb za njih pa je v (pre)veliki meri prepuščena gozdarstvu. Namenjene so predvsem gospodarjenju z gozdom, uporabljajo pa jih tudi negozdarski uporabniki. Analizirali smo 15 najpomembnejših rab gozdnih cest, katere so tudi posledica mnogonamenskosti gozdov. Gozdarska raba gozdnih cest je najpomembneša izmed vseh analiziranih rab in predstavlja 40% skupne rabe gozdnih cest. Sledita ji lovska raba gozdnih cest (17%) in raba odpiranja kmetij (13%). Na glavnih izvoznih cestah in njihovih prvih odcepih je 2/3 skupne rabe gozdnih cest. Prometno najmanj obremenjeni so tretji in četrti odcepi gozdnih cest. Z analizo prevoznosti gozdnih cest smo relativizirali ugotovitve prejšnje analize in upoštevali lokalne značilnosti, ki odločilno vplivajo na pomembnost določene rabe. Večina rab gozdnih cest izkorišča 50 do 70% njihove razpoložljive prevoznosti. Na osnovi izkoriščene prevoznosti gozdnih cest smo rabe gozdnih cest združili v tri kategorije:

- izrazita javna raba, visoka izkoriščenost prevoznosti, v upravljanje jih prevzamejo lokalne skupnosti,
- pomembna javna raba, variabilna izkoriščenost prevoznosti gozdnih cest
- izrazita raba za gospodarjenje z gozdom (vključno z gospodarjenjem s prostoživečimi živalmi), kateri so podrejene vse ostale rabe gozdnih cest. Kategorija je zaradi obsežnosti razdeljena na dve podkategoriji: glavne in stranske gozdne ceste, okvirna razmejitev med njima pa je prometna obremenitev 12 vozil na gozdarsko izkoriščen dan.

Tehnološki razvoj na področju gradnje in vzdrževanja gozdnih prometnic se nadaljuje vendar zapušča strokovne kroge v gozdarstvu, saj večino teh aktivnosti izvedejo potom javnih natečajev, pri čemer pa ni jasnih meril niti za oceni kakovosti dela, kaj šele za tehnično in/ali strokovno usposobljenost izvajalcev.

3 OCENA SKLADNOSTI OPRAVLJENEGA DELA S PROGRAMOM PROJEKTA IN NAČRTOVANO ČASOVNO DINAMIKO

Izvajanje prvega leta projekta je potekalo v znamenju naslednjih splošnih pogojev: razkorak med prijavljenim in odobrenim trajanjem projekta, interdisciplinarnostjo problematike ter intenzivnim med-projektним in mednarodnim sodelovanjem. Da bi v največji možni meri ohranili vsebinsko celovitost projekta v časovno zmanjšanem obsegu, smo izbor nekaterih raziskovalnih objektov in terenska dela opravili v sodelovanju s projektom Usklajevanje pridobivanja lesa z drugimi funkcijami gozda, katerega vsebina našo problematiko dopolnjuje.

V letih 1996 in 1997 so bili vloženi veliki napor, da bi odvijanje projekta uskladili z načrtovano in prijavljeno dinamiko. Znatno smo povečali intenzivnost dela na posameznih sklopih. To nam je uspelo, seveda ob predpostavki, da trenutno podpisana triletna pogodba ne predstavlja zaključka projekta, pač pa prvo fazo projekta. Še več, na posameznih sklopih, pri katerih so se pokazale izrazite potrebe po rezultatih, smo z začetkom del pričeli celo prej in temu ustrezno tudi poročamo. Na drugi strani pa je očitno (glej gantogram), da realizacija petletne vsebine v treh letih preprosto ni mogoča (temporalne analize). Prav tako nas pesti skromna tehnična in kadrovska opremljenost za izvajanje nalog. Prvo rešujemo z gostovanji po tujih laboratorijih, slednjo pa z vključevanjem diplomantov gozdarstva v raziskovalni proces. Vse aktivnosti, ki zahtevajo večje materialne vložke (raziskava sanacij brežin) bo očitno potrebno opraviti v sodelovanju z Zavodom za gozdove Slovenije in morebitnimi investitorji (občine). Dodatna finančna sredstva za strokovna potovanja smo leta 1995 in 1996 letos pridobivali predvsem s prijavi na ustrezne razpise (MZT, Zavod za odprto družbo, COST Brussels).

Izvajanje načrtovanih aktivnosti na omenjenem projektu v letu 1997 obremenjuje negotovost nadaljevanja dela na projektu. Pogoji za izvajanje inventivnega in učinkovitega raziskovalnega dela na omenjenem projektu tudi v preteklosti niso bili enostavni. Dosedanji rezultati, zavzetost projektne skupine in že dogovorjene aktivnosti pa mnenju vodij projekta na obeh ustanovah jasno nakazujejo, da bi bilo s projektom vredno nadaljevati bodisi po načrtovani dinamiki iz leta 1994 ali po prilagojeni dinamiki, glede na že dosežene rezultate in odobreno financiranje vnaprej.

4 SEZNAM OBJAV IN PRENOS ZNANJA

4.1 Objavljeni članki v znanstvenih revijah

- MATTHIES, D., 1997. Latest developments in soil physical analysis: The dynamic computer tomography and Radon gas diffusion.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 54, 24 s.(sprejeto v tisk).
- POTOČNIK, I., 1996. Izkoriščenost prevoznosti gozdnih cest kot kazalec njihove potrebne kvalitete. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 51, Ljubljana, s. 29-44.
- POTOČNIK, I., 1996. Prometna obremenitev gozdnih cest - primer Kamniške Bistrice.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 48, Ljubljana, s. 193-218.
- ROBEK, R. / MATTHIES, D., 1996. Soil and tree disturbances due to forest operations - an unresolved, interdisciplinary issue.- Phytion (Horn, Austria), 36, 3, s 181-186.
- ROBEK, R., 1996. Preverjanje kakovosti vzdrževanja gozdnih cest z analizo prečnih profilov - možnosti in omejitve.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 51, Ljubljana, s.101-111.
- ROBEK, R., / MEDVED, M. 1997. Poškodbe drevja zaradi izvajanja gozdarskih del po podatkih popisov propadanja gozdov Sloveniji.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 52, s 119-136.
- ROBEK, R., 1997. Poti do okolju prijazne gozdne tehnike v Sloveniji.- Znanje za gozd. Zbornik ob 50. obletnici obstoja in delovanja Gozdarskega inštituta Slovenije, Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, s 367-374.

4.2 Objavljeni članki v strokovnih revijah

- ROBEK, R. / BITENC, B. 1995. Bauma 1995. GozdV, 53, 7, s. 46.
- ROBEK, R., 1997. Presoja vplivov na okolje pri načrtovanju gozdnih prometnic. GozdV, 54, 7-8, s. 465-472.

4.3 Izdane monografije in druga gradiva za recenzijo

- BRADAČ, B., 1997. Vpliv starosti gozdne ceste na njene prečne profile - primer GGE Soteska.- Diplomaska naloga, BF Ljubljana, 41 s.
- GRILC, F. 1995. Časovna analiza poteka gradnje gozdne ceste v Rižce (GGE Notranji Bohinj).- Diplomaska naloga. Ljubljana, BF, Odd. za gozdarstvo, 24 s.
- KLEINDIENST, A., 1996. Ocenjevanje vplivov na okolje pri gradnji godne ceste v Rižce (GGE Notranji Bohinj).- Diplomaska naloga, BF - odd. za gozdarstvo, Ljubljana, 34 s.
- KLOBUČAR, D. 1995. Raba gozdnih cest v predelu Brezova reber.- Diplomaska naloga. Ljubljana, BF, Odd. za gozdarstvo, 44 s.
- POTOČNIK, I., 1996. Mnogonamenska raba gozdnih cest kot kriterij za njihovo kategorizacijo.- Doktorska disertacija, Ljubljana, ULBF-odd. za gozdarstvo, 241 s.

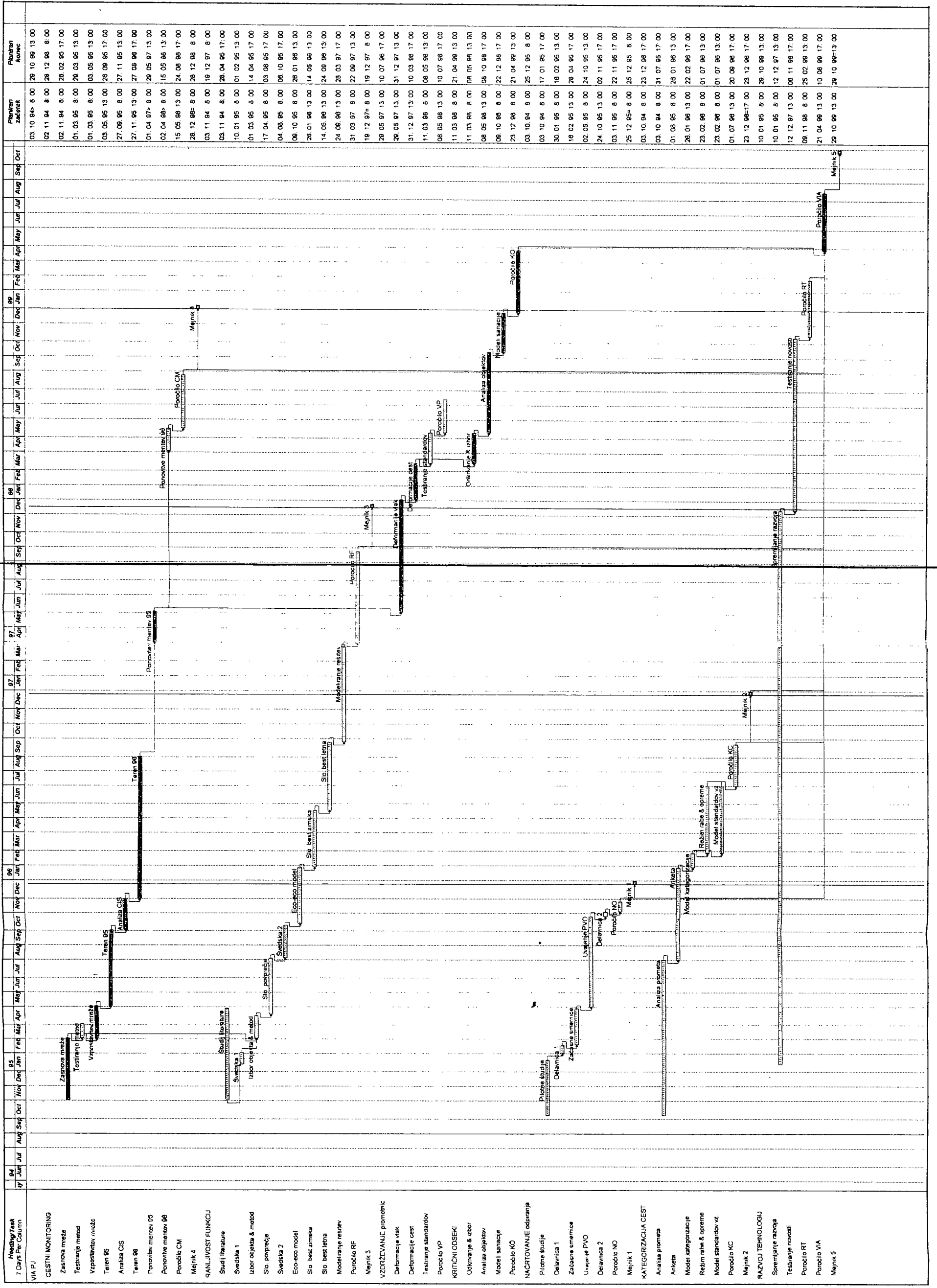
4.4 Objavljeni prispevki z znanstvenih konferenc in sestankov, gostovanja v tujini

- ROBEK, R. / MATTHIES, D. 1995. Soil and tree disturbances due to forest operations - an unresolved, interdisciplinary issue. Proceedings of the BIOFOSP, Ljubljana, 22.-31. August, pp.299-304.
- BOHINC, B., / KRAIGHER, H., / ROBEK, R., 1996. Quantification of the root system under the stress. Live sciences 1996, Proceedings of the 3rd International Conference (Eds. Ida Eržen, Zdenka Pajer), Gozd Martuljek, Slovenia, Sept. 21 - 26 1996, Society of Stereology and Quantitative Image Analysis, Ljubljana, s. 37-38.
- POTOČNIK, I., 1996. Mnogonamenska raba gozdnih cest - relativna pomembnost posameznih rab.- Zbornik posvetovanja »Izzivi gozdne tehnike«, Ljubljana, s. 95-103.
- POTOČNIK, I., 1996. Mnogonamenska raba gozdnih cest in njihova kategorizacija.- V: 3. slovenski kongres o cestah in prometu, Bled, s. 265-270.
- POTOČNIK, I., 1997, Gozdne ceste v Sloveniji in upravljanje z njimi.- V: Zbornik Upravljanje prometa, Maribor, s. 169-174.
- POTOČNIK, I., 1997. Filling-in the Clearance of a Forest Road Cross-section. International Scientific Conference Forest - Wood - Environment '97, Zvolen, Slovakia,
- ROBEK, R., / MEDVED, M., 1996. Motnje gozdnih ekosistemov zaradi izvajanja gozdarskih del. Povzetki referatov na delavnici Monitoring gozdnih ekosistemov - propadanje gozdov v obdobju 1985-1995, Ljubljana, 11. april 1996, GIS, Ljubljana, s.10-11.
- ROBEK, R., 1996. Presoje vplivov gozdnih prometnic na okolje - potreba ali luksus.- V: zbornik referatov 3. slovenskega kongresa o cestah in prometu, Bled, 13.-15. november 1996, Družba za raziskave v cestni in prometni stroki, Ljubljana, s. 378-383.
- ROBEK, R. / MATTHIES, D., 1997. Soil and tree disturbances due to forest operations - an unresolved, interdisciplinary issue. V: proceedings of voluntary papers on XI. World forestry congress Antalya, 13.-22. October 1997, Turkey, 5 pp.
- WASTERLUND, I., 1996. Envirogentle forestry operations - possible or a must- Zbornik mednarodnega posvetovanja 'Izzivi gozdne tehnike', 8.maj 1996, GIS in BF-odd. za gozdarstvo in Sveučilište u Zagrebu-šumarski fakultet, Ljubljana, s.9-14.

4.5 Ostalo (ekspertize, neobjavljeni referati, nastopi, posterji, ...)

- BOHINC, B., / KRAIGHER, H., / ROBEK, R., 1996. Quantification of the root system under the stress. Poster for Live sciences 1996 - 3rd International Conference, Gozd Martuljek, Slovenia, Sept. 21. - 26. 1996.
- HORN, P., 1997. Isotope geochemistry in the biosphere with emphasis on plants.- Predavanje na Gozdarskem inštitutu Slovenije, 6. maja 1997, 30 minut.
- MATTHIES, D., 1997. Latest developments in soil physical analysis: The dynamic computer tomography and Radon gas diffusion.- Predavanje na Gozdarskem inštitutu Slovenije, 6. maja 1997, 30 minut.
- KRČ, J. / ROBEK, R. 1995. Program za terenski vnos podatkov na magnetni medij pri merjenju prečnih profilov cest.- GIS, Ljubljana
- POTOČNIK, I., 1996. The Multiple Use of the Forest Roads and their Categorization. FAO/ECE/ILO in IUFRO Seminar on Environmentally Sound Forest Roads, Sinaia, Romunija, s. 1-9.
- POTOČNIK, I., 1997. Izkoriščenost prevoznosti gozdnih cest kot kazalec njihove potrebne kvalitete.- Študijski dnevi Kakovost v gozdarstvu, Postojna.

- POTOČNIK, I., 1997. Filling-in the Clearence of a Forest Road Cross-section. International Scientific Conference Forest - Wood - Environment '97, Zvolen, Slovakia.
- ROBEK, R. 1995. Soil and tree disturbances due to forest operations - an unresolved, interdisciplinary issue.- Referat na mednarodnem Kolokviju o bioindikacijskih metodah "BIOFOSP", Ljubljana, 28. August 1995. 15 min.
- ROBEK, R. 1995. Merjenje in ocenjevanje negativnih vplivov gozdnih prometnic na gozd. Referat na predstavitvi dejavnosti gozdne tehnike in ekonomike, GIS, 4.5.1995.
- ROBEK, R. 1996. Environmental effects of the tractor off-road logging in mountainous forests.- Presentation of the dissertation structure and methods. Swedish Landbruks Universität, 2. December 1996, Umeå, Sweden, 30 min.
- ROBEK, R., 1997. Preverjanje kakovosti vzdrževanja gozdnih cest z analizo prečnih profilov - možnosti in omejitve. Referat na gozdarskih študijskih dnevih, Postojna 23.-24. januar 1997, 15 min.
- ROBEK, R. 1997. Soil and tree disturbances due to forest operations - an unresolved, interdisciplinary issue. Predstavitev referata na XI. Svetovnem gozdarskem kongresu, 16. oktober 1997, Turkey, 5 pp.
- WASTERLUND, I., 1996. Envirogentle forestry operations - possible or a must.- Predavanje gostujočega profesorja, Gozdarski inštitut Slovenije, 8. maj 1996, 45 minut.



SEZNAM OBJAV IN PRENOS ZNANJA

Objavljeni članki v znanstvenih revijah

1. POTOČNIK, I., 1996. Izkoriščenost prevoznosti gozdnih cest kot kazalec njihove potrebne kvalitete. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 51, Ljubljana, s. 29-44.
2. POTOČNIK, I., 1996. Prometna obremenitev gozdnih cest - primer Kamniške Bistrice.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 48, Ljubljana, s. 193-218.
3. ROBEK, R. / MATTHIES, D., 1996. Soil and tree disturbances due to forest operations - an unresolved, interdisciplinary issue.- *Phyton* (Horn, Austria), 36, 3, s 181-186.
4. ROBEK, R., 1996. Preverjanje kakovosti vzdrževanja gozdnih cest z analizo prečnih profilov - možnosti in omejitve.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 51, Ljubljana, s.101-111.
5. ROBEK, R., / MEDVED, M. 1997. Poškodbe drevja zaradi izvajanja gozdarskih del po podatkih popisov propadanja gozdov Sloveniji.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 52, s 119-136.
6. ROBEK, R., 1997. Poti do okolju prijazne gozdne tehnike v Sloveniji.- Znanje za gozd. Zbornik ob 50. obletnici obstoja in delovanja Gozdarskega inštituta Slovenije, Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, s 367-374.
7. MATTHIES, D., 1997. Latest developments in soil physical analysis: The dynamic computer tomography and Radon gas diffusion.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 54, 24 s.(sprejeto v tisk).

UDK 630* 1/9 + 674 (06) (497.12) = 863
GDK 1 / 9 (06) (497.12) = 863

ISSN = 0351-3114

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
Oddelek za gozdarstvo & Oddelek za lesarstvo
Gozdarski inštitut Slovenije

ZBORNIK
gozdarstva in lesarstva
51

Tematska številka
KAKOVOST V GOZDARSTVU
2

Ljubljana 1996

GDK: 383:686.3

IZKORIŠČENOST PREVOZNOSTI GOZDNIH CEST KOT KAZALEC NJIHOVE POTREBNE KAKOVOSTI

Igor POTOČNIK

Izvleček

Prispevek obravnava prevoznost in izkoriščenost prevoznosti gozdnih cest v odvisnosti od intenzivnosti rab gozdnih cest. Trajanje in pomembnost rab sta v tesni povezavi, ki slabi z manjšo intenzivnostjo rab in oddaljevanjem od priključka na javno prometnico. Zato se morajo gozdne ceste razlikovati po kvaliteti vlaganj, ki se kažejo v trajanju normalne prevoznosti, vzdrževanju, tehničnih elementih, signalizaciji in opremi ter omejitvah režima rabe gozdnih cest.

Ključne besede: gozdna cesta, transport, prevoznost gozdnih cest, kakovost

UTILISATION LEVEL OF TRANSPORT CAPACITY OF FOREST ROADS AS AN INDICATOR OF THEIR REQUIRED QUALITY

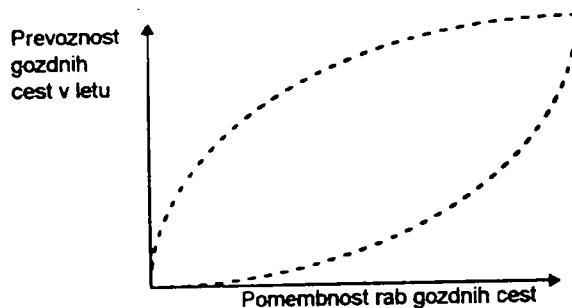
Abstract

The paper concerns transport capacity of forest roads and their utilisation level in relation to intensive use of forest roads. The duration and importance of use are strongly correlated. This correlation weakens with lower intensity of use and greater distance from a junction with a public communication. Therefore, forest roads should differ in the quality of investments, which is reflected in the duration of normal transport capacity, maintenance, technical elements, road signs and road equipment, and limitations to the regime of the use of forest roads.

Key words: forest road, transport, capacity of forest roads, quality

1 UVOD

Gozdne ceste so pomemben del gozda in prav njihova kvaliteta (v najširšem smislu) v marsičem vpliva na kvaliteto gospodarjenja z njim. V večjem delu Slovenije so gozdne ceste zaradi naravnih razmer in ob primernem vzdrževanju normalno prevozne le (večji) del leta. V preostalem času je treba zagotavljati njihovo normalno prevoznost z zimskim vzdrževanjem, če so za to razlogi. Na potrebo po celoletni prevoznosti določenih gozdnih cest vplivajo njihove rabe. V prispevku bomo analizirali prevoznost in izkoriščenost prevoznosti gozdnih cest kot kazalec njihove potrebne kakovosti. Prevoznost gozdnih cest v letu nam kaže pomembnost gozdne ceste in predvsem pomembnost rab gozdnih cest. Če so rabe pomembnejše in jih je več, tem bolj se prevoznost gozdnih cest v letu približuje celoletni rabi in obratno. Z raziskavo smo želeli ugotoviti, katere rabe so bolj in katere manj intenzivne v svoji rabi. Količnik izkoriščenosti prevoznosti gozdnih cest nam pove, koliko časa je dejanska prevoznost gozdnih cest v funkciji zadovoljevanja posameznih rab gozdnih cest glede na razpoložljivo prevoznost. Iz tega lahko sklepamo na potrebno kvaliteto stanja, opreme in prevoznosti gozdnih cest.



Grafikon 1: Načelna odvisnost prevoznosti gozdnih cest od pomembnosti rab gozdnih cest

V raziskavi smo analizirali 15 najpomembnejših in najpogostejših rab gozdnih cest v Sloveniji, ki so bile osnova za širšo analizo (POTOČNIK 1996). Od tod izhajajo tako metoda dela kot tudi osnovni podatki.

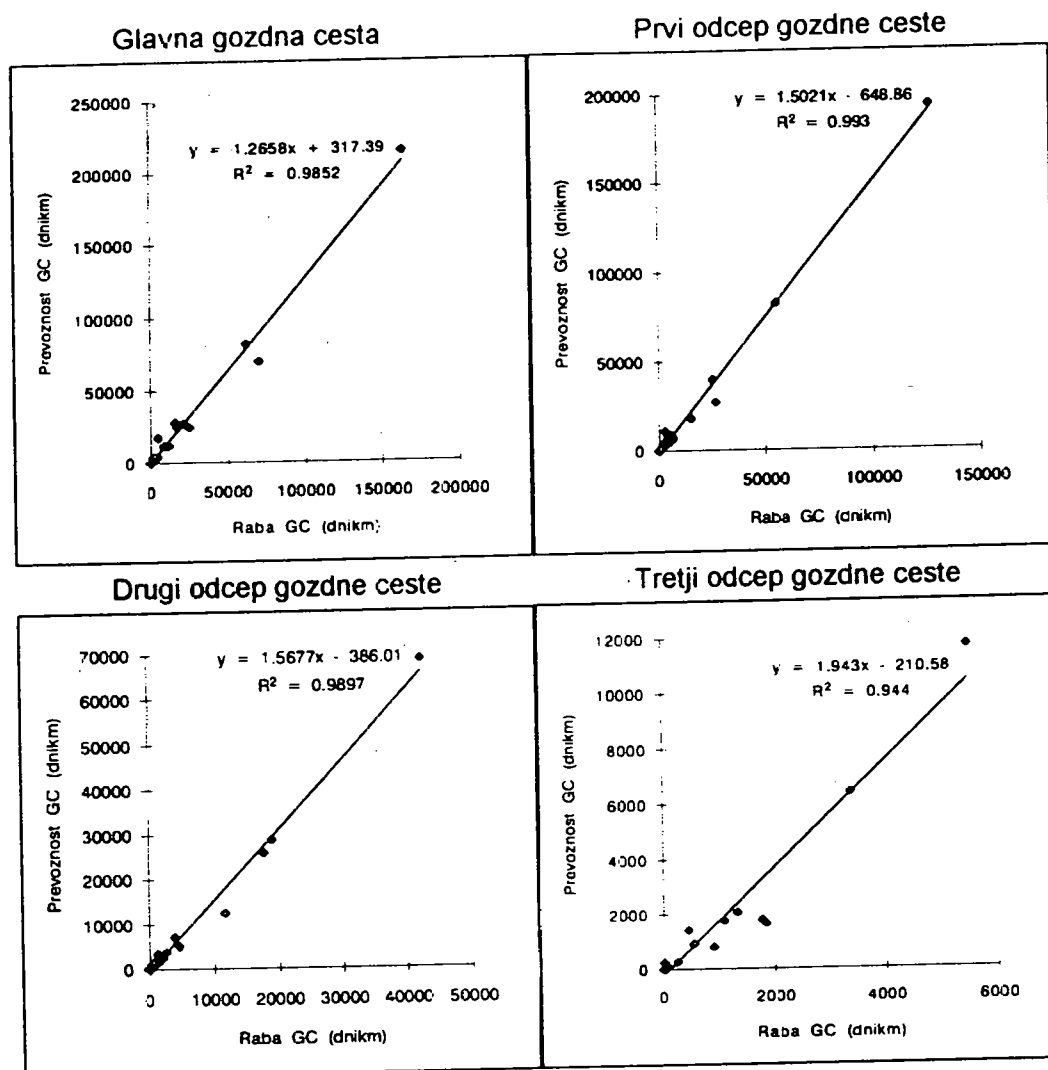
2 REZULTATI

2.1 Odvisnost prevoznosti gozdnih cest od njihove rabe

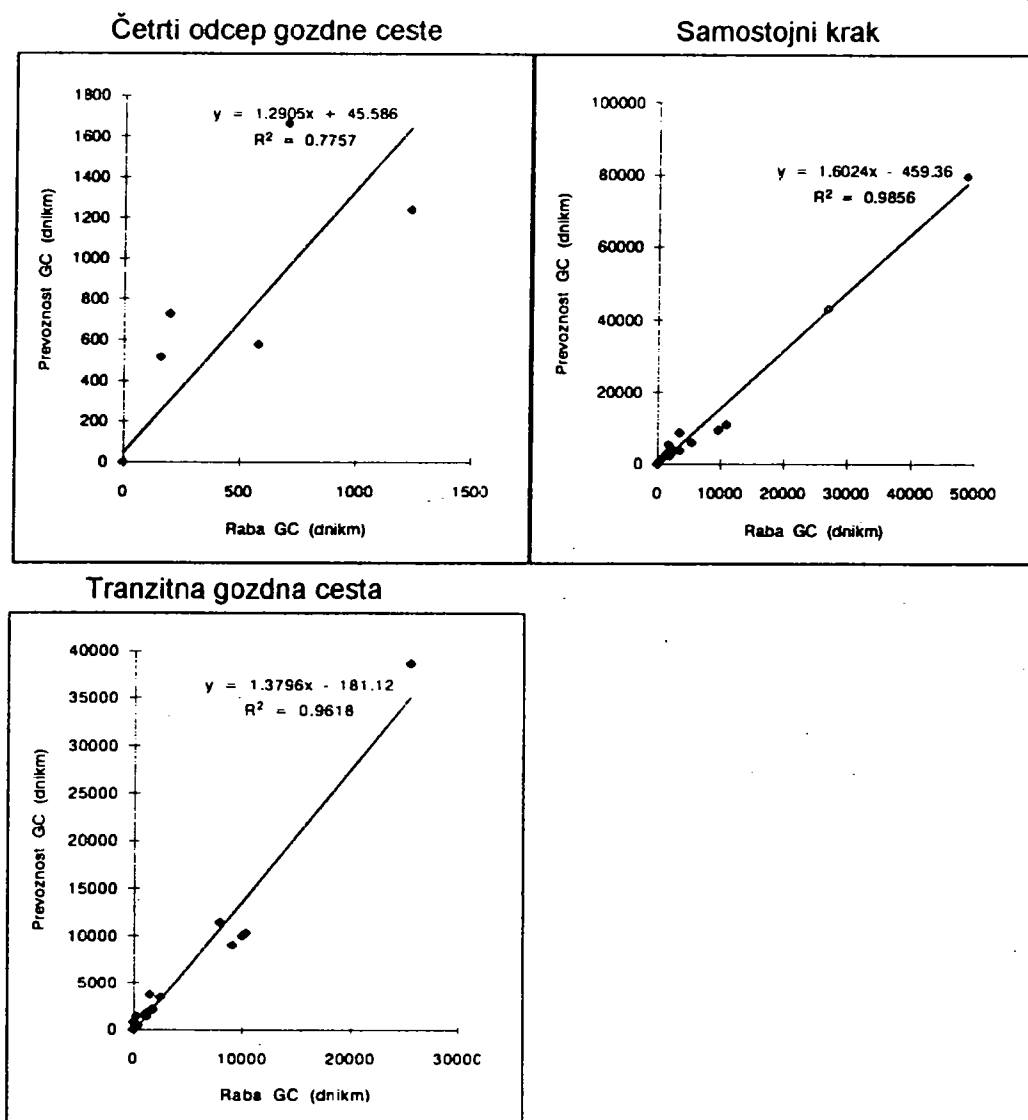
Upoštevali smo vse najpomembnejše rabe gozdnih cest relativnega ranga pomembnosti 1 in 2. Analizo smo izvedli po posameznih legah gozdnih cest v obliki regresijskih odvisnosti med skupno rabo gozdnih cest (izraženo v dankilometrih - dankm) in ustrezno prevoznostjo gozdnih cest. Rezultati so predstavljeni na grafikonu 2.

Ugotovljene so visoke stopnje odvisnosti med pomembnostjo rab in prevoznostjo gozdnih cest. Vzrok je poleg naravne povezanosti tudi v tem, da smo analizirali le najpomembnejše rabe, ki praviloma v letu tudi najdlje trajajo. Najbolj ohlapno povezavo smo ugotovili pri četrth in tretjih odcepah gozdnih cest. Najbrž ni naključje, ampak posledica dejstva, da se nekatere (čtetudi relativno najpomembnejše) rabe pojavljajo krajši del leta, vsekakor pa manj, kot je nesneženi del leta. Z oddaljevanjem glavne izvozne ceste pomembnost večine rab pade pod raven, ko bi bilo treba npr. s pluženjem podaljševati naravno prevoznost gozdnih cest.

Za glavne izvozne gozdne ceste, prve in druge odcepe, samostojne krake in tranzitne gozdne ceste velja, da le nekaj odstotkov variabilnosti prevoznosti gozdnih cest ni moč pojasniti z rabo gozdnih cest. Iz tega sklepamo, da se prevoznost gozdnih cest skoraj popolnoma prilagaja dejanskim potrebam rab. To kaže na racionalno zimsko vzdrževanje. Popolnoma nesmotrno bi bilo vzdrževati celoletno prevoznost gozdnih cest tam, kjer rabe gozdnih cest niso intenzivne vse leto.



Grafikon 2: Odvisnost rabe in prevoznosti gozdnih cest

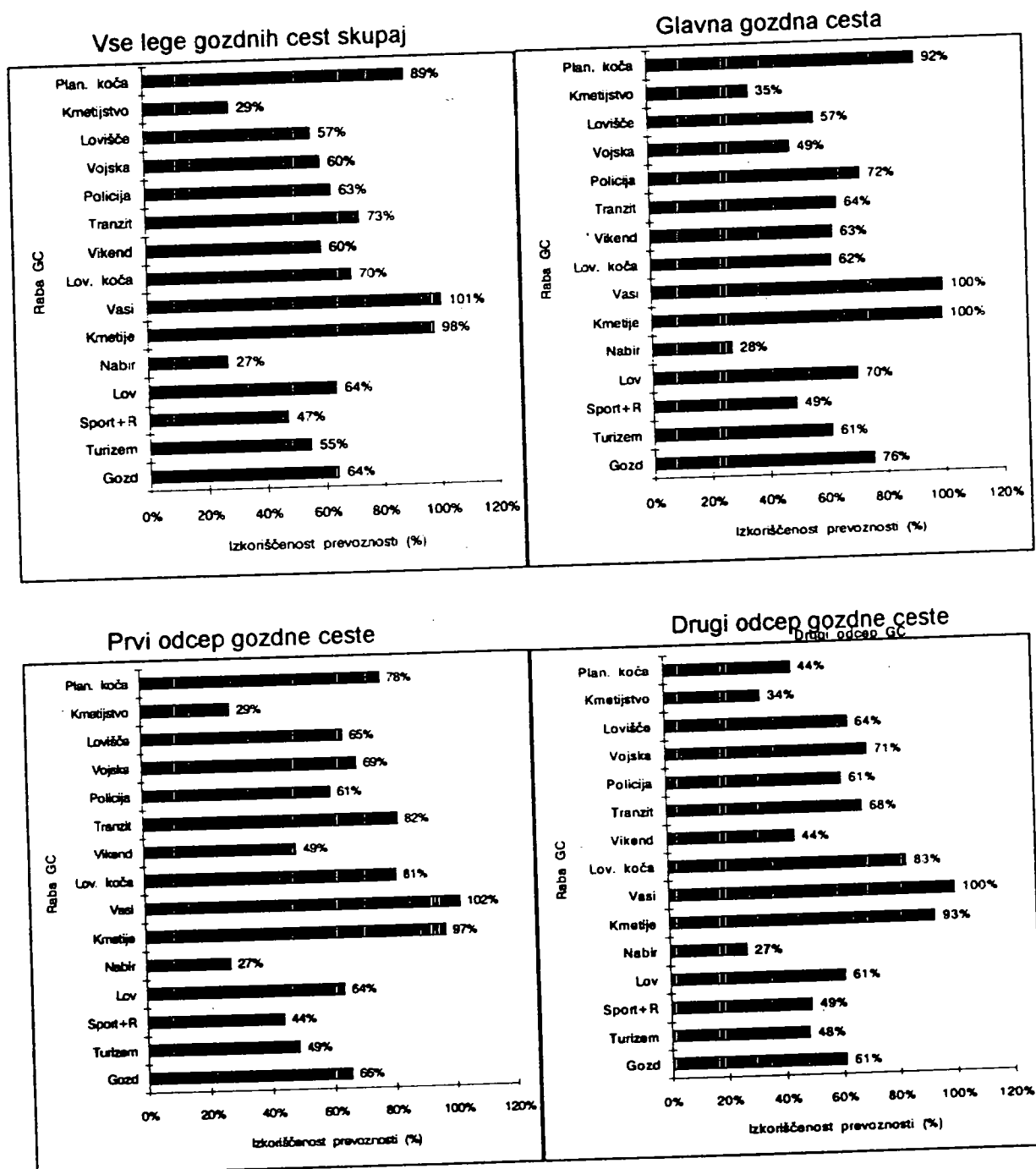


Grafikon 2: Odvisnost rabe in prevoznosti po legah gozdnih cest (nadaljevanje)

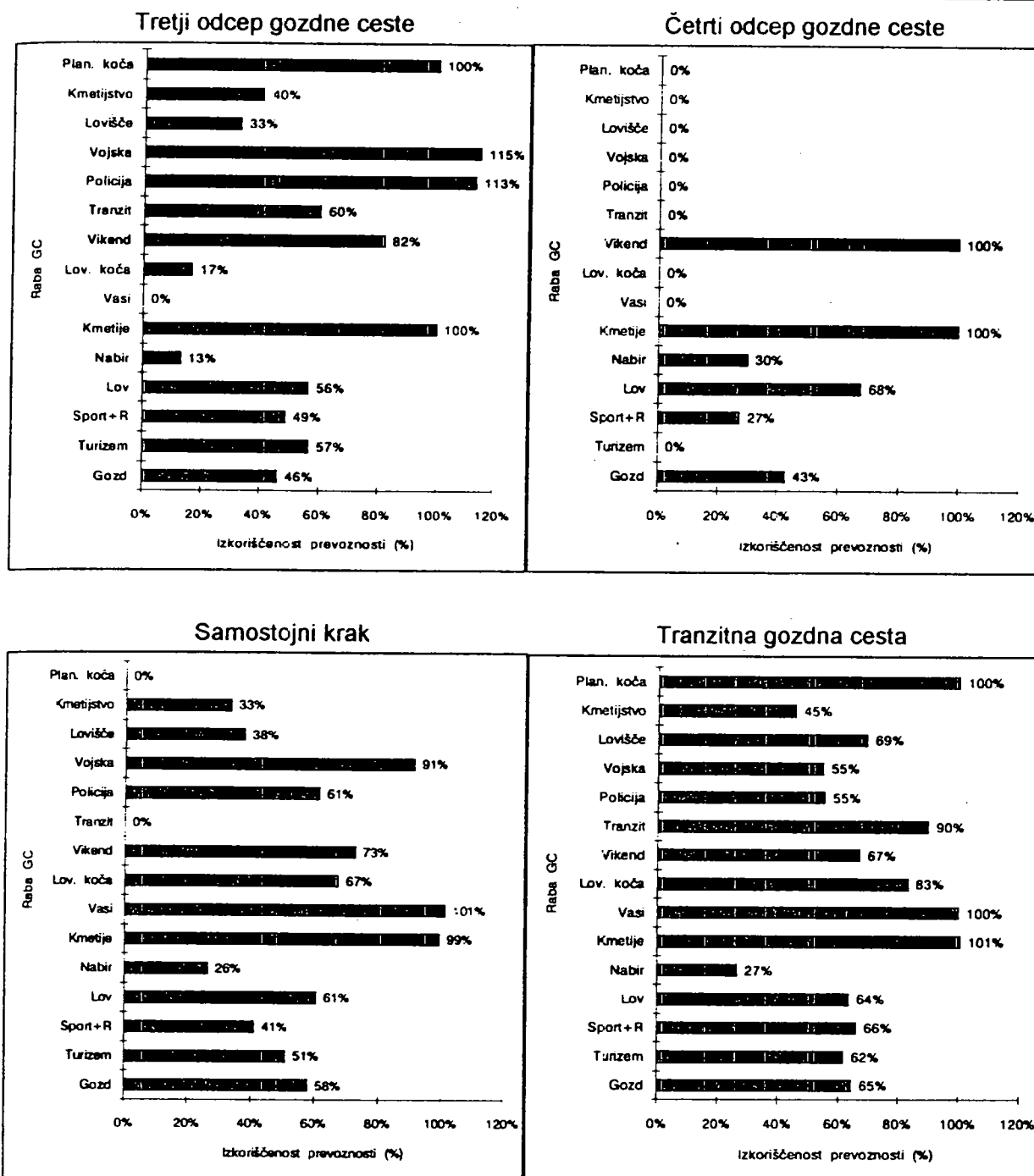
Navedene ugotovitve veljajo za analizirani vzorec gozdnih cest (približno 1/6 vseh gozdnih cest v Sloveniji), v konkretnih lokalnih razmerah pa lahko odstopajo od navedenih ugotovitev, na kar opozorja nekaj odstotkov nepojasnjene variabilnosti prevoznosti gozdnih cest. Manjša je nepojasnjena varianca prevoznosti gozdnih cest z rabo gozdnih cest, bolj verjetno je, da ugotovitve držijo tudi v lokalnih razmerah.

2.2 Izkoriščenost prevoznosti gozdnih cest

Iz zbranih in obdelanih podatkov v raziskavi smo izračunali količnike izkoriščenosti prevoznosti gozdnih cest za vsako analizirano rabo in lego gozdne ceste. Rezultati so predstavljeni na grafikonu 3.



Grafikon 3: Izkoriščenost prevoznosti gozdnih cest



Grafikon 3: Izkoriščenost prevoznosti gozdnih cest (%) - nadaljevanje

Vse gozdne ceste skupaj

To analizo smo naredili, da lahko v širšem okviru primerjamo izkoriščenost prevoznosti gozdnih cest med posameznimi rabami. Kot smo pričakovali, sta v ospredju rabi za odpiranje kmetij in vasi, katerima presenetljivo sledi raba za odpiranje planinskih koč z 89% izkoriščenostjo prevoznosti gozdnih cest. Zaradi

relativno majhnega števila in dolžine gozdnih cest, ki odpirajo planinske koč, so nekatere lokalne posebnosti prišle po računski poti preveč do izraza. V povprečju večina rab izkorišča prevoznost gozdnih cest od 50% do 70%. Najmanjše izkoristke prevoznosti gozdnih cest imata sezonski rabi gozdnih cest za potrebe kmetijstva in nabiralništva. Turistična raba in raba za potrebe športa in rekreacije v povprečju polovično izkoriščata prevoznost gozdnih cest.

Posebej moramo razložiti več kot 100% izkoriščenost prevoznosti, ki se pojavlja še v naslednjih analizah in poudariti, da ne gre za računske napake, ampak za specifičnosti posameznih rab gozdnih cest. Gozdna cesta v določenem času z normalnimi vozili ni prevozna, je pa v drugačni rabi: služi lahko kot pešpot ali je prevozna s posebej opremljenimi terenskimi vozili (policijska in vojaška raba) ali traktorji (rabi za odpiranje kmetij in vasi).

Glavna izvozna cesta

Prevoznost glavnih izvoznih cest v celoti izkoriščata rabi za odpiranje kmetij in vasi. Delno to velja tudi za rabo za odpiranje planinskih koč. S približno 3/4 izkoriščenostjo prevoznosti gozdnih cest sledijo gozdarska, lovska in policijska raba. V skupini, ki izkorišča 2/3 prevoznosti glavnih izvoznih cest, so turistična in tranzitna raba ter rabi za odpiranje vikendov in lovskih koč. Približno v polovici razpoložljive prevoznosti so rabe za potrebe športa in rekreacije, vojske in za odpiranje gojitvenih lovišč. Po pričakovanih sta na dnu izkoriščenosti kmetijska raba in raba za potrebe nabiralništva z 1/3 izkoriščenosti razpoložljive prevoznosti gozdnih cest.

Prvi odcep gozdne ceste

Odpiranje kmetij in vasi sta tisti rabi gozdnih cest, ki popolno izkoriščata prevoznost gozdnih cest. Rabi za potrebe kmetijstva in nabiralništva imata približno 1/4 izkoriščenosti razpoložljive prevoznosti. Za večino rab gozdnih cest je značilno zmanjšanje stopnje izkoriščenosti glede na glavno izvozno cesto, kar je posledica zmanjševanja intenzivnosti rab z oddaljevanjem od priključka na javno prometnico. Na drugi strani pa nekatere rabe bolje izkoriščajo prevoznost prvih odcepov gozdnih cest. Take rabe so npr. raba za odpiranje gojitvenih lovišč, policijska raba, raba za odpiranje vikendov, policijska in tranzitna raba gozdnih cest.

Drugi odcep gozdne ceste

Za drugi odcep gozdnih cest je značilno, da se za večino rab po stopnji izkoriščenosti prevoznosti le malo razlikuje od prvega. Največji padec izkoriščene prevoznosti je pri rabi za odpiranje planinskih koč, kar je bolj posledica omejenega pojavljanja rabe. Tudi na drugih odcepih gozdnih cest rabi za odpiranje kmetij in vasi najpopolneje izkoriščata prevoznost gozdnih cest, pri dnu stopnje izkoriščenosti prevoznosti pa sta obe sezonski rabi - za potrebe kmetijstva in nabiralništva. Tudi raba za odpiranje lovskih koč izkorišča več kot 4/5 razpoložljive prevoznosti gozdnih cest. 2/3 izkoriščenost prevoznosti smo ugotovili pri gozdarski, lovski, tranzitni, policijski in vojaški rabi ter pri rabi za odpiranje gojitvenih lovišč.

Tretji odcep gozdne ceste

Pri tretjih odcepih opazimo razslojevanje rab glede stopnje izkoriščenosti prevoznosti gozdnih cest. Na eni strani so rabe, ki popolnoma izkoriščajo prevoznost (raba za odpiranje kmetij in planinskih koč ter vojaška in policijska raba), na drugi pa rabe, katerih kvocient izkoriščenosti prevoznosti se vztrajno znižuje (npr. gozdarska, lovška, nabiralniška raba). Zelo visok delež izkoriščene prevoznosti smo ugotovili pri vojaški in policijski rabi; vzroke zanju smo že opredelili. Okoli 50% prevoznosti tretjih odcepov gozdnih cest izkoriščajo gozdarska, turistična, športna in rekreativna ter lovška raba gozdnih cest. Nad to mejo je le še tranzitna raba gozdnih cest s 60% izkoristka prevoznosti.

Četrta odcep gozdne ceste

Za četrte odcepe gozdnih cest je značilna odsotnost večine analiziranih rab gozdnih cest. Rabi za odpiranje kmetij in vikendov popolnoma izrabljata razpoložljivo prevoznost gozdnih cest; delno izstopata še lovška in gozdarska raba, ostale rabe bistveno slabše izrabljajo razpoložljivo prevoznost četrth odcepov gozdnih cest.

Samostojni krak

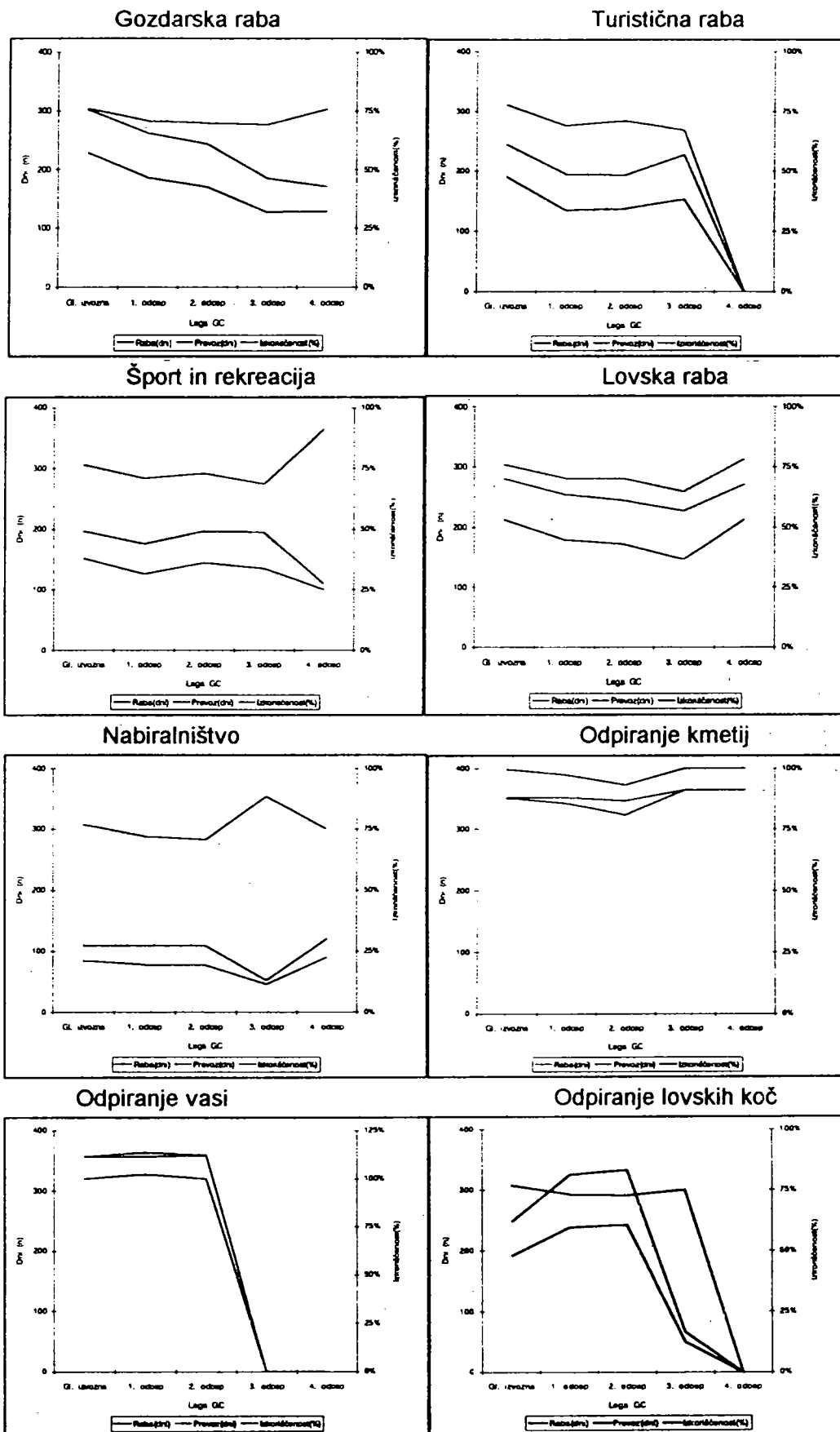
Na samostojnih krakih prevoznost dobro izrabljajo rabe za odpiranje kmetij in vasi ter vojaška raba, najslabše pa kmetijska in nabiralniška raba gozdnih cest. Nad polovico razpoložljive prevoznosti izrabljajo policijska, vikendaška, lovška, turistična in gozdarska raba ter raba za odpiranje lovskih koč. Raba za odpiranje

gojitvenih lovišč je na samostojnih krakih manj intenzivna, kar velja tudi za rabo gozdnih cest za potrebe športa in rekreacije. Transitne rabe v pravem pomenu besede na samostojnih krakih ni, evidentirali pa smo nekaj primerov pešpoti (ki so nadaljevanje samostojnega kraka) in opravljajo neke vrste transitno funkcijo. Takih primerov v obdelavi nismo zajeli, ker smo se omejili le na rabe gozdnih cest in ne vseh gozdnih prometnic.

Transitna gozdna cesta

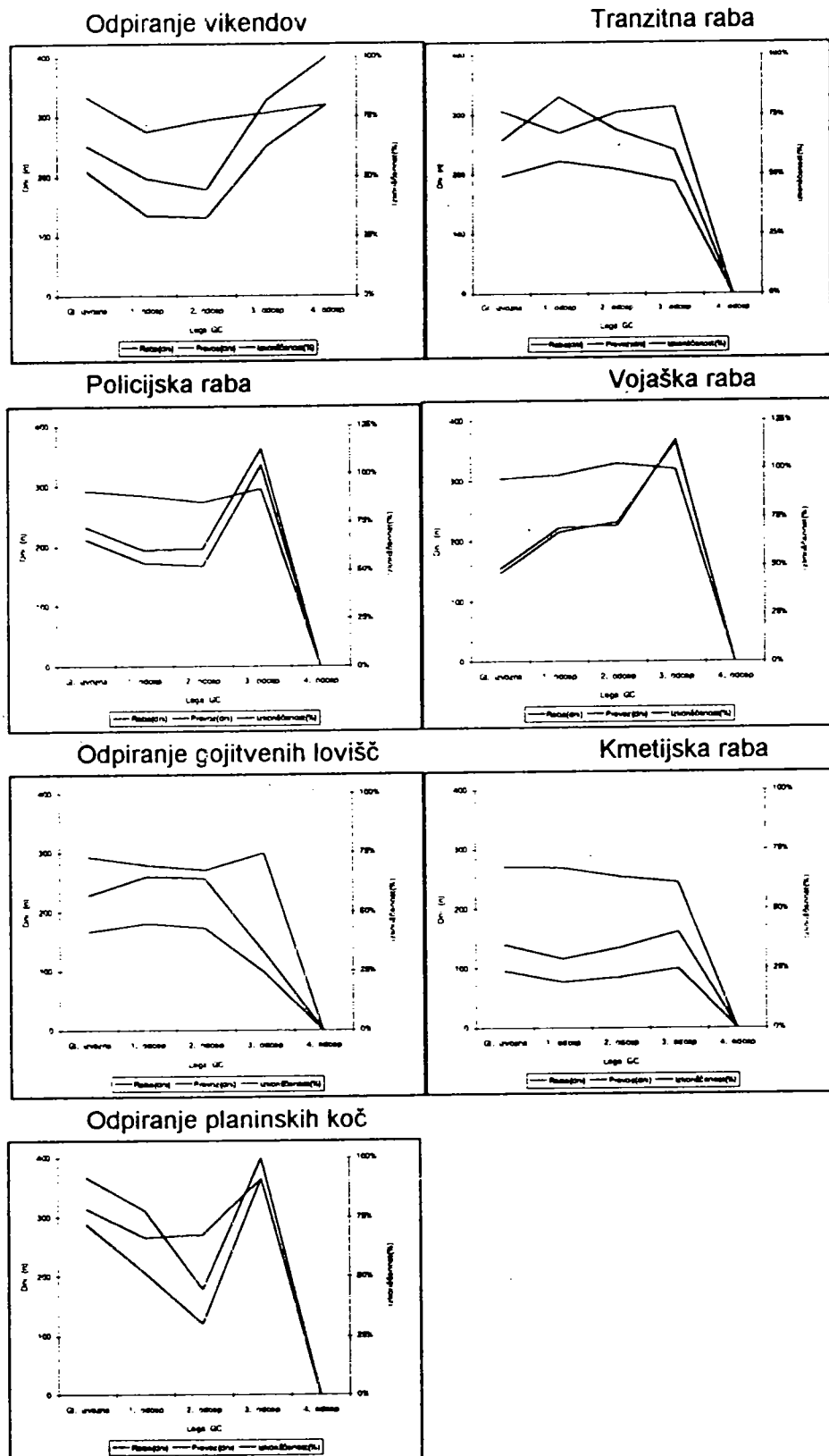
Poleg rab za odpiranje kmetij, vasi in (v omejenem obsegu) planinskih koč na tranzitnih gozdnih cestah tudi transitna raba zelo dobro izrablja razpoložljivo prevoznost. Večina analiziranih rab izrablja prevoznost tranzitnih gozdnih cest med $1/2$ in $2/3$. Navzgor izstopa raba za odpiranje lovskih koč, ki je bolj intenzivna, z izrabo $1/5$ razpoložljive prevoznosti pa je na dnu nabiralniška raba gozdnih cest.

Posebej nas je zanimalo spreminjanje trajanja posameznih rab, prevoznosti in stopnje izkoriščenosti prevoznosti od glavne izvozne ceste do četrtega odcepa gozdne ceste. Rezultati so predstavljeni na grafikonu 4.



Grafikon 4: Trajanje rabe, prevoznosti in stopnja izkoriščenosti prevoznosti gozdnih cest





Grafikon 4: Trajanje rabe, prevoznosti in stopnja izkoriščenosti prevoznosti gozdnih cest (nadaljevanje)

Glavne ugotovitve so predstavljene v preglednici 1.

Preglednica 1: Trajanje, prevoznost in izkoriščenost prevoznosti gozdnih cest

Raba gozdnih cest	Opis značilnosti
Gozdarska raba:	Opazno je enakomerno zmanjševanje trajanja rabe in stopnje izkoriščenosti prevoznosti. Prevoznost vseh odceпов je enakomerna. Raba je povsod prisotna, zakonitosti so posledica velikega števila in dolžin gozdnih cest z gozdarsko rabo.
Turistična raba:	Trajanje rabe po posameznih odcepih je spremenljivo, izraba prevoznosti pa je bolj enakomerna. Spremenljivost trajanja rabe po odcepih gozdnih cest kaže na lokalno zelo različno pomembnost rabe.
Sport in rekreacija:	Športna in rekreativna raba je manj razgibana od turistične rabe z opaznim trendom zmanjševanja trajanja rabe in izrabe prevoznosti. Večja prevoznost četrnih odceпов je očitno zaradi druge, pomembnejše rabe na istih gozdnih cestah.
Lovska raba:	Lovska raba ima enakomeren trend zmanjševanja trajanja rabe in stopnje izkoriščenosti. Skok pri četrtem odcepu je posledica premočnega vpliva lokalnih posebnosti in majhnega števila enot z danimi značilnostmi.
Nabiralništvo:	Za nabiralništvo je značilno zelo enakomerno trajanje rabe in izraba prevoznosti. Pri tretjih odcepih gre očitno za kombinacijo s pomembnejšo rabo, zato je skok tudi tako izrazit.
Odpiranje kmetij:	Odpiranje kmetij je povsod v vrhu pomembnosti rab, tudi glede trajanja rabe in izrabe prevoznosti je med rabami, ki najbolj izrabijo gozdno cesto. Raba za odpiranje kmetij daje svoj pečat lokalnim razmeram in hierarhiji rab gozdnih cest.
Odpiranje vasi:	Odpiranje vasi je prostorsko manj pogosto od rabe za odpiranje kmetij, vendar je tam, kjer se pojavlja, vedno v absolutni prednosti v vseh pogledih glede na druge rabe gozdnih cest. Izrazito vpliva na lokalne prometne razmere.
Odpiranje lovskih koč:	Raba za odpiranje lovskih koč je prostorsko vezana na prve in druge odcepe gozdnih cest, globlje v gozdu je ni. Tako se giblje tudi stopnja izrabe prevoznosti.
Odpiranje vikendov:	Odpiranje vikendov je ena redkih rab, kjer se z oddaljevanjem od glavne izvozne ceste povečuje tako trajanje kot stopnja izrabe prevoznosti. Rezultat je pod velikim vplivom lokalnih značilnosti.
Tranzitna raba:	Pri tranzitni rabi je manj izrazito zmanjševanje trajanja in stopnje izrabe prevoznosti glede na oddaljenost od glavne izvozne ceste.
Policijska raba:	Policijska raba je med tistimi rabami, ki imajo svoj interes globlje v gozdu in kjer je trajanje rabe daljše od trajanja prevoznosti. Raba je omejena na določene gozdne predele.
Vojaška raba:	Še bolj izrazito kot pri policijski rabi narašča pomembnost vojaške rabe z oddaljevanjem od glavne izvozne ceste. Raba je omejena, vendar ponekod prevoznost ne zadostuje potrebam. Prevoznost podajšujejo z uporabo specialnih terenskih vozil.
Odpiranje gojitvenih lovišč:	Za rabo za odpiranje gojitvenih lovišč je značilno enakomerno trajanje in izraba prevoznosti do drugega odcepa, ki mu sledi strm padec. Prevoznost praviloma zadostuje potrebam rabe.
Kmetijska raba:	Je med manj intenzivnimi rabami zaradi sezonske prisotnosti. Trajanje rabe in izraba prevoznosti sta enakomerna, kjer se pojavljata.
Odpiranje planinskih koč:	Značilna je velika razgibanost tako trajanja kot stopnje izrabe prevoznosti. Rezultat je obremenjen z lokalnimi značilnostmi zaradi majhnega števila enot v analiziranem vzorcu.

3 SKLEPNE UGOTOVITVE

Z analizo prevoznosti gozdnih cest smo osvetlili pomembnost gozdne ceste in predvsem pomembnost rab gozdnih cest. Ugotovili smo visoke stopnje odvisnosti med pomembnostjo rab in prevoznostjo gozdnih cest. Vzrok je poleg naravne povezanosti v tem, da smo analizirali le najpomembnejše rabe gozdnih cest. Z oddaljevanjem od priključka na javne prometnice se povečuje ohlapnost povezave.

Gozdne ceste, ki so bliže javnim prometnicam in s pomembnimi rabami, morajo zadovoljiti višje kakovostne ravni glede:

- normalne prevoznosti (približevanje celoletni prevoznosti),
- vzdrževanja (redno tekoče in periodično vzdrževanje),
- tehničnih elementov (ugodnejši in prilagojeni zahtevam intenzivnih rab gozdnih cest),
- signalizacije in opreme,
- režima rabe gozdnih cest (omejitve prometa so le izjema).

Na drugi strani pa so gozdne ceste z manj intenzivnimi rabami in večjo oddaljenostjo od javnih prometnic bolj preproste in na nižji kakovostni ravni po zgoraj naštetih elementih. Kategorizacija gozdnih cest mora upoštevati tudi te razmere. Gozdne ceste v najvišji kategoriji morajo biti po kvaliteti, gledano z različnih vidikov, najboljše. Preostale kategorije gozdnih cest pa se po kvaliteti oddaljujejo od najpomembnejših oz. morajo zadovoljiti nižje kakovostne ravni. Kot osnovni kriterij je pri taki kategorizaciji gozdnih cest postavljena njihova mnogonamenska raba.

Tako razmišljanje mora imeti za posledico racionalizacijo vlaganj v gozdne ceste in prilagajanje njihove kakovosti zahtevam različnih rab. Najbolj kakovostne gozdne ceste bodo v celoti absolutno dražje, vendar morajo njihove rabe upravičiti vlaganja za dosego višje kakovostne ravni. Spodnja meja racionalnega vlaganja v obstoječe gozdne ceste pa mora biti tista raven, ki zagotavlja fizično ohranitev gozdnih cest in ne njihovega propadanja, kar bi pomenilo tudi propadanje sredstev, vloženih v gradnjo in dosedanje vzdrževanje.

Gozdarstvo samo ne bo zmoglo vse večjih zahtev do gozdnih cest, ampak bo potreben dogovor med vsemi uporabniki gozdnih cest o prispevkih za zagotavljanje njihove potrebne kvalitete.

4 SUMMARY

Transport capacity of forest roads was analysed in order to investigate the importance of forest roads, especially the importance of their use. A strong correlation between the importance of their use and their transport capacity was ascertained. The correlation may be attributed to the nature of this relationship and to the fact that only the most important kinds of use were analysed. The correlation weakens with the distance from a junction with a public communication.

Forest roads which are located closer to a public communication and are important in terms of use, must meet higher quality levels with regard to:

- normal transport capacity (approximation to the annual transport capacity),
- maintenance (current and periodical),
- technical elements (more favourable and adjusted to the needs of intensive use of forest roads),
- road signs and road equipment,
- regime of use of forest roads (restrictions on traffic are only exceptional).

On the other hand, forest roads with less intensive use and greater distance from a public communication are more simple and at a lower level of quality with regard to the above mentioned criteria. Categorisation of forest roads should take into account these conditions as well. Forest roads of the highest category must be of the highest quality in a number of aspects while other categories of forest roads must meet conditions of lower quality. The main criterion for such a categorisation is their multiple use.

Such an approach must entail rationalisation of investments into forest roads and adjustment of their quality to the needs for different kinds of use of forest roads. Forest roads of the highest quality will be more expensive in absolute terms, but the importance of their use must justify investments with which higher quality is achieved. The lowest level of rational investment into existing forest roads must be such that it still ensures preservation of forest roads and prevents their dilapidation, which would mean loss of funds invested into their construction and into their maintenance to date.

Forestry alone will not be able to cope with increasing demands as to the higher quality of forest roads. An agreement between all users of forest roads on contributions to that end is needed to assure their required quality.

5 VIRI

- DIETZ, P. / KNIGGE, W. / LOEFFLER, H., 1984. Walderschliessung.- Verlag Paul Parey, Hamburg, 426 s.
- HIRT, R., 1981. Unterhalt von Wald und Güterstrassen: Bedeutung, Systematik, Planung und Ausführung.- Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen., 8, s. 673 - 682.
- KUONEN, V., 1983. Wald und Güterstrassen.- Pfaffhausen, s. 743.
- POTOČNIK, I., 1993. - Ekonomski vidiki vzdrževanja gozdnih cest.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 41, s. 155 - 171.
- POTOČNIK, I., 1994. Periodično vzdrževanje gozdnih cest.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 44, s. 107 - 124.
- POTOČNIK, I., 1996. Mnogonamenska raba gozdnih cest kot kriterij za njihovo kategorizacijo.- Doktorska disertacija, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, XV+241 s.
- 1996. Program razvoja gozdov v Sloveniji.- Ur.l. R Slovenije, 14, s. 981 - 994.

UDK 630 * 1/9 + 674 (06) (497.12) = 863
GDK 1 / 9 (06) (497.12) = 853

ISSN 0351-3114

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
Oddelek za gozdarstvo & Oddelek za lesarstvo
Gozdarski inštitut Slovenije

ZBORNİK
gozdarstva in lesarstva
48

Ljubljana 1996

GDK 686.3 : 916 (497.12 * Kamniška Bistrica)

PROMETNA OBREMNITEV GOZDNIH CEST- PRIMER KAMNIŠKE BISTRICE

Igor POTOČNIK*

Izvleček

Prispevek obravnava prometno obremenitev gozdnih cest, ki nastaja zaradi njihove negozdarske in gozdarske rabe na primeru Kamniške Bistrice. Lokalne značilnosti vplivajo na negozdarske rabe gozdnih cest. Najpogostejša vozila na gozdnih cestah so osebni avtomobili. V delovnih in nedelovnih dneh se socialna struktura obiskovalcev zaradi negozdarske rabe gozdnih cest spreminja. Vreme odločilno vpliva na prometno obremenitev gozdnih cest zaradi negozdarske rabe; značilne razlike so tudi med delovnimi in nedelovnimi dnevi. Na analiziranem primeru je negozdarska raba gozdnih cest intenzivnejša od gozdarske. Gozdne ceste morajo biti prilagojene zahtevam intenzivnega negozdarskega prometa, katerim pa gozdarstvo samo stroškovno ne bo kos.

Ključne besede: gozdna cesta, prometna obremenitev, raba gozdne ceste

TRAFFIC LOAD OF THE FOREST ROADS - THE CASE OF KAMNIŠKA BISTRICA

Abstract

The article treats the traffic loading of the forest roads because of their forestry and non-forestry use in the location Kamniška Bistrica. Local characteristics have the influence to the non-forestry use of the forest roads. The most frequent vehicles on the forest roads are personal cars. The social structure of visitors because of non-forestry use of forest roads change regarding the working and non-working days. The weather influences decisively on the traffic load of the forest roads for the sake of non-forestry use, typical differences are seen also between the working and non-working days. The non-forestry use of the forest roads are more intensive than forestry one shown on analysed case. The forest roads must be adapted to the demands of intensive non-forestry traffic which the forestry cannot pay the costs in complete.

Key words: forest road, traffic load, the use of the forest road

* mag., asistent, Biotehniška fakulteta oddelek za gozdarstvo, Večna pot E3, 1000 Ljubljana, SLO

VSEBINA

1	UVOD.....	195
2	METODE RAZISKOVANJA.....	196
2.1	Terenska snemanja in obdelava podatkov.....	196
2.2	Značilnosti terenskega objekta.....	199
3	REZULTATI RAZISKOVANJA.....	202
3.1	Negozdarski promet na gozdnih cestah.....	202
3.2	Gozdarski promet v Kamiški Bistrici.....	210
3.3	Gozdarska in negozdarska prometna obremenitev.....	212
4	RAZPRAVA.....	212
5	POVZETEK.....	213
	SUMMARY.....	215
	VIRI.....	217

1 UVOD

Za gospodarjenje z gozdom so potrebne gozdne prometnice: gozdne ceste, gozdne vlake in stalne žičnice. Med njimi so gozdne ceste najpomembnejše, ker predstavljajo osnovo za povezovanje drugih prometnic v gozdu. Na sedanjí stopnji tehnološkega razvoja prav gozdne ceste omogočajo racionalen prevoz lesa, materiala in ljudi s kamioni in lahкими motornimi vozili.

Iz vidika mnogonamenske vloge gozda mora biti gozdna cesta taka namenska prometnica, ki je bila načrtovana in grajena skladno s funkcijami, ki naj bi jih gozd opravljal v določenem predelu. Ker je gozd mnogonamenski, morajo biti tudi gozdne ceste mnogonamenske, čeprav je lesnoproizvodna raba gozdnih cest še vedno večinska.

Naloge, ki jih morajo opravljati gozdne ceste so osnovne in dodatne.

Osnovne naloge gozdnih cest so: omogočanje racionalnega odvoza lesa in drugih gozdnih proizvodov iz gozda, omogočanje dovoza mehanizacije in materiala v gozd zaradi gospodarjenja z gozdom, omogočanje transporta ljudi zaradi gospodarjenja z gozdom, omogočanje hitrega dostopa v primeru naravnih nesreč (npr. požari, plazovi), odpiranje gozdov za negozdno-gospodarske namene (npr. šport in rekreacijo, turizem, kmetijstvo, nabiralništvo itd.), odpiranje kmetij in zaselkov v gozdnih predelih.

Dodatne naloge gozdnih cest so: delovni prostor za dodelavo gozdnih lesnih sortimentov, prostor za namestitev mehanizacije, prostor za mehanizirano nakladanje gozdnih lesnih sortimentov, izogibališče, parkirišče.

Na gozdnih cestah se odvija različen promet tako po vrsti kot po količini. Nekatere gozdne ceste tako dnevno uporabljajo vsi, od gozdarjev do vozil v tranzitu, druge pa le občasno samo gozdarji - če omenimo samo skrajna primera. Očitno je, da morajo prometno bolj obremenjene gozdne ceste zadostiti zahtevnejšim pogojem glede kvalitete, vzdrževanja, prevoznosti, opreme itd., prometno manj obremenjene gozdne ceste pa so lahko do neke mere bolj preproste. Pri tem igra še dodatno vlogo struktura prometa na gozdnih cestah (gozdarski in negozdarski oz. javni).

Poleg klasičnih proizvodnih nalog morajo gozdne ceste opravljati tudi vrsto neproizvodnih nalog, ki so posledica sodobnega načina življenja, bega od industrializacije, hrupa in smrada k neokrnjeni naravi. Posledice teh teženj se bodo na gozdnih cestah kazale v obliki povečanega prometa osebnih vozil, povečala pa se bo tudi možnost nesreč. Povečan promet bo povečeval stroške vzdrževanja gozdnih cest, pojavile pa se bodo tudi zahteve po večji prometni varnosti na gozdnih cestah in boljši prometni opremljenosti. Tako bo nastajalo vse več stroškov, ki jih ne bi bilo oz. bi bili manjši, če ne bi bilo negozdarske rabe gozdnih cest. Obstoječe gozdne ceste imajo praviloma skromne tehnične elemente, ki ne ustrezajo zahtevam povečanega osebnega prometa. Gozdarstvo samo zanesljivo ne bo zmoglo povečanega pritiska negozdarskih rab na gozdnih cestah in zadovoljivo skrbeti za njihovo vzdrževanje.

Seveda pa ne bo pritisk negozdarskih rab na gozdne ceste povsod in vedno enak. Gre tako za prostorsko kot časovno spremenljivost pomembnosti negozdarskih rab gozdnih cest. Ponekod bodo negozdarske rabe gozdnih cest prioritietne, enakovredne, ali pa minoritetne glede na gozdarsko rabo. Višji delež negozdarskih rab na gozdnih cestah bo zahteval višje standarde prevoznosti, opreme in vzdrževanja gozdnih cest.

Z raziskavo smo želeli na konkretnem primeru kvantificirati mnogonamensko rabo cest v gozdu, ter ugotoviti njihovo prometno obremenitev glede na različne uporabnike (gozdarski in javni promet), kar bo odločilno vplivalo na njihovo kategorizacijo.

2 METODE RAZISKOVANJA

2.1 Terenska snemanja in obdelava podatkov

Terenska snemanja v Kamniški Bistrici so bila opravljena v letu 1994. Ko smo izbirali snemalne dneve, smo ločili delovne in nedelovne dneve. Le-te smo s pomočjo računalnika izbrali naključno. Tako smo izbrali po en delovni in en nedelovni dan mesečno, kar v vsem letu pomeni 24 snemalnih dni. Pregled snemalnih dni je podan v preglednici 1.

Preglednica 1: Opravljeni snemalni dnevi za podrobno ugotavljanje rabe in prometne obremenitve gozdnih cest

Mesec	delovni dan	nedelovni dan
Januar	11 (torek)	15 (sobota)
Februar	17 (četrtek)	19 (sobota)
Marec	31 (četrtek)	6 (nedelja)
April	21 (četrtek)	16 (sobota)
Maj	30 (ponedeljek)	7 (sobota)
Junij	23 (četrtek)	12 (nedelja)
Julij	25 (ponedeljek)	24 (nedelja)
Avgust	11 (četrtek)	27 (sobota)
September	19 (ponedeljek)	25 (nedelja)
Oktober	21 (petek)	30 (nedelja)
November	16 (sreda)	5 (sobota)
December	21 (sreda)	3 (nedelja)

Terenska snemanja so potekala tako, da je snemalec na vhodu v sistem gozdnih cest v določenem dnevu ves dan spremljal promet. Za vpisovanje podatkov smo pripravili posebne snemalne liste. Vsak prehod vozila skozi kontrolno točko v snemalnem listu predstavlja eno vrstico, značilnosti prehoda pa so zapisane v 11 stolpcih. Pri delu je snemalec kombiniral metodo opazovanja in anketiranja. Z opazovanjem in anketiranjem smo zbirali in šifrirali podatke o vsakem prehodu vozila:

čas prehoda vozila:	ura in minuta prehoda vozila
smer vožnje:	1 v sistem gozdnih cest: 2 iz sistema gozdnih cest
raba gozdnih cest:	1 gozdarska raba gozdnih cest 2 javna raba gozdnih cest
vrsta vozila:	1 kolo, moped, motornc kolo 2 osebni avto 3 kombi 4 kamion (solo) 5 kamion + priklopnik 6 traktor 7 traktor + priklopnik 8 vprega
namen vožnje:	1 gozdarski (gojenje, varstvo, urejanje, odkazilo, gozdno gradbeništvo, pridobivanje lesa) 2 javni (kmetijstvo, lov, rekreacija, turizem, planinstvo in ostalo)
cilj vožnje:	voznik je povedal cilj vožnje (praktično je to bilo izvedeno tako, da so b li vozniki vprašani pri vožnji iz sistema gozdnih cest kajti pri prihodu predvsem naključni obiskovalci še ne vedo do kje se bodo peljali z avtom)
pogostost prihodov:	anketirani voznik je odgovoril na vprašanje kako pogosto prihaja v določen predel
število potnikov:	snemalec je vpisal število potnikov oz. ocena velikosti skupine (npr. razred)

socialna skupina:

- 1 sam
- 2 dvojica (istega spola)
- 3 par (različnega spola)
- 4 skupina vrstnikov
- 5 družina
- 6 dve ali več družin
- 7 večja mešana skupina
- 8 organizirana skupina

opombe:

snemalec je vpisoval različne opombe (npr. voznik ni ustavil, vozilo na nujni vožnji itd.)

Snemalni lis: za štetje prometa na gozdnih cestah št. ____

Objekt: _____ Opazovalno mesto: _____
 Datum snemanja: _____ Vrste: _____ Snemalec: _____
 Čas snemanja: ____ od ____ Temo zraka: _____ Opombe: _____

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Zap. št.	Čas (h:min)	Směr	Raba gozdi cest	Vozilo	Namen	Cilj vožnje	Pogostost prihodov	Število potnikov	Socialna skupina	Opombe

Šifra za izpolnjevanje snemalnega lista:

Směr: 1 - v sistem
2 - iz sistema

Raba: 1 - gozdarska
2 - javna

Vozilo: 1 - kolo, moped, motorno kolo
2 - osebni avto
3 - kombi
4 - kamion (solo)
5 - kamion+prikolpnik
6 - traktor
7 - traktor+prikolpnik
8 - vprega

Namen:

javnostni	gozdarski
1 - gojenje+varstvo	1 - kmetijstvo
2 - CGN	2 - lov
3 - odkazi	3 - rekreacija
4 - gozdi prometnice	4 - turizem
5 - pridobivanje g.l. sortimentov	5 - pianinstvo
6 - ostalo	6 - ostalo

Cilj vožnje: mesto v sistemu gozdnih cest do kjer se bo (se je) pešal. Koordinacija imen s karto!

Pogostost prihodov: pogostost prihodov v določen predel (dnevno, tedensko, mesečno, letno)

Število potnikov: število potnikov v vozilu, oz. ocena velikosti skupine (npr. razred)

Socialna skupina:

- 1 - sam
- 2 - dvojica (istega spola)
- 3 - par
- 4 - skupina vrstnikov
- 5 - družina
- 6 - dve ali več družin
- 7 - večja mešana skupina
- 8 - organizirana skupina

Opombe: vse kar je pomembno oz. dopolnjuje prejane informacije

Grafikon 1: Snemalni listi za podrobno ugotavljanje rabe in analize gozdnih cest

Poleg tega pa smo za vsak opazovalni dan ocenili tudi vreme in temperaturo zraka.

Podatke terenskih snemanj smo pripravili za računalniško obdelavo. Oblikovali smo datoteko v katero smo zapisali vse dobljene podatke za vsak snemalni dan. Izdelali smo več vsebinsko različnih preglednic: časovno analizo prihodov in odhodov v sistem gozdnih cest, strukturo vozil, socialno strukturo obiskovalcev, prometno obremenitev posameznih ciljev voženj, pogostost prihodov v sistem gozdnih cest, pregled negozdarskih rab gozdnih cest ter vreme in prometno obremenitev. Pri vseh preglednicah smo izhajali iz osnovnih datotek s tem, da smo pri obdelavi upoštevali različne kriterije in širine razredov analiziranih komponent.

2.2 Značilnosti terenskega objekta

Izbrani objekt v Kamniški Bistrici je del gozdnogospodarske enote (GGE) Kamniška Bistrica, ki leži v osrčju Kamniških planin v alpski dolini ledeniškega nastanka, ki je odprta v smeri od severa proti jugu in hkrati predstavlja zgornje porečje reke Kamniške Bistrice. Dolina je podobna pahljači oz. hrastovemu listu: glavna dolina reke Kamniške Bistrice se cepi na stranske večje in manjše doline. Največja je dolina Korošice, na severozahodu je Kurja dolina, na vzhodu sta dolini Konjska in Bela. Na koncu doline sta dva večja hudournika: Krvavec in Sedelšček. Na svojih robovih GGE Kamniška Bistrica seže do zgornje gozdne meje v Kamniških planinah na 1700 m n.m.v.

GGE Kamniška Bistrica je v lastniškem pogledu homogena. Gozdovi so bili ves čas last deželnega kneza. Leta 1854 je bila ustanovljena Meščanska korporacija, ki je upravljala z gozdovi v Kamniški Bistrici, ki so bili last meščanov Kamnika. Po vojni so bili gozdovi uvrščeni v splošno ljudsko premoženje (SLP), kjer so se izmenjevali upravitelji: Ministrstvo za gozdarstvo SR Slovenije, gozdarski oddelek Fakultete za agronomijo, gozdarstvo in veterinarstvo (FAGV) in Gozdno gospodarstvo Ljubljana. Rdeča nit v gozdarski zgodovini Kamniške Bistrice je torej enovitost gospodarjenja in lastništva. Zasebne gozdne posesti v Kamniški Bistrici ni.

Dolina Kamniške Bistrice praktično ni poseljena s stalnimi prebivalci. Na koncu doline in asfaltne ceste je planinski dom, ki je priljubljena izletniška točka in izhodišče za planinske ture. Skupna površina GGE Kamniška Bistrica je 6142 ha, površina gozdov pa je 3497 ha. Od tega je 1648 ha lesno proizvodnih gozdov brez omejitev, 987 ha trajno varovalnih gozdov, 122 ha lesno proizvodnih gozdov z omejitvijo in 739 ha trajnih gozdnih rezervatov. V lesnoproizvodnih gozdovih brez omejitve je povprečna lesna zaloga 243 m^3 , kjer prevladujejo listavci s 60.7%: največ je bukve (47.5%), smreke (34.3%) ter plemenitih listavcev (9.6%). V GGE Kamniška Bistrica je 36.85 km makadamskih gozdnih cest tako, da je gostota gozdnih cest v gozdovih brez omejitve gospodarjenja 22.4 m/ha, v vseh gozdovih pa 10.5 m/ha.

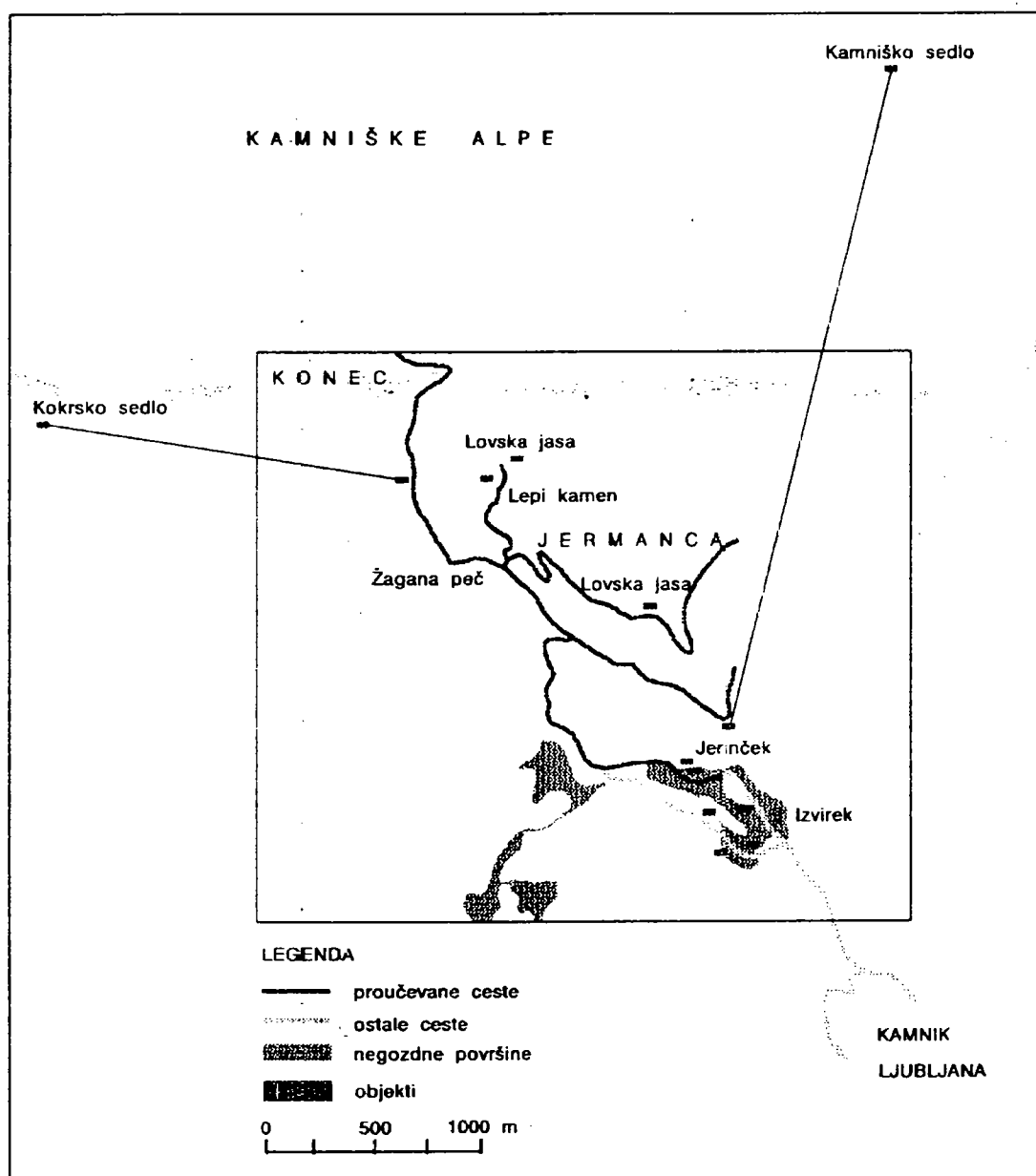
V vseh gozdovih GGE Kamniška Bistrica je varovalna funkcija gozda posebej poudarjena. Prisotna so strma in skalovita pobočja, melišča in snežni plazovi, kjer gozdna vegetacija zagotavlja njihovo stabilnost. Povirje Kamniške Bistrice z več izviri predstavlja dragocen vir vode. Med izviri je najbolj znan Veliki izvir pri Domu v Kamniški Bistrici, kjer so okoliški gozdovi trajno varovalnega značaja prav zaradi zavarovanja izvira.

Turizem ima v Kamniški Bistrici dolge korenine. Že leta 1909 je tedanje Slovensko planinsko društvo prevzelo v upravljanje objekt na mestu današnjega planinskega doma, ki je sedanjo podobo dobil v letih 1928/29. V vsem času je Kamniška Bistrica imela tudi pomembno vlogo lovišča vladajočih krogov. Danes velja za izhodišče za vzpone na Korošico, Kamniško in Kokrško sedlo in višje vrhove Kamniških planin. Na Kamniško in Kokrško sedlo je speljana tudi tovorna žičnica. Dostop do spodnjih postaj je mogoč po gozdnih cestah. Kamniška Bistrica je znana tudi po naravnih znamenitostih: soteska pri Predaslju, Veliki izvir, slap Orgljice, ve iki naravni most Velb, Galerije oz. Rokovnjaške jame, Medvedja jama, balvani Žagana peč in Lepi kamen ter Sivnica, Spominski park.

Izbrani terenski objekt v Kamniški Bistrici leži na skrajnem severnem delu doline nad planinskim domom v Kamniški Bistrici v skupni površini 692 ha gozdov oz. 513 ha gozdov, kjer se sečnja izvaja v skupnem obsegu 1076 m^3 letno oz. povprečno $2.1 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{leto}$. Na tem območju je 7.8 km gozdnih cest oz. povprečno 15.2 m/ha, javnih prometnic pa ni. Iz terenskega objekta vodi samo ena gozdna cesta (Planinski dom - žičnica na Kokrško sedlo) na kateri smo tudi

imeli opazovalno mesto. Ostale gozdne ceste so odcepi od omenjene gozdne ceste.

Karta 1: Pregledna karta terenskega objekta Kamniška Bistrica

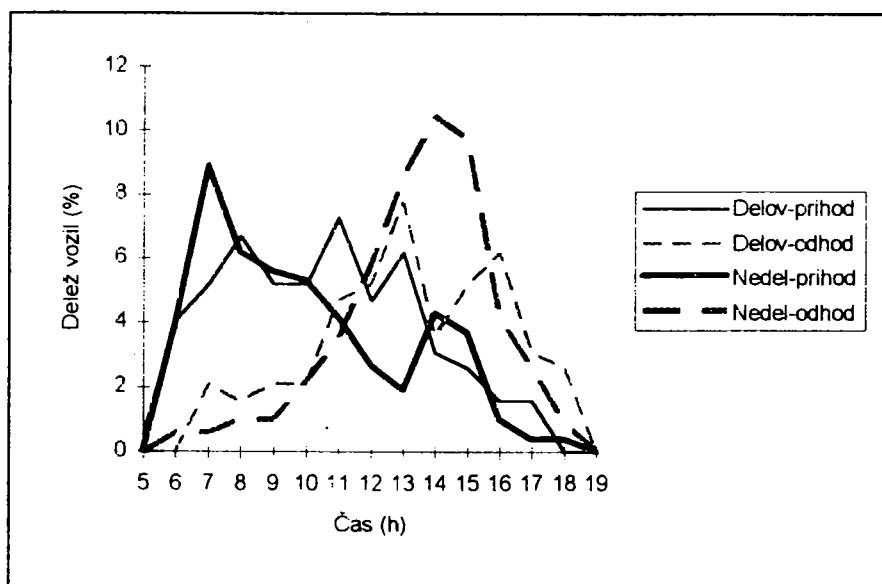


3 REZULTATI RAZISKOVANJA

3.1 Negozdarski promet na gozdnih cestah

3.1.1 PRIHODI IN ODHODI VOZIL IZ OMREŽJA GOZDNIH CEST

V Kamniški Bistrici je v delovnih dneh delež vozil, ki prihajajo v sistem gozdnih cest, od zgodnjih jutranjih ur pa do 13. ure precej konstanten medtem, ko popoldan delež prihajajočih vozil enakomerno pada proti 0. Deleži odhodov iz sistema gozdnih cest rastejo do nekje med 13. in 14. uro, zatem pa, z odstopanji, padajo proti nič med 19. in 20. uro. Čas prihodov med delavniki je precej raztegnjen, kar pomeni, da je prometna obremenitev relativno enakomerna. Ob delavnikih med 11. in 13. uro je promet najživahnejši, ker se odvija v obe smeri. V tem času namreč največ vozil odhaja, pa tudi prihod vozil v sistem gozdnih cest je še dovolj intenziven. Povsem drugačna pa je podoba prometne obremenitve ob nedelavniki. V zgodnjih jutranjih urah nastane izrazita konica prihoda vozil v sistem gozdnih cest, ki se s precej manjšo intenziteto ponovi še med 14. in 15. uro. Krivulja odhodov vozil iz sistema gozdnih cest ima kulminacijo med 14. in 16. uro. V tem času je promet iz gozda bolj intenziven, ker je krivulja odhodov simetrična s širšim vrhom.



Grafikon 2: Časovni prerez prihodov in odhodov vozil v delovnih in nedelovnih dneh v Kamniški Bistrici

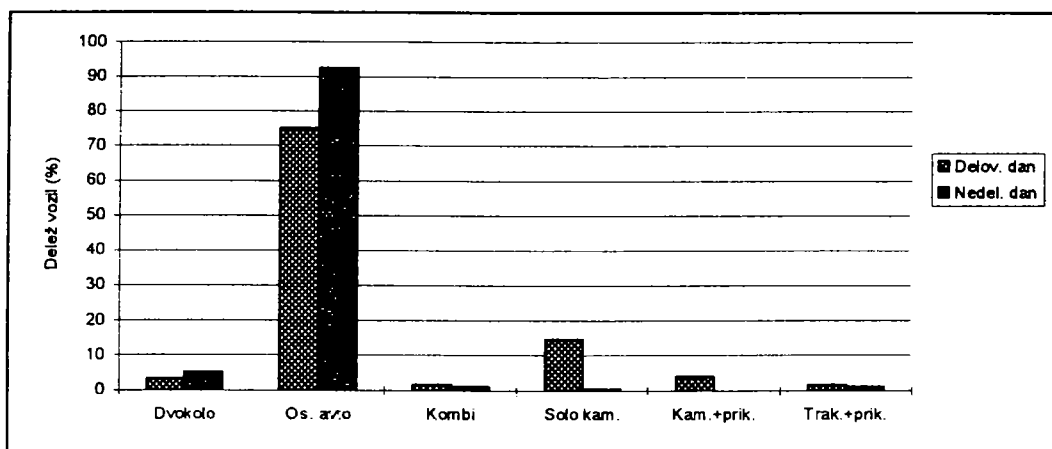
Krivulja prihodov ima namreč oster vrh in je levo asimetrična - sklepamo lahko na manj intezivno, pa bolj enakomerno prometno obremenitev v tem času. Okoli 11. ure je promet v obe smeri najživahnejši.

3.1.2 VRSTA IN STRUKTURA VOZIL

Vozila, ki so najpogosteje vozila mimo kontrolne točke v Kamniški Bistrici, so bili osebni avtomobili. V delovnih dnevih je bilo povprečno 75 % vseh vozil osebnih. Ostale vrste vozil so se pojavljale slučajno in v izredno majhnih deležih. Odstopajo samo solo kamioni, ki so bili posledica intenzivnih del pri urejanju hudournika na območju Krvavškega mosta. Opazen delež v skupni prometni obremenitvi so imela tudi dvokolesa (sem smo šteli tako športna in gorska kolesa kot tudi kolesa z motorjem).

Struktura vozil je različna med delovnimi in nedelovnimi dnevi. Tako se v nedelovnih dneh delež osebnih vozil značilno poveča na čez 90 % ($z=5.30^{**}$ za Kamniško Bistrico), povsem zanemarljiv pa postane delež gospodarskih vozil. Neznačilno se poveča delež dvokoles ($z=1.39$).

Iz strukture vozil lahko sklepamo na negozdarski pomen gozdnih cest. Pri relativnih deležih posameznih vozil v skupni prometni obremenitvi pa so pomembne tudi absolutne vrednosti. V Kamniški Bistrici smo tako v 12 delovnih dneh prek celega leta evidentirali skupaj 193 različnih vozil, v 12 nedelovnih dnevih pa skupno 677 oz. 16 in 56 vozil povprečno dnevno v obeh smereh. Povprečna dnevna prometna obremenitev seveda ni najzanesljivejši kazalec prometne obremenitve, so pa absolutne številke dovolj zgovorne. V nedelovnih dneh je torej povprečno 3.5 krat več vozil prevozilo kontrolno točko kot v delovnih dnevih.



Grafikon 3: Deleži različnih vrst vozil v Kamniški v delovnih in nedelovnih dnevih.

3.1.3 SOCIALNA STRUKTURA UPORABNIKOV GOZDNIH CEST

Posamezniki so najpogostejši uporabniki gozdnih cest v Kamniški Bistrici. V nedelovnih dnevih je takih obiskovalcev okoli 60 %, ob nedelavnikih pa približno 1/3 ($z=5.69^{***}$). Okoli 13 % je bilo družin in dvojic, razlik med delovniki in nedelovniki pa ni bilo moč dokazati. Izrazito več je parov ob nedelovnikih - skoraj 1/4; med tednom je samo vsak deseti obiskovalec v paru. Rezultate prikazujemo v preglednici 2.

Preglednica 2: Deleži posameznih socialnih skupin v rabi gozdnih cest

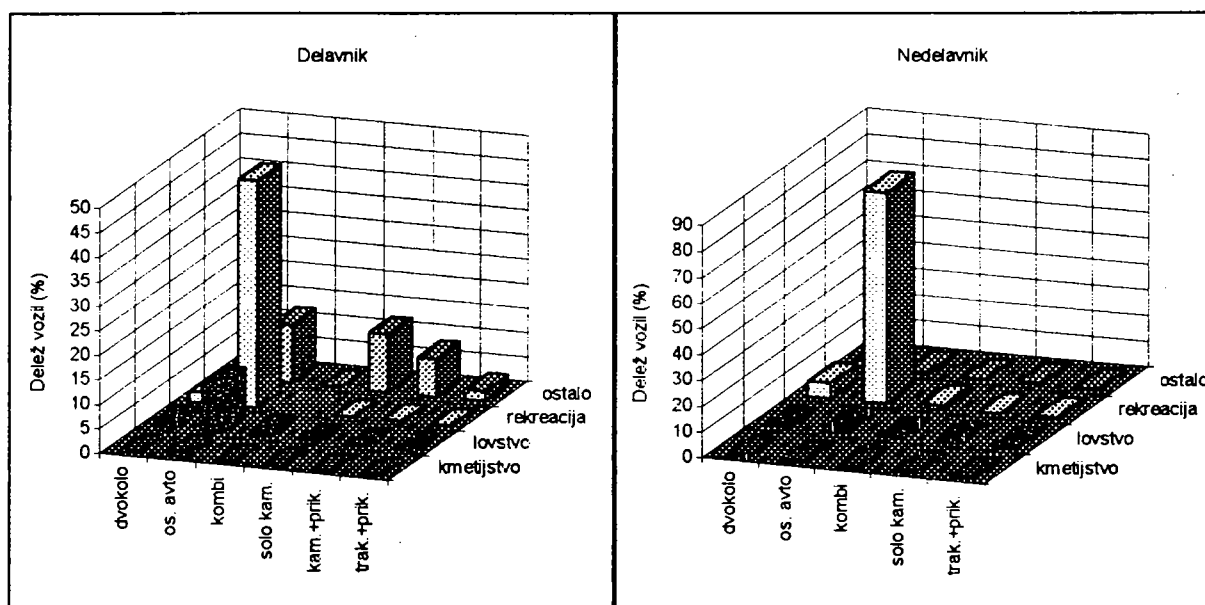
Deleži posameznih socialnih skupin v rabi GC			
	Delovnik	Nedelovnik	Z-vrednost
Sam	59.6	36.6	5.69***
Dvojica	13.3	15.2	-0.67
Par	9.6	23.3	-5.06***
Sk. vrst.	4.3	7.9	-1.98*
Družina	13.3	16.9	-1.25
	n=188	n=669	

kjer pomeni: X primerjava ni možna oz. ni smiselna
 * zanesljivost s tveganjem p=5%
 ** zanesljivost s tveganjem p=1%
 *** zanesljivost s tveganjem p=0.1%

3.1.4 VRSTE VOZIL IN NEGOZDARSKE RABE GOZDNIH CEST

Ne glede na različne negozdarske rabe gozdnih cest je najpogostejše prevozno sredstvo osebni avto. V delovnikih smo v Kamniški Bistrici evidentirali skoraj polovico vseh vozil kot osebne avtomobile, ki so peljali za potrebe rekreacije in turizma. V nedelovnih dneh ta delež naraste na kar 4/5 vseh vozil.

Med delovniki so pomembni uporabniki gozdnih cest tudi lovci z 10% vseh vozil - v veliki večini se vozijo z osebnimi avtomobili oz. terenskimi vozili.



Grafikon 4: Delež najpogostejših vrst vozil posameznih negozdarskih rab gozdnih cest

3.1.5 PROMETNA OBREMENITEV ZARADI NEGOZDARSKE RABE GOZDNIH CEST

Ugotavljali smo tudi razlike prometne obremenjenosti posameznih ciljev vožnje v Kamniški Bistrici v delovnih in nedelovnih dneh. Analizirali smo prometno obremenitev zaradi različnih vozil, vendar se je izkazalo, da se vsa vozila razen osebnih avtomobilov ne pojavljajo tako pogosto, da bi lahko statistično korektno izvedli primerjavo med delovnimi in nedelovnimi dnevi. Rezultati analize prikazani v preglednici 3.

V Kamniški Bistrici je delež osebnih vozil, ki so peljala do Žagane peči in do travnika pri Jerinčku večji v nedelovnih kot v delovnih dneh. Na vseh ostalih potencialnih ciljnih voženj v Kamniški Bistrici ni bistvenih razlik v deležu osebnih vozil med delovnimi in nedelovnimi dnevi.

Za nedelovne dneve je značilen povečan promet do nekaterih za rekreacijo, turizem, izletništvo ipd. najprivlačnejših točk. Pri tem postaja problem tudi parkiranje vozil, ker v gozdu ni dovolj primernih parkirišč. Tako smo npr. pri vrisovanju cestnega omrežja v karto v Kamniški Bistrici (27. november 1994, nedelja, pretežno oblačno vreme pri +5°C) v Koncu našli 8 avtomobilov - obračanje avtomobilov je bilo skoraj nemogoče), v Jermanci pa so bili 3 avtomobili parkirani na razširitvi ostre krivine (R cca. 10 m), še osem avtomobilov pa na relativno primernih parkiriščih. Eno vozilo pa smo opazili prav na koncu gozdne ceste v Jermanco, kjer je obračanje srednje velikega avtomobila že prav nevaren podvig - obračališča praktično ni, ker je tudi pobočje strmo okoli 70 %. Na osnovi samo enega (naključnega) ogleda ni možno delati sklepov - je pa primer dovolj zgovoren za prikaz prometne anarhije na nekaterih delih gozdnih cest.

Preglednica 3: Destinacije na posameznih lokacijah in Z-test prometne obremenitve med delovnimi in nedelovnimi dnevi

Destinacija	Z-vrednost
Spominski park	-0.55
Žagana peč	-2.26*
Travnik	-3.63***
Krvavški most	0.28
Jermanca	1.42
Ukčeva lesa	X
Konec	-0.24
Žičnica	-0.87
Brez cilja	X

kjer pomeni: X primerjava ni možna oz. ni smiselna
 * zanesljivost s tveganjem p=5%
 ** zanesljivost s tveganjem p=1%
 *** zanesljivost s tveganjem p=0.1%

3.1.6 POGOSTOST PRIHODOV V SISTEM GOZDNIH CEST

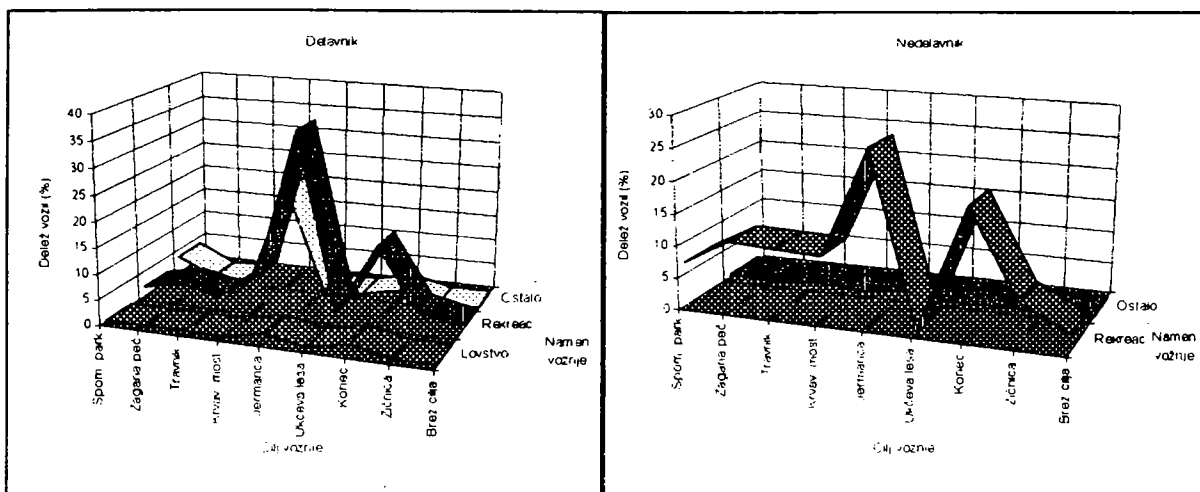
Proučevali smo tudi pogostost prihodov posameznih vozil v sisteme gozdnih cest. Dovolj podatkov smo imeli samo za osebne avtomobile. Obiskovalci, ki so prihajali v Kamniško Bistrico v delovnih dneh, so največkrat odgovorili, da prihajajo 1-krat tedensko, 1-krat mesečno, ter 5-krat oz. 3-krat letno - takih odgovorov je bilo namreč po več kot 10 %. Najmanj je bilo odgovorov z najvišjo pogostostjo prihodov.

V nedelovnih dneh se je bistveno povečal delež obiskovalcev, ki redkeje prihajajo v Kamniško Bistrico: 1-krat mesečno, 5-krat letno in 2-krat letno. V nedelovnih dneh je prišlo največ takih obiskovalcev, ki prihajajo 1-krat na 14 dni oz. mesečno. Opazen je tudi delež osebnih avtomobilov, ki so prišli prvič v Kamniško Bistrico: teh je v delovnih dnevih 7 %, v nedelovnih pa 8.5 %. Rezultati so prikazani v preglednici 4.

Preglednica 4: Pogostost prihodov osebnih avtomobilov v delovnih in nedelovnih dneh v Kamniško Bistrico

Pogostost prihodov	Delež os. avtomobilov (%)		Z-vrednost
	Delovni dan	Nedelovni dan	
dnevno	1.7	3	-1.09
2x/tedan	3.4	3.7	X
3x/tedan	0	0.4	X
1x/tedan	11.9	8.1	1.56
1x/14dni	8.5	11.4	-1.22
1x/mesec	10.2	15.9	-2.15*
5x/leto	13.6	7.4	2.48*
4x/leto	0	1.8	X
3x/leto	10.2	7.4	1.22
2x/leto	5.1	9.2	-2.03*
1x/leto	6.8	12.2	X
neredno	1.7	3	X
prvič	6.8	8.5	-0.8

kjer pomeni: X primerjava ni možna oz. ni smiselna
* zanesljivost s tveganjem p=5%



Grafikon 5: Negozdarska raba gozdnih cest in cilji voženj v delovnih in nedelovnih dneh v Kamniški Bistrici

3.1.7 VREME IN PROMETNA OBREMENITEV GOZDNIH CEST

Pomemben se nam je zdel tudi vpliv vremena na prometno obremenitev posameznih negozdarskih rab gozdnih cest. Zaradi zadostnega števila podatkov smo na primeru Kamniške Bistrice podrobno analizirali samo rekreacijo, turizem in planinstvo kot rabo gozdnih cest. V delovnih dneh in ob jasnem vremenu je približno 1/4 vseh vozil pripeljala zaradi rekreacije, ob deževnem vremenu pa kar 5-krat manj. Ob nedelovnih dnevih je več kot 3/4 vseh vozil pripeljalo ob jasnem in pretežno jasnem vremenu, kar je bistveno več kot v delovnih dneh (manj kot 1/3 vseh vozil). Očitna je tudi razlika znotraj delovnih in nedelovnih dni v Kamniški Bistrici, ki je prikazana v preglednici 5.

V jasnih in pretežno jasnih delovnih dneh smo evidentirali bistveno različni (večji) delež vozil kot v slabšem vremenu. Razlika je največja v primerjavi z oblačnim in deževnim vremenom. V nedelovnih dneh je razlika dokazana samo v primerjavi deleža vozil, ki so pripeljala v jasnem vremenu z vsemi ostalimi vremenskimi oblikami.

Preglednica 5: Delež evidentiranih vozil, ki so pripeljala v Kamniško Bistrico zaradi rekreacije in odvisnost od vremena

VREME	Delež vozil, ki so pripeljala zaradi rekreacije (%)		Z-vrednost
	Delovnik	Nedelovnik	
jasno	24.5	59.3	-6.88***
pret. jasno	6.9	18.1	-3.40***
pret. oblačno	5.9	0	X
oblačno	6.9	4.2	0.98
deževno	4.9	7.5	-1.00
	n=102	n=332	

kjer pomeni: X primerjava ni možna oz. ni smiselna
 * zanesljivost s tveganjem p=5%
 ** zanesljivost s tveganjem p=1%
 *** zanesljivost s tveganjem p=0.1%

Preglednica 6: Značilnost razlik v deležu evidentiranih vozil (Z-test) pri nekaterih oblikah vremena v Kamniški Bistrici

VREME	Jasno	Pretežno jasno	Pretežno oblačno	Oblačno	Deževno
Delovnik - rekreacija					
Jasno	X	X	X	X	X
Pretežno jasno	12.01***	X	X	X	X
Pretežno oblačno	X	X	X	X	X
Oblačno	18.89***	5.83***	X	X	X
Deževno	16.91***	4.13***	X	-1.81	X
Nedelovnik - rekreacija					
Jasno	X	X	X	X	X
Pretežno jasno	3.54***	X	X	X	X
Pretežno oblačno	3.81***	0.29	X	X	X
Oblačno	6.54***	0	-0.29	X	X
Deževno	4.09***	0.88	0.31	0.6	X

kjer pomeni: X primerjava ni možna oz. ni smiselna
 * zanesljivost s tveganjem p=5%
 ** zanesljivost s tveganjem p=1%
 *** zanesljivost s tveganjem p=0.1%

Zaradi (v tem primeru) vsebinsko lahko dvoumnega relativnega predstavljanja deležev skupnega števila vozil, smo dodatno analizirali še absolutno število evidentiranih vozil. S tem smo odstranili relativnost podatkov, ki lahko v določenih primerih zamegljujejo celotno situacijo. To še posebej velja, če so

števíla, od katerih računamo deleže med seboj zelo različna. Nekateri izračunani deleži so zaradi tega lahko v odstotokih različni ali pa enaki med seboj, absolutno gledano pa je lahko ravno obratno. Zaradi proučevanja vpliva vremena na prometno obremenitev gozdnih cest z javnim prometom, smo izračunali povprečno število evidentiranih vozil pri vsaki vrsti vremena ter ločeno za delovne in nedelovne dneve. Rezultati so prikazani v preglednici 7.

Lepo je vidno upadanje povprečnega dnevnega števila vozil s slabšanjem vremena. Pri jasnem vremenu smo evidentirali povprečno po 30 vozil na delovni dan, pri oblačnem samo 12, pri deževnem pa le še 7 vozil. Izjema je snemalni delovni dan, ko je snežilo in je pripeljalo samo eno vozilo. V nedelovnih dneh je v jasnih in pretežno jasnih dneh pripeljalo kar 5-krat več vozil kot pri oblačnem oz. 7-krat več vozil kot pri deževnem vremenu. Ti rezultati dokazujejo, da ima za negozdarski promet (v tem primeru skoraj izključno rekreacija, planinstvo) vreme odločilni pomen poleg vrste dneva (delovni oz. nedelovni).

Preglednica 7: Povprečno dnevno število evidentiranih vozil in vreme v Kamniški Bistrici

VREME	Povprečno dnevno število evidentiranih vozil (n)	
	Delovnik	Nedelovnik
Jasno	30.3	75.0
Pretežno jasno	24.0	75.0
Pretežno oblačno	22.0	X
Obláčno	12.0	30.0
Deževno	6.7	21.7
Sneg	1.0	X

3.2 Gozdarski promet v Kamniški Bistrici

V naključno izbranih snemalnih dnevih praktično nismo ugotovili nobenega prometa, ki bi nastal zaradi gospodarjenja z gozdovi. Ker pa gozdarska raba zanesljivo obstaja, smo jo poskušali kvantificirati na drug način. Iz podatkov o površini gozdov, ki gravitirajo na gozdne ceste ter njihovem etatu, smo skušali sklepati na minimalno potrebno število prihodov v gozd zaradi gospodarjenja z njim. Pri tem smo upoštevali dela pri gozdnogospodarskem načrtovanju, odkazilu, obnovi, negi in varstvu gozda, sečnji in spravilu, prevozu in drugih strokovnih opravilih. Za skupni imenovalec smo izbrali povprečno potrebno število prihodov na 1 ha gozda v enem letu zaradi gospodarjenja z njim. V ta

namen smo izdelali računalniški algoritem, ki pri posameznih gozdarskih delih upošteva priznane oz. povprečne normative. Iz podatkov v gozdnogospodarskih načrtih smo izračunali tako površino kot povprečni letni posek. Iz literature pa smo uporabili normative za posamezna gozdarska dela in rezultate oz. metodiko dosedanjih raziskav (POTOČNIK/ŠINKO/WINKLER 1991). Vse relevantne značilnosti za izračun gozdarske prometne obremenitve so zbrane v preglednici 8.

Iz navedenih podatkov smo izračunali povprečno letno potrebno število prihodov v gozd zaradi gospodarjenja z njim. Na objektu v Kamniški Bistrici smo tako izračunali, da zaradi gospodarjenja z gozdovi povprečno letno pripelje 281 vozil, od katerih je 154 (54.8%) tovornih. Na opazovalni točki znaša tako prometna obremenitev zaradi gospodarjenja z gozdovi 562 vozil letno. Pri teh izračunih smo upoštevali, da vse sortimente odpeljemo iz izbranega objekta mimo točke, kjer smo ugotavljali prometno obremenitev.

Preglednica 8: Potrebni podatki in normativi del za izračun gozdarske prometne obremenitve v Kamniški Bistrici

Lastništvo	100% državna last
Površina gozdov	513 ha
Lesna zaloga	209 m ³ /ha
Letni posek	2.1 m ³ /ha
Struktura poseka (igl. list)	45% : 55%
Sečnja	igl.: 10.7 m ³ /dan lis.: 12.6 m ³ /dan
Prevoz lesa	solo kamion (7 m ³)
Spravilo	adapt. traktor IMT 560 igl.: 22.6 m ³ /dan lis.: 16.6 m ³ /dan
Gozdnogospodarsko načrt.	0.33 h/ha
Obnova, nega, varstvo	0.68 h/m ³
Odkazilo	0.113 h/m ³

Če domnevamo, da se vsa proizvodnja v gozdu odvija kar celo leto, to pomeni povprečno dnevno prometno obremenitev 1.5 vozila v Kamniški Bistrici. Če pa enak izračun naredimo z dejansko izkoriščenimi dnevi za delo v gozdu (okoli 182 dni letno (KOŠIR in sod. 1993), znaša prometna obremenitev zaradi gozdarske rabe 3.1 vozila/dan.

3.3 Gozdarska in negozdarska prometna obremenitev

Ključnega pomena za raziskavo se nam je zdela primerjava med prometnimi obremenitvami na terenskih objektih, ki nastajajo zaradi gozdarske oz. negozdarske rabe gozdnih cest. Zavedati pa se moramo, da zaradi povsem objektivnih razlogov, nismo mogli ugotoviti gozdarske in negozdarske prometne obremenitve na enak način. Pri ugotavljanju negozdarske prometne obremenitve smo uporabili kombinirano vzorčno metodo štetja prometa in anketiranja voznikov, pri ugotavljanju gozdarske prometne obremenitve pa smo morali prolongirati nekatere kazalce gospodarjenja z gozdom. Vsi rezultati, dobljeni na omenjena načina, so obremenjeni z določeno napako, o njeni velikosti pa lahko le domnevamo. Promet po gozdu je take narave, da nanj vplivajo tudi zunanji dejavniki - od povsem tehničnih do socioloških. V tem smislu tudi interpretiramo rezultate raziskave.

Ugotovili smo, da je gozdarska prometna obremenitev na opazovalni točki v Kamniški Bistrici znašala 562 vozil letno oz. 1.5 vozila na vsak dan v letu. Ker pa izbrani terenski objekt ni vse leto prometno izkoriščen in je za gozdarstvo uporabnih le 182 dni letno, smo izračunali prometno obremenitev 3.1 vozila na gozdarsko izkoriščen dan. Če rezultat primerjamo z ugotovitvami analize negozdarskega prometa ugotovimo, da je gozdarski promet precej manj intenziven od negozdarskega. Pri slednjem smo namreč ugotovili povprečno prometno obremenitev v delovnih dneh 16 vozil/dan oz. v nedelovnih dneh pa kar 56 vozil/dan.

4 RAZPRAVA

Z izbranim terenskim objektom v bližini Ljubljane smo zajeli ekstremni primer negozdarske rabe gozdnih cest. Gozdarstvo je prisotno in pomembno tako v gospodarskem kot prometnem smislu, vendar pa je v primerjavi z drugimi rabami gozdnega prostora in s tem gozdnih cest vsaj šele na drugem oz. tretjem mestu relativne pomembnosti. V Kamniški Bistrici je poudarjena rekreativno-turistična raba gozdnih cest.

Ugotovitve raziskave bi se morale odražati v bodočem gospodarjenju z gozdnimi cestami na območju Kamniške Bistrice ter v Sloveniji nasploh in njihovi

kategorizaciji. Le-ta bo morala upoštevati tudi tako specifične in poudarjene negozdarske rabe gozdnih cest, kot smo jih ugotovili na primeru Kamniške Bistrice.

Gozdne ceste s poudarjenim in večinskim negozdarskim prometom morajo zadostiti višjim standardom vzdrževanja, prevoznosti, opreme in signalizacije. V takih primerih bo potrebno zagotoviti tudi dodatna sredstva (od zainteresiranih negozdarskih uporabnikov oz. sistemsko) za zagotavljanje višjega standarda gozdnih cest, kajti gozdarstvo s sedanjim sistemom zbiranja sredstev za njihovo vzdrževanje tem zahtevam zanesljivo ne bo kos.

5 POVZETEK

Za gospodarjenje z gozdom so potrebne gozdne prometnice med katerimi so gozdne ceste najpomembnejše, ker predstavljajo osnovo za povezovanje drugih prometnic v gozdu. V mnogonamenskem gozdu morajo biti tudi gozdne ceste mnogonamenske, čeprav je lesnoproizvodna raba gozdnih cest v povprečju še vedno večinska. Prometno bolj obremenjene gozdne ceste morajo zadostiti zahtevnejšim pogojem glede kvalitete, vzdrževanja, prevoznosti, opreme itd., prometno manj obremenjene gozdne ceste pa so lahko do neke mere bolj preproste.

Kot primer poudarjenih negozdarskih rab gozdnih cest smo izbrali Kamniško Bistrico - del od planinskega doma v smeri proti koncu doline. Snemanja so bila opravljena v letu 1994.

Časovna analiza prihodov in odhodov vozil iz sistema gozdnih cest v Kamniški Bistrici je pokazala na razlike med delovnimi in nedelovnimi dnevi. V delovnih dneh je delež prihodov do 13. ure konstanten, popoldan pa enakomerno pada. Deleži odhodov rastejo do 13. in 14. ure, zatem pa se zmanjšujejo do večernih ur. Ob ne delovnikih je izrazita konica prihodov v jutranjih urah in se ponovi še med 14. in 15. uro. Krivulja odhodov ima vrh med 14. in 16. uro.

Osebni avtomobili so najpogostejša vozila, ki smo jih evidentirali: v delovnih dneh jih je bilo povprečno 75 %. V ne delovnih dneh je delež osebnih vozil

narasel prek 90 % vseh evidentiranih vozil. V delovnih dneh smo evidentirali povprečno 16 vozil, v ne delovnih povprečno 56 vozil.

Posamezniki so najpogostejši uporabniki gozdnih cest. V delovnih dneh jih je 60%, v ne delovnih dneh jih je bilo le še 1/3, povečalo pa se je število parov in družin.

Delež negozdarskih rab gozdnih cest je pomemben. V Kamniški Bistrici je v delovnih dneh polovica vozil prispela zaradi rekreacije, planinstva in turizma, v ne delovnih dneh je bilo takih vozil povprečno 4/5.

V ne delovnih dneh se značilno poveča promet do turistično in rekreativno najbolj zanimivih točk oz. objektov.

V delovnih dneh v Kamniško Bistrico hodijo obiskovalci, ki jo relativno pogosto obiskujejo: tedensko do nekajkrat letno. V ne delovnih dneh je največ (1/8) obiskovalcev, ki prihajajo le enkrat letno.

Pomemben se nam je zdel tudi vpliv vremena na prometno obremenitev gozdnih cest. V Kamniški Bistrici smo pri jasnem vremenu evidentirali povprečno po 30 vozil na delovni dan, pri oblačnem 12, pri deževnem pa le še 7 vozil. V ne delovnih dneh je pri jasnem vremenu pripeljalo 5 krat več vozil kot pri oblačnem oz. 7 krat več kot pri deževnem vremenu. Za negozdarsko rabo gozdnih cest (v tem primeru rekreacija in planinstvo) je vreme torej odločilnega pomena.

Gozdarsko prometno obremenitev smo izračunali na osnovi potrebnega števila prihodov na 1 ha gozda letno. Če pri izračunih upoštevamo 182 dejansko uporabnih dni za delo v gozdu, znaša prometna obremenitev zaradi gozdarske rabe gozdnih cest v Kamniški Bistrici 3.1 vozila na dan.

Gozdarski promet v Kamniški Bistrici je v primerjavi z negozdarskim manj pomemben. Bodoče gospodarjenje z gozdnimi cestami na območju Kamniške Bistrice ter v Sloveniji nasploh bo moralo upoštevati tudi lokalno pomembne negozdarske rabe gozdnih cest.

Gozdne ceste s poudarjenim in večinskim negozdarskim prometom morajo zadostiti višjim standardom vzdrževanja, prevoznosti, opreme in signalizacije, katerih pa gozdarstvo samc ne bo moglo zagotoviti.

SUMMARY

For the forest economy the forest communications are necessary and between them the forest roads are the most important because they present the base for the connection of other communications in the forest. Also the forest roads should be multiplied in the multiplied forest, although the use of woodworking industry of the forest roads occupies the biggest part on average. More loaded forest roads by traffic must meet more required conditions regarding quality, maintenance, transport, equipment etc, less loaded forest roads by traffic can be more primitive in such way. Kamniška Bistrica-part of mountainous home in the direction towards the end of valley was chosen as the example of stressed non-forestry use of the forest roads. The snapshotings were done in 1994.

The time analysis of vehicle arrivals and departures showed the differences between working and non-working days on the forest roads near Kamniška Bistrica. In working days the share of arrivals is constant till 1 o' clock p.m., in the afternoon it is falling. The shares of departures are growing up till 1-2 o'clock p.m., after this they are lowering till the evening hours. The extreme jam of arrivals is morning hours on non-working days which repeats again between 2 and 3 o' clock. The curved line of departures reaches the peak between 2 and 4 o' clock. Personal cars are the most frequent vehicles which were controlled: in working days 75%, in non-working days the share of personal cars raised over 90% of all checked vehicles. On working days on average 16 vehicles were checked, on non-working days 56 ones on average.

Individuals are the most frequent users of the forest roads. On working days 60% of them are there, on non-working days only 1/3, the number of couples and families has raised.

The proportion of non-forestry use of the forest roads is important. To Kamniška Bistrica the half of vehicles arrived because of recreation, mountaineering and

tourism on working days and on average 4/5 of them arrived on non-working days.

On non-working days the traffic increases to the tourist and recreation most interesting objects or points on non-working days.

On working days the frequent visitors come to Kamniška Bistrica, they visit it weekly or sometimes yearly. On non-working the most (1/8) visitors come there and they come only once a year.

The influence of the weather is seemed also very important on the load forest roads by traffic. In Kamniška Bistrica on average 30 vehicles were controlled at clear weather on working days, at cloudy 12, at rainy only 7 of them. On non-working days at fine weather 5-times more vehicles arrived than at cloudy or seven times more than at rainy weather. For non-forestry use of the forest roads (in this case the recreation and the mountaineering) has the important meaning.

The forest traffic loading was counted up on the base of necessary number of arrivals to 1 hectare of the forest a year. If 182 definite used days for working in the forest are considered by counting up, the traffic load because of forestry use of the forest use amounts 3,1 vehicles in Kamniška Bistrica a day.

The forest traffic in Kamniška Bistrica is comparatively less important than non-forestry. The economy with the forest roads in the future in Kamniška Bistrica and in Slovenia will have to consider also the local important non-forest use of the forest roads. The forest roads with the stressed and most non-forest traffic must satisfy the higher standards of the maintenance, the transport, the equipment and the installation of road signs what the forestry only cannot assure.

VIRI

- BRANK, L., 1994. Kategorizacija javnih cest za potrebe gospodarjenja s cestami.- Zbornik referatov 2. slovenskega kongresa o cestah in prometu, Portorož, 26.-28. oktober 1994, s. 71 - 77.
- DIETZ, P. / KNIGGE, W. / LOEFFLER, H., 1984. Walderschliessung.- Verlag Paul Parey, Hamburg, 426 s.
- DOBRE, A., 1994. Gozdne prometnice.- Skeletno študijsko gradivo, Biotehniška fakuleta Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 70 s.
- DOBRE, A., 1989. Putevi za prijevoz drva u Sloveniji i njihovo prometno opterećenje.- Mehanizacija šumarstva, 7-8, s. 135 - 139.
- 1989. Gozdnogospodarski načrt GE Kamniška Bistrica 1989 - 1998.- GG Ljubljana, Ljubljana, 87 s.
- HIRT, R., 1981. Unterhalt von Wald und Güterstrassen: Bedeutung, Systematik, Planung und Ausführung.- Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen., 8, s. 673 - 682.
- JELIČIĆ, V., 1988. Otvaranje šuma i savremeni transport drveta.- Beograd, 63 s.
- KAČIČ, A., 1994. Pričakovana varnost cest najvišjega reda.- Zbornik referatov 2. slovenskega kongresa o cestah in prometu, Portorož, 26.-28. oktober 1994, s. 87 - 91.
- KOŠIR, B. in sod., 1993. Stanje mehanizacije ter storilnosti in izkoriščanja delovnega časa delavcev v neposredni proizvodnji gozdarstva R Slovenije konec leta 1992.- Strokovna in znanstvena dela 114, Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, 86 s.
- KUONEN, V., 1983. Wald und Güterstrassen.- Pfaffhausen, s. 743.
- PATERSON, W. / MCFARLANE, H. / DOHANEY, W., 1976. Standard classification for forest roads.- Technical Report, Forest Engineering Research Institute of Canada, 9, 28 s.
- POTOČNIK, I. / ŠINKO, M. / WNKLER, I. 1991. Ekonomska narava naložb v gozdne ceste.- Zbornik gozdarstva in lesarstva 38, s. 199 - 234.
- POTOČNIK, I., 1993. Poškodbe zgornjega ustroja gozdnih cest.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 42, s. 217 - 235.
- POTOČNIK, I., 1994. Periodično vzdrževanje gozdnih cest.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 44, 1994, s. 107 - 124.
- 1996. Program trajnostnega razvoja gozdov v Sloveniji.- Ur. l. RS št. 14-632/96.

- RODOŠEK, V., 1994. Zimsko vzdrževanje cest in prometna varnost.- Zbornik referatov 2. slovenskega kongresa o cestah in prometu, Portorož, 26.-28. oktober 1994, s. 107 - 111.
- SKAAR, R., 1972. Construction standards in relation to forest road traffic intensity, vehicle type, size and weight: sight lines, superelevations and curve radii of forest truck roads.- ECE/FAO/ILO Joint Committee on Forest Working Techniques and Training of Forest Workers, No. LOG/SYMP. 6/7, 16 s.
- 1982. Smernice za projektiranje gozdnih cest.- Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 63 s.
- 1989. Tehnički uvjeti za gospodarske ceste.- Znanstveni savjet za promet jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Zagreb, 76 s.
- ZATLER-ZUPANČIČ, B. / PEROVIC-MAROLT, J., 1994. Standardizacija za področje cestogradnje.- Zbornik referatov 2. slovenskega kongresa o cestah in prometu, Portorož, 26. - 28. oktober 1994, s. 83 - 86.
- 1994. Zakon o gozdovih s komentarjem.- RS Ministrstvo za kmetijstvo in gozdarstvo, Ljubljana, 43 s.

PHYTON

ANNALES REI BOTANICAE

FUNDATORES:

PROF. DR. F. WEBER † (GRAZ) et PROF. DR. F. J. WIDDER † (GRAZ)

EDITORES ET REDACTORES:

PROF. DR. D. GRILL et PROF. DR. H. TEPPNER

VOL. 36 (FASC. 3), Special Edition

BIOINDICATION OF STRESS IN FOREST TREES
AND FOREST ECOSYSTEMS

H. KRAIGHER, F. BATIC, H. GUTTENBERGER, D. GRILL, R. AGERER & D. E. HANKE



HORN (AUSTRIA)

APUD FERDINANDUM BERGER & FIL.

1996

PHYTON 36 (3) (1) - (188)

15. 9. 1996

ISSN 035023 135 3



Contents

TAUSZ M., BATIĆ F. & GRILL D.:	(7)
Bioindication at Forest Sites - Concepts, Practice, and Outlook	
BYTNEROWICZ A.:	(15)
Physiological Aspects of Air Pollution Stress in Forests	
SHEPPARD L.J.:	(23)
How Reproducible are the Reactions of Stress Indicators for Sitka Spruce Treated with Acid Mist?	
TAUSZ M., GRILL D. & GUTTENBERGER H.:	(31)
The Use of Physiological Parameters of Spruce Needles as a Bioindication Tool	
TORELLI N., ČUFAR K. & OVEN P.:	(35)
Bioelectrical Characterization of Tree Conditions and Slime Cells in the Bark as Possible Symptoms of Silver Fir Decline	
KRŽAJ B. & ŠTUPAR J.:	(39)
Potassium Content in Living Bark, Cambium and Wood in Relation to Electrical Resistance and Tree Condition in the Silver Fir (<i>Abies alba</i> Mill.)	
RIBARIĆ LASNIK C., BATIĆ F. & GRILL D.:	(43)
Investigation of Physiological Responses in Norway Spruce Needles to Natural and Anthropogenic Factors	
BAVCON J. & GOGALA N.:	(47)
The Influence of UV-B Irradiation on the Mitotic Activity in <i>Picea abies</i> (L.) Karst.	
LUCAS P. W. & WOLFENDEN J.:	(51)
The Role of Plant Hormones as Modifiers of Sensitivity to Air Pollutants	
KRAIGHER H. & HANKE D. E.:	(57)
Cytokinins in Norway Spruce Seedlings and Forest Soil Pollution	
MARSCHNER H.:	(61)
Mineral Nutrient Acquisition in Nonmycorrhizal and Mycorrhizal Plants	
CUDLÍN P. & CHMELÍKOVÁ E.:	(69)
Degradation and Restoration Processes in Crowns and Fine Roots of Polluted Montane Norway Spruce Ecosystems	
VOĐNIK D., BOŽIĆ M., GOGALA N. & GABROVŠEK K.:	(77)
Growth Response of Ectomycorrhizal Norway Spruce Seedlings Transplanted on Lead - Polluted Soil	
SIMONČIĆ P. & KALAN P.:	(81)
Annual Pattern of Sulphur Content in Spruce Needles from Heavily and Less Polluted Areas	
BATIĆ F. & MAYRHOFER H.:	(85)
Bioindication of Air Pollution by Epiphytic Lichens in Forest Decline Studies in Slovenia	

JERAN Z., JAČIMOVIĆ R., SMODIŠ B. & BATIČ F.: The Use of Lichens in Atmospheric Trace Element Deposition Studies in Slovenia.....	(91)
JUNG T. & BLASCHKE H.: <i>Phytophthora</i> Root Rot in Declining Forest Trees	(95)
MAGAN N. & SMITH M. K.: Isolation of the Endophytes <i>Lophodermium piceae</i> and <i>Rhizosphaera kalkhoffii</i> from Sitka Spruce Needles in Poor and Good Growth Sites and in vitro Effects of Environmental Factors.....	(103)
JURC M., JURC D., GOGALA N. & SIMONČIČ P.: Air Pollution and Fungal Endophytes in Needles of Austrian Pine.....	(111)
KRAIGHER H., BATIČ F. & AGERER R.: Types of Ectomycorrhizae and Mycobiomindication of Forest Site Pollution.....	(115)
HERRMANN R.G., BUSCH W., HOHMANN J., WANNER G. & MARTIN R.L.: Molecular and Cytogenetic Mapping of Plant Genomes	(121)
MORGANTE M., PFEIFFER A., COSTACURTA A. & OLIVIERI A.M.: Molecular Tools for Population and Ecological Genetics in Coniferous Trees.....	(129)
BESENDORFER V., ZOLDOŠ V., PEŠKAN T., KRŠNIK-RASOL M., LITVAY T. & PAPEŠ D.: Identification of Potential Cytogenetical and Biochemical Markers in Bioindication of Common Oak Forests.....	(139)
GUTTENBERGER H., MÜLLER M. & GRILL D.: Cytogenetic Studies on Norway Spruce (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.)	(147)
SINKOVIČ T., BATIČ F., JAVORNIK B. & GUTTENBERGER H.: Detection of Interspecies Hybrids in Plants by Fluorescence in situ Hybridization, Using Total Genomic DNA as a Probe.....	(155)
ROGL S., JAVORNIK B., SINKOVIČ T. & BATIČ F.: Characterization of Oak (<i>Quercus</i> L.) Seed Proteins by Electrophoresis	(159)
ROGINA D. & DRUŠKOVIČ B.: The Influence of Altitude and Exposition on the Degree of Cytogenetic Damage to Norway Spruce (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.) in Slovenia	(163)
KOVAČ M.: Ten Years of Forest Decline Inventory in Slovenia - an Overview	(167)
BOGATAJ N.: Some Aspects of Interpretation of Forest Trees Defoliation Data	(171)
KRČ J.: Application of Forest Inventory Databases in Computer Simulations	(175)
ROBEK R. & MATTHIES D.: Soil and Tree Disturbances Due to Forest Operations - an Unresolved, Interdisciplinary Issue.....	(181)
INSTRUCTIONS TO AUTHORS	(187)

Phyton (Horn, Austria) Special issue: "Bioindication ..."	Vol. 36	Fasc. 3	(181)-(186)	15.09.96
---	---------	---------	-------------	----------

Soil and Tree Disturbances Due to Forest Operations - an Unresolved, Interdisciplinary Issue

By

ROBERT ROBEK¹⁾ & DIETMAR MATTHIES²⁾

Key words: Forest operations, soil disturbances, tree damages, environment protection.

Summary

ROBEK R. & MATTHIES D. 1996. Soil and tree disturbances due to forest operations - an unresolved, interdisciplinary issue. - *Phyton* (Horn, Austria) 36 (3): (181) - (186).

Forest soils are a crucial node for the various environmental and technological processes in the managed forest. In the paper authors review the complexity of the impacts on the forest ecosystem caused by road construction and logging operations and discuss the future research activities in that field. The interdisciplinary approach is emphasized and research priorities are suggested. The studies are needed where structural parameters of the soils are related to the plant vitality. This will help us to understand the forests response on the impacts and enable us to develop the practical techniques for soil and stand protection during forest operations.

Introduction

Forest soils are a world in themselves and a crucial node for the various environmental and technological processes in the managed forest. Undisturbed soils contribute vitally to the effective retention of the material and energy flow through forests. Such conception has been mostly recognized through mistakes during work in managed forests, where additional and often contradictory objectives have to be met, unfortunately not without consequences for the soil and trees.

The scientific response to that problem during the last twenty years produced an enormous quantity of studies, which have been trying to enlighten particular aspects of the forest operations' impact on forests. Today, excellent summaries about soil compaction (HILDEBRAND 1991, WASTERLUND 1994), soil erosion and mass movement (STANDISH & al. 1988), water quality and quantity

¹⁾ Slovenian Forestry Institute, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenia.

²⁾ Lehrstuhl für forstliche Arbeitswissenschaft und angewandte Informatik der Ludwig-Maximilians Universität, München, Hohenbacherstrasse 22, Freising, Germany.

changes (ADAMS & RINGER 1994) and vegetation damages (MENG 1978, BUTORA & SCHWAGER 1986) exist, however the puzzle is far from being solved.

The purpose of this paper is to inform the scientists from related fields with the research needs, to warn against overestimating the particular aspects of the subject and thereby encourage the synthesis that is urgently needed.

Forest technique - the source of disturbances

Construction works in the forest, site preparation and logging operations are the primary cause of mechanical impacts on site and to the stands. They all occur in the 'same forest' hence they have to be evaluated simultaneously.

Logging is the most costly phase of the wood transport. It determines the extent, the structure and the layout of permanent and temporary roads in order to minimize transportation, construction and maintenance costs. Due to the steadily rising costs of labor, logging has been mechanized and today the majority of the timber extraction is done by tracked or wheeled vehicles. This trend will continue in the future, even though the silvicultural practice will be pushed towards selective cuttings. Increased traffic on the roadless areas of lighter machines is expected in the future (WASTERLUND 1995), therefore the impacts will continue to cumulate in the forests.

Environmentally friendly machines already exist, however they can not be used in many forests due to technical and/or economic conditions. Regardless of further development of forestry machines, forests under small scale private ownership will continue to be affected yearly by inadequate machinery on ineffective road networks (ROBEK 1994). Forest operations in 'action' are actually the last step, where all mistakes in planning, approving and training can not be corrected nor hidden. Contemporary methods for quality control in forest operations are too trivial to precisely address the impacts or not adapted for practical work.

Forest site responses to soil disturbances

Effects on soils

Natural forest soils have a complex layered structure, containing obstacles like roots or stones and are always covered with organic material. As a reaction to the dynamic forces of vehicle and load, the morphological disturbances of the topsoil (displacement, mixing, rutting) and/or structural disturbances of the mineral soil occur.

The areal extend of the visual soil disturbances in selective cutting can range from 5 - 30% (STANDISH & al. 1988) after single action. With next cuttings it can increase due to previous disturbances and decrease due to natural recovery. The temporal dynamic of the surface disturbances is up to 10 years, if they are not supported by severe structural disturbances of the mineral soil.

Visual disturbances do not reflect structural changes. The former can extend beyond the contact area and vary with depth. The degree of the structural disturbances depends on many factors (soil moisture, contact pressure, texture, obstacles) and it should be expressed with various parameters (dry density,

penetration resistance, macroporosity, air permeability, gas diffusivity, ...). As a rule of thumb we can say that a machine with less than 50 kPa static pressure will not cause structural disturbances, when operated under the soil moisture below field capacity (MATTHIES & al. 1995). Otherwise severe disturbances can be expected and they can persist for decades.

Effects on trees

Disturbed soil is also the substrate for tree growth and the roots are the most severely affected, since they have to develop in an altered environment. Roots simply need water, nutrients and oxygen at the same time and almost at the same place (HILDEBRAND 1994). They are not affected by the disturbed structure itself, but by the processes that depend upon the structure. The major part of the net photosynthesis is used below ground for the continuous replacement of small dying roots, for which the oxygen is needed. The small roots are 'engaged' with the mycorrhizae fungi that protects tree roots against pathogens. What happens with the short root's turnover in compacted soils and what it means for the tree's vitality and growth we do not know.

The fine and medium roots beneath the surface can be torn away during traffic movements, but wounds on the roots with a diameter of over 20 mm in the root collar region are crucial for rot formation. Since the machines operate in the stand the wounds also cumulate on the stem, usually up to 1 meter high. They may reduce the wood quality, cause tree rot, reduce growth and decrease income by up to 15% (MENG 1978). The responses of the tree growth on harvesting impacts are seldom straightforward due to numerous influencing factors. Edge effects of trees standing next to skid trails interfere with the growth decline due to rot formation and root damages can be compensated due to more light and free soil space on the track side. If we also take into account the tree's different requirement during its long life we will find that generalizing the results from the tree to the stand may be very hazardous.

Effects on other vegetation and fauna

We have very little data about the disturbance responses on non-commercial vegetation. The responses are faster and more dynamic but they are difficult to detect and evaluate. An even faster response can be observed in pedofauna, but very few studies so far have concentrated on this topic. In both cases the soils natural variability usually exceeds the disturbance effects itself. The impacts on forest fauna, the large areas of forest have to be taken into account and than the contribution of harvesting operations to the observed effect in populations is very difficult to prove and judge.

Effects on management goals

In managed forests environmental and social objectives have to be reached beside timber supply. Several catchment studies have shown that we hardly charge solely forest operations for the changes in water quality and

quantity. The increased water peaks and sediment yields are evident in large scale clearcuts but in the selective cuttings the results are not consistent. The same can be said about the relations with the other management goals. We can agree on large impacts but we are not able to fine tune forest operations on the basis of existing knowledge.

Challenges and priorities

It is obvious that practical environmental protection is a matter of economics, where a minimax task has to be solved. Although some countries have set allowed soil disturbance standards on the basis of the soil physical parameters, they are often argued, rarely controlled and never taxed. We must first understand the vegetation response on harvesting impacts, therefore more studies are needed where structural parameters are related to the plant vitality. Recent improvements in soil analytical methods have encouraged us to relate the physical parameters with the plant physiology. This task has, in our opinion, the outmost priority and the question can not be solved without tight cooperation between technical and biological sciences. The nature of the forest response should be the basis for holistic quality control in forestry.

The next level of the priority should be dedicated to the development of a set of practical guidelines and simple impact evaluation methods for forest practice. They have to summarize the existing knowledge although not simplify the phenomena. We have to introduce the impact vector into the forest management planning as well as in forest operations. The task should be done with cooperation between researchers, forest managers and forest extension services.

The last priority level is dedicated to fulfill the gaps in our knowledge about the enormous variability of the effects of the harvesting impacts on the forests, as well as to routine soil monitoring programs and to single aspects oriented studies.

Conclusion

All wood transport related activities increase the material and energy flow through the forest ecosystem. They are in contradiction with the 'essence' of the forest, therefore it is obvious that the disturbances can only be decreased but not avoided. But we have to look for another way round, too. In managed forests transport should be considered as an important, complex multi-objective oriented tool for achieving the goals within the ecosystem management, therefore creative progress in that field is really waiting for us. Do not hesitate!

References

- ADAMS P. W. & RINGER J. O. 1994. The effects of timber harvesting & forest roads on water quantity & quality in the Pacific Northwest. Summary & annotated bibliography. - Oregon State University, Forest engineering dept., 147 p.
- BUTORA A. & SCHWAGER G. 1986. Holzermeschäden in Durchforstungbeständen. - Berichte d. Eidgenössischen Anstalt für das Versuchswesen, Nr. 288, Birmensdorf, 42 p.

- HILDEBRAND E. E. 1991. Der Einfluss der Befahrung auf die Bodenfunktionen im Forststandort. - V: KWF - Bericht Nr 4. "Bodenschäden durch Forstmaschinen", 21 - 23 September 1987 Gross - Umstadt, Deutschland, 2. ed., 4, S. 35-50.
- 1994. Forest soil - medium for root growth. - In: Proceedings from IUFRO P3.08.00 Seminar Soil, tree, machine interaction, July 4-8, 1994, Feldafing, Germany, 14 p.
- MATTHIES D., WEIXLER H., GUGLHÖR W., LÖFFLER H. & REHFUESS K. E. 1995. Bodenuntersuchungen zu befahrungsbedingten Strukturveränderungen auf Waldstandorten in Bayern. Abschlußbericht zum Forschungsprojekt A30 des Kuratoriums der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwissenschaft. - Lehrstuhl für forstliche Arbeitswissenschaft und angewandte Informatik der Universität München, 121 p.
- MENG W. 1978. Baumverletzungen durch Transportvorgänge bei der Holzernte. Ausmass und Verteilung, Folgeschäden am Holz und Versuch ihrer Bewertung. - Schr.-R.d. Landesforstverwalt. Baden-Württemberg 53, 159 s.
- ROBEK R. 1994. The impact of small logging machines on forest soil porosity in Slovenia. - Paper prepared for IUFRO P3.08.00 Seminar "Soil, tree, machine Interaction, July 4-8, 1994, Feldafing, Germany, 3 p.
- STANDISH J. T., COMMANDEUR P. R. & SMITH R. B. 1988. Impacts of forest harvesting on physical properties of soils with reference to increased biomass recovery-a review. - Canadian Forestry Service, Information Report, BC-X-301. Pacific Forestry Centre, s. 24.
- WASTERLUND I. 1994. Forest responses to soil disturbances due to machine traffic. - In: Proceedings from IUFRO P3.08.00 Seminar Soil, tree, machine Interaction, July 4-8, 1994, Germany, 25 p.
- 1995. Forest harvesting systems friendly to the environment. Uppsater och Resultat nr. 277. - Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsteknik, 30 p.

UDK 630* 1/9 + 674 (06) (497.12) = 863
GDK 1 / 9 (06) (497.12) = 863

ISSN = 0351-3114

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
Oddelek za gozdarstvo & Oddelek za lesarstvo
Gozdarski inštitut Slovenije

ZBORNİK
gozdarstva in lesarstva
51

Tematska številka
KAKOVOST V GOZDARSTVU
2

Ljubljana 1996

GDK: 383.1:383.4--017

PREVERJANJE KAKOVOSTI VZDRŽEVANJA GOZDNIH CEST Z ANALIZO PREČNIH PROFILOV - MOŽNOSTI IN OMEJITVE

Robert ROBEK

Izvleček

Pojem kakovosti pri vzdrževanju gozdnih cest zajema kakovost odločitev pri načrtovanju ukrepov in kakovost izvedbe dela. V prispevku avtor predstavlja izvorno metodo in napravo za spremljanje stanja cestišča na podlagi spremljanja oblike prečnih profilov. Prikazan je primer analize vzdrževanja odseka gozdne ceste in primerjav nasutja materiala med odseki. Metoda daje dobre rezultate za poglobljene študije poškodb vozišč in kakovosti periodičnega vzdrževanja, zaradi velikega števila potrebnih meritev pa je manj primerna za operativno ocenjevanje kakovosti tekočega vzdrževanja.

Ključne besede: vzdrževanje, gozdna cesta, nadzor, kakovost, laserski profilomer

QUALITY CONTROL IN FOREST ROAD MAINTENANCE USING ANALYSIS OF CROSS-SECTION PROFILES - POSSIBILITIES AND LIMITATIONS

Abstract

Quality control in forest road maintenance includes the quality of a planning process and the quality of work performance. The paper presents a new method and equipment for a road section analysis on the basis of cross-section shapes of the profile. Results of an analysis of road maintenance and of a comparison of material distribution between road sections are presented. The method is suitable for causal studies of road damages and for the assessment of periodic road maintenance. But it is not really appropriate for an evaluation of annual maintenance due to a large number of measurements required.

Key words: maintenance, forest road, quality, control, laser level

1 UVOD

Gozdne ceste so eden od pogojev gospodarjenja z gozdnim prostorom in pomemben segment cestnega omrežja na slovenskem podeželju. Zagotavljanje primerne vzdrževanosti gozdnih cest narekuje vzpostavitev sistema vzdrževanja gozdnih cest, s katerim pravilno, racionalno in pravočasno izvedemo potrebna dela na celotnem omrežju. Kakovost odločitev na posamezni ravni načrtovanja vzdrževanja in kakovost izvedbe del, predstavljata pomembna cilja sistema vzdrževanja.

Z novim zakonom o gozdovih (1993) in ustanovitvijo Zavoda za gozdove so bili v Sloveniji ustvarjeni pogoji za oblikovanje sistema vzdrževanja gozdnih cest, ki ga bo v bodoče potrebno nadgrajevati z ukrepi za zagotavljanje kakovosti. Ti segajo od preverjanja meril za razdeljevanje sredstev za vzdrževanje po regijah, prek poenotenja meril za izbor vrste, obsega in prioritete vzdrževanja, do meril kakovosti izvedenih del in vgrajenih materialov. Gre za širok spekter nalog, ki zahtevajo objektivne in dolgotrajne analize. Očitno bomo kakovost pri vzdrževanju gozdnih cest povečevali postopno in ob kritičnem preverjanju izvedenih del, za kar je nujno potrebno razviti primerne metode.

2 SPREMLJANJE STANJA CESTNIH ODSEKOV Z ANALIZO PREČNIH PROFILOV

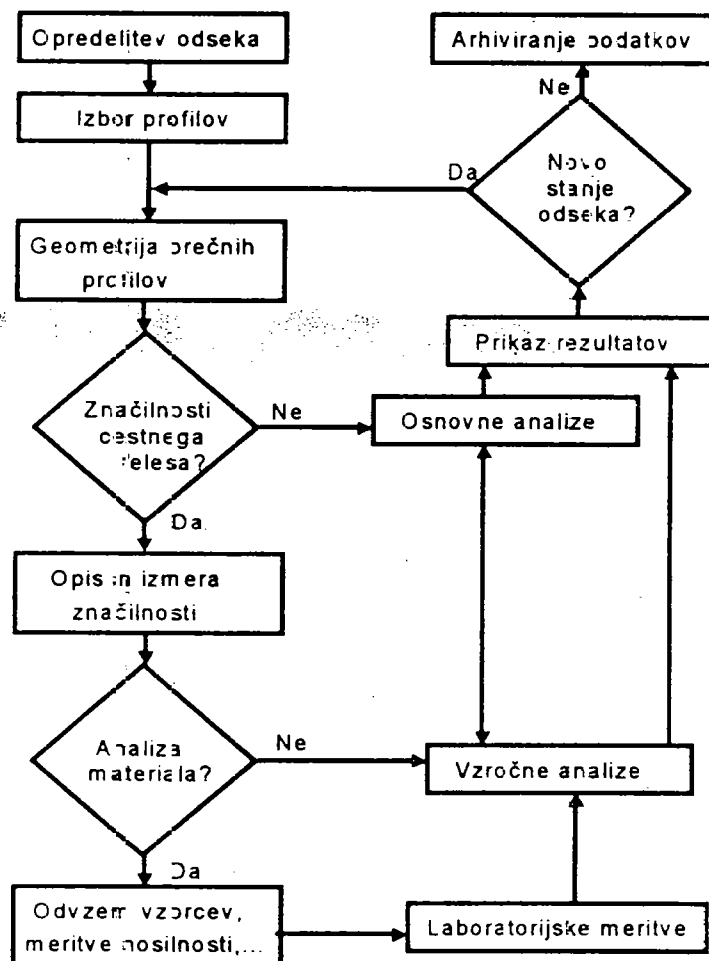
2.1 Večfazna analiza modelnih prečnih profilov cest (VAMP)

Stanje gozdnih prometnic se dinamično spreminja zaradi poškodb prometnice in naših posegov pri vzdrževanju. Najpogostejše so poškodbe vozišča zaradi obrabe pri prometu, deformacij ob zmanjšani nosilnosti cestnega telesa in sproženin v erozijskih procesih (KELLER 1989). Nastale spremembe je mogoče morfološko razvrščati in meriti. Morfološko razvrščanje deformacij je podlaga praktičnim tehnikam vrednotenja stanja, merjenje deformacij pa osnova za analizo vzrokov njihovega nastanka. Obe tehniki vrednotenja stanja sta bili v Sloveniji že uporabljeni tudi na gozdnih cestah (POTOČNIK 1993, REBULA 1991).

Da bi lahko proučevali vzroke pojavljanja deformacij ter učinke izvedenih vzdrževanih del, smo razvili metodo večstopenjske analize modelnih prečnih

profilov (VAMP). Njena zasnova in glavni sklopi so prikazani na sliki 1. Metoda temelji na dolgotrajnem spremljanju izbranih prečnih profilov na posameznih odsekih gozdnih cest v različnih geoklimatskih regijah Slovenije. Vsebuje do tri stopnje, pri čemer je vedno realizirana prva, preostale pa se izvajajo selektivno. Stopnje so naslednje:

1. analiza sprememb prečnih profilov gozdnih cest,
2. analiza sprememb stanja gozda ob prečnih profilih
3. analize materiala vozišč.



Slika 1: Diagram poteka spremljanja stanja cestnega odseka metodo VAMP.

Analiza sprememb prečnih profilov gozdnih cest ima poleg znanstvene vsebine tudi neposredno praktično uporabnost pri preverjanju nekaterih kazalcev kakovosti pri načrtovanju in izvajanju vzdrževanja gozdnih in ostalih makadamskih cest, zato jo predstavljamo.

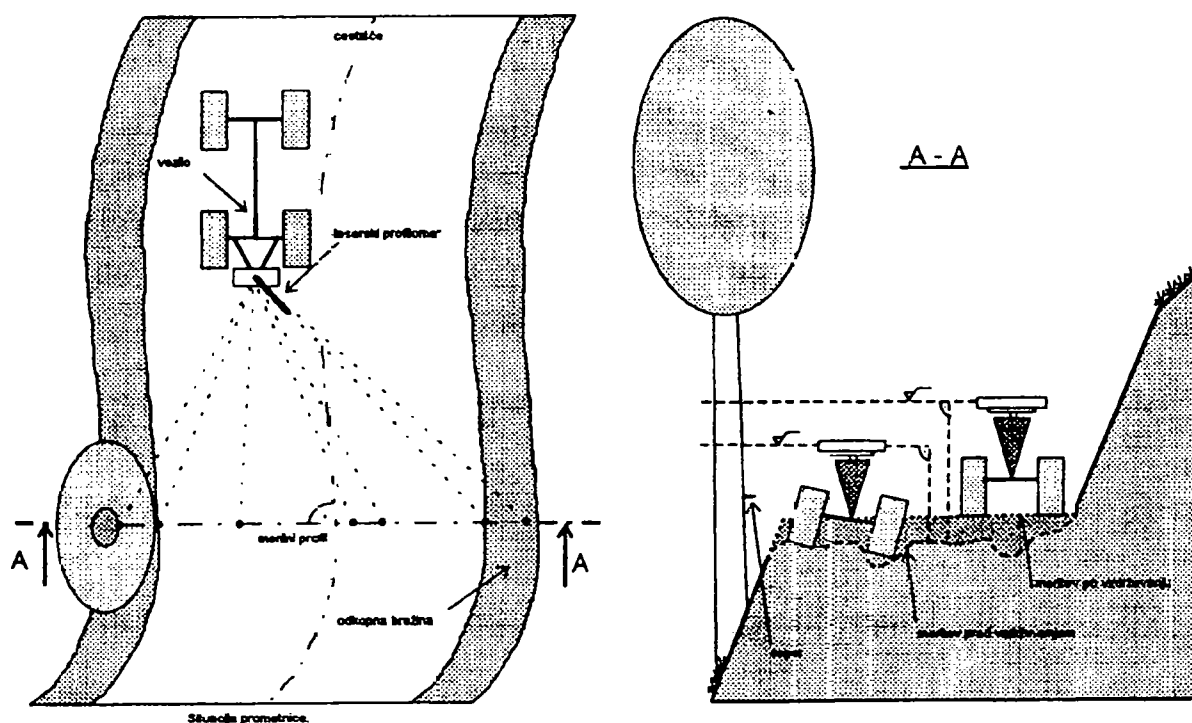
2.2 Analiza sprememb prečnih profilov gozdnih cest

Pri razvoju metode spremljanja oblike prečnega profila smo si postavili dve zahtevi:

- Ponovljivost meritev prečnih profilov z absolutno višinsko natančnostjo pod 1cm.
- Maksimalna poraba časa za posnetek enega stanja prečnega profila sme znašati največ 1 uro.

Zasnovali smo metodo dvajsetih točk, ki je prikazana na sliki 2 ter za njeno izvedbo skonstruirali, izdelali in testirali laserski profilomer, ki je prikazan na sliki 3. Bistvo metode je posnetek osmih fiksnih točk cestišča, do desetih prostih točk vozišča in dveh točk okolice prometnice v smeri pravokotnice na os prometnice, pri čemer ena točka leži ob vznožju reperja. Reper je v večini primerov drevo na brežini, na katerem je diskretno označena referenčna točka. Laserski profilomer je horizontirana in vrtljivo nameščena laserska libela, pritrjena na vlečno kljuko vozila. Meritve izvajata dva merilca, od katerih eden usmerja laserski snop in beleži podatke, drugi pa izbira točke profila in odčituje relativne koordinate točk na merilni lati.

Izdelan je bil program za računalniški vnos podatkov na terenu in niz programskih modulov za transformacije podatkov in izris prečnih profilov.



Slika 2: Shema poteka merjenja prečnega profila cestnega telesa.

3 REZULTATI

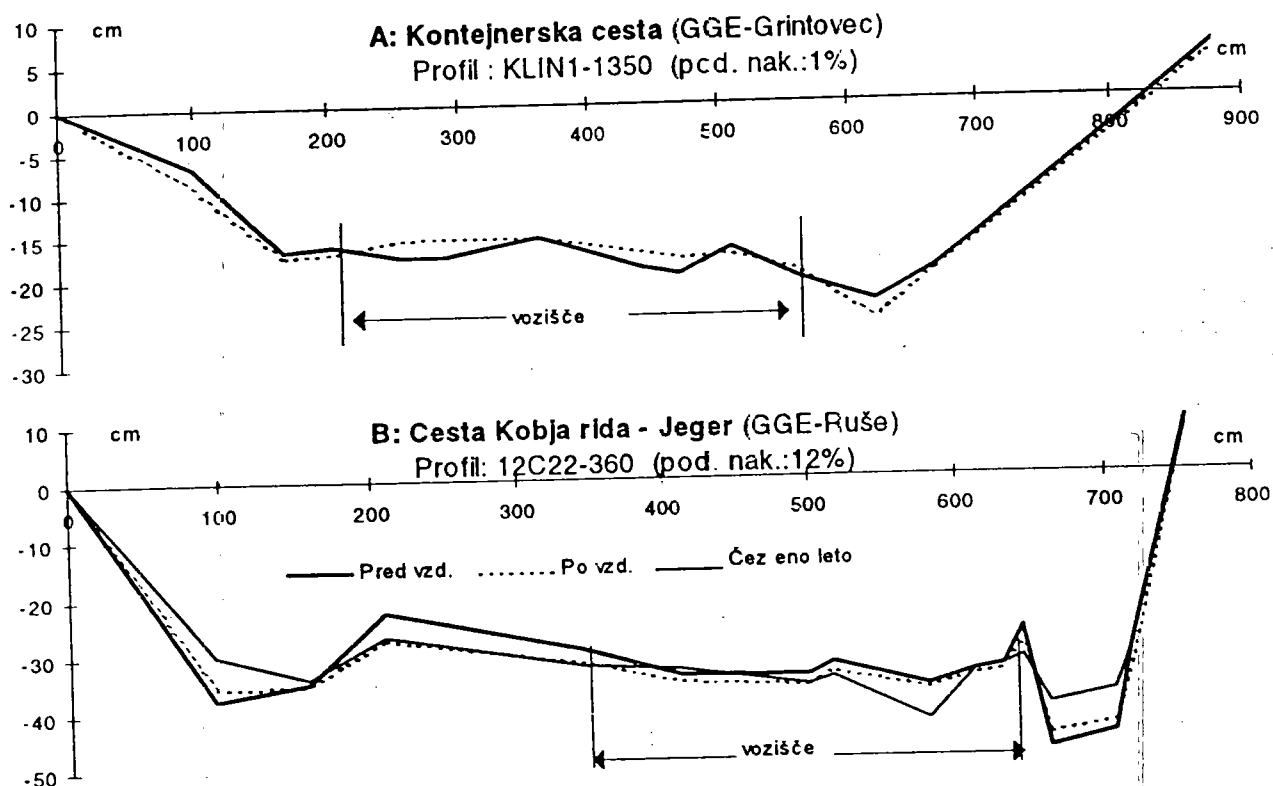
3.1 Testni objekti

Po končanih testiranjih zanesljivosti meritev, ki smo jih obravljali z avtomatskim nivelirjem, smo izbrali tri odseke gozdnih cest na stabilni karbonatni podlagi in tri odseke na nestabilni silikatni podlagi. Prvi trije odseki so ležali na Mariborskem Pohorju (GGE Ruše), drugi trije odseki pa v predgorju Kočevskega Roga (GGE Grintovec). Odseki so ležali na gozdnih cestah različnih kategorij, profili pa so na vsakem bloku zajemali interval 0 - 12%. Skupno smo posneli 46 profilov. Na profilih na silikatni podlagi smo posneli stanje pred tekočim vzdrževanjem, takoj po njem in še leto kasneje, na karbonatni podlagi pa zaenkrat samo stanje pred tekočim vzdrževanjem in neposredno po njem.

Povprečna poraba časa za izmero enega profila je znašala pri dveh utečenih merilcih do pol ure. Med testiranjem naprave smo dosegali na cestišču ponovljivost meritev z natančnostjo 0,5 cm.

3.2 Osnovne analize prečnega profila

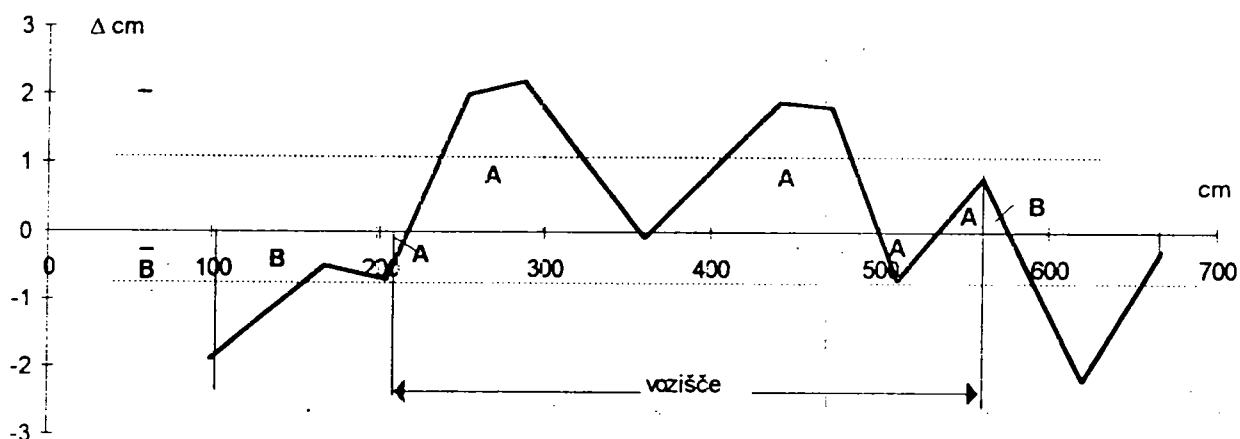
Osnovne analize pri obdelavi sprememb reliefa modelnih prečnih profilov so avtomatizirane in potekajo v dveh korakih. Prvi zajema transformacijo podatkov vsakega stanja glede na reper, transformacijo različnih stanj na absolutni koordinatni sistem in izris celotnega prečnega profila. Dva primera takega izrisa sta prikazana na sliki 3.



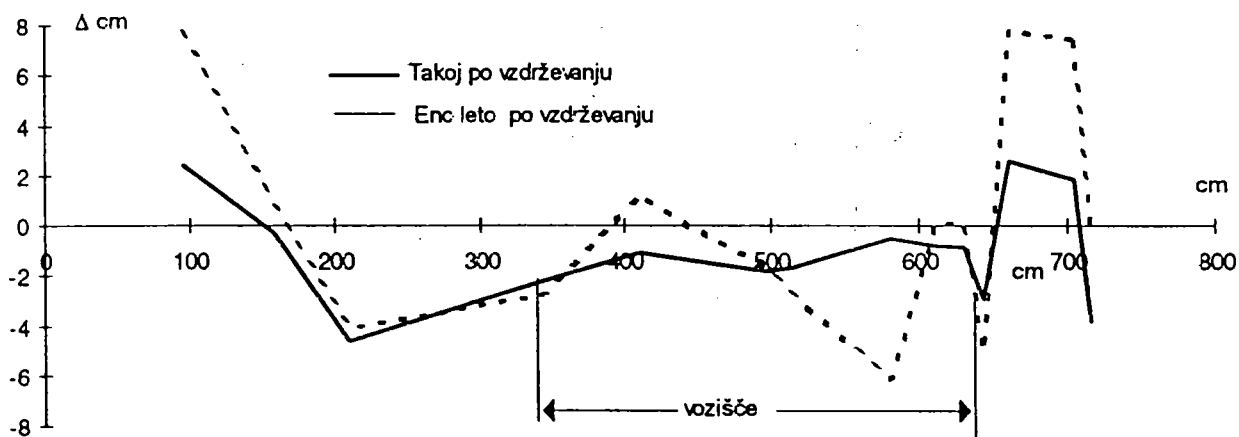
Slika 3: Primerjava profilov dveh stanj prečnega profila na karbonatni podlagi (A) in treh stanj prečnega profila na silikatni podlagi (B).

Prvi primer prikazuje običajne razmere pri tekočem vzdrževanju z grederjem, kjer dosežemo zahtevano obliko prečnega profila ob minimalnem dodajanju novega materiala. To je lepo razvidno na sliki 4, kjer so prikazane razlike glede na izhodiščno stanje. V drugem primeru (profil na velikih naklonih in nestabilni hribini) pa je material z roba ceščišča vzdolžno premeščen, jarki niso bili očiščeni. Material na vozišču je bil odstranjen, 'nov' zgornji stroj pa je ostal neutrjen. Stanje takega profila čez eno leto je pričakovano, saj prečna neravnost vozišča narašča, jarki se zatrpavajo z materialom z vozišča, kar je nazorno razvidno s slike 5.

Drugi korak v obdelavi sprememb reliefa prečnega profila je izračun bilance materiala ločeno za vozišče in preostali del cestišča. Iz omenjene analize ni mogoče sklepati na količino navoženega materiala, temveč le na povprečno debelino nasutja. Ta se izračuna kot tehtana aritmetična sredina, pri čemer predstavlja utež vsota polovičnih razdalj do sosednjih točk.



Slika 4: Oblikovanje prečnega profila z minimalnim dodajanjem novega materiala (Δ cm so odstopanja od prvotnega profila - plus pomeni nasutje materiala)

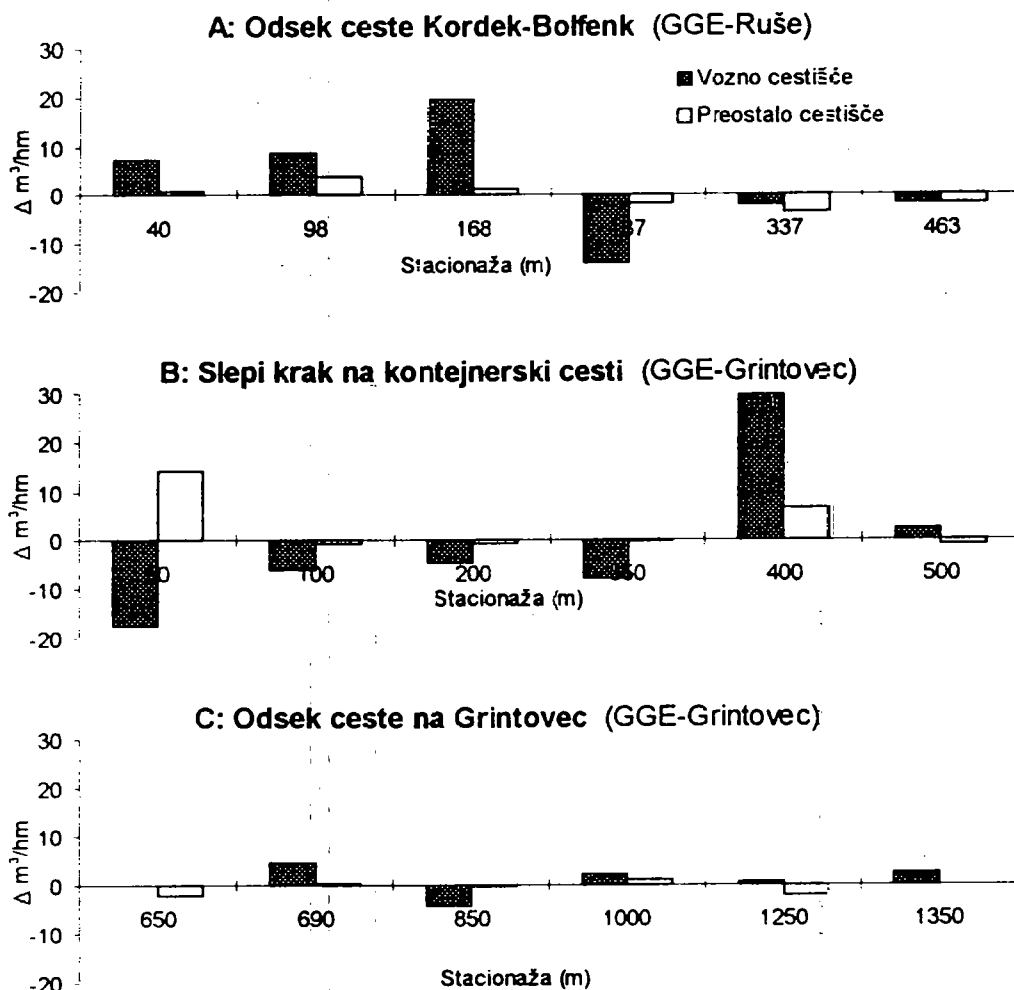


Slika 5: Spremembe oblike prečnega profila gozdne ceste eno leto po tekočem vzdrževanju

3.4 Primerjave med testiranimi odseki

Logično nadaljevanje obdelav zbranih podatkov nas navaja k izračunu povprečnega nasutja na obravnavanih profilih znotraj vzdrževanega odseka. Grafični prikaz vrednosti podatkov za tako zgoščevanje je za tri analizirane odseke prikazan na sliki 6. Na abscisi so zaporedno predstavljeni profili po naraščujoči stacionaži, na ordinati pa sprememba materiala, izražena v m³ na 100 metrov prometnice z dano širino. Čeprav gre pri vseh treh odsekih za tekoče vzdrževanje in ceste enake kategorije na podčnih podolžnih naklonih, vidimo, da se količina nasutja in razmerje med voziščem in okolico močno spreminjata tako vzdolž posameznega odseka kot tudi med različnimi odseki.

Prikazani rezultati nedvoumno odpirajo vprašanje racionalnosti takega vzdrževanja, pri katerem nekakovosten material vračamo na vozišče, namesto da bi bili naši posegi redkejši, vendar kakovostnejši. Analiza tovrstne problematike že posega na področje kakovosti operativnih odločitev pri načrtovanju vzdrževanja, kjer pa je potrebno meritve na profilih dopolniti z analizami materiala, vgrajenega v zgornji ustrezni cestišča.



Slika 6: Primerjava nasutja materiala po profilih na treh odsekih gozdnih cest po tekočem vzdrževanju

4 DISKUSIJA

4.1 Razvoj metode in naprave

Oblikovana metoda v celoti dosega postavljene cilje za potrebe metode večstopenjske analize modelnih prečnih profilov in proučevanja vzrokov za poškodbe prometnic. Moti relativno velika poraba časa za kalibriranje laserskega profilomera, zato razmišljamo o zamenjavi laserske libele z avtomatskim laserskim nivelirjem. Taka dograditev merilne priprave bi olajšala in pospešila meritve, v skrajnem primeru pa omogočala izvedbo meritev prečnega profila enemu samemu merilcu. Modificirano verzijo metode testiramo tudi pri

spremljanju erozije na vlakah. Nadaljnji razvoj metode v smeri morebitne komercialne uporabe bo odvisen od odziva strokovne javnosti.

4.2 Razvoj aplikacij

Zahtevnejše je vprašanje razvoja morebitnih novih aplikacij metode pri preverjanju kakovosti vzdrževanja gozdnih prometnic. Izolirana uporaba rezultatov sprememb reliefa cestišča je v literaturi redka, vse pogosteje pa zasledimo razne variacije metode kot dopolnilo študijam erozijski procesov na prometnici (FOLTZ 1996) ali študijam nosilnosti vozišč (KOSZTKA 1996).

Z vidika njene natančnosti uporaba pri preverjanju kakovosti izvedbe del ali za potrebe študija postopkov vzdrževanja nikakor ni vprašljiva, sporna pa je poraba časa in število ponovitev. V primeru večjih posegov pri periodičnih vzdrževanjih je to število manjše kot pri tekočem vzdrževanju. Povsem upravičena je uporaba metode v primerih arbitraž, žal pa morajo biti te načrtovanje vnaprej, da se pred posegom posname ničelno stanje profila.

5 SKLEP

Zagotavljanje kakovosti pri vzdrževanju gozdnih cest postaja pomembna naloga sistema vzdrževanja gozdnih prometnic. Glede na velikost finančnih vložkov v izgradnjo omrežja gozdnih cest in njegovega ohranjanja, je prav, da gozdarska stroka razvija metode preverjanja kakovosti načrtovanja vzdrževanja cest in kakovosti izvajanja vzdrževanja cest. Predstavljena metoda je eden od korakov v tej smeri, čas pa bo pokazal njeno praktično vrednost.

6 SUMMARY

Quality control in forest road maintenance includes the quality of a planning process and the quality of work performance, for neither of which we have a suitable method of quality control. Within the framework of the development of methods for collecting data on the investigation of reasons for road deformation and on the effects of road maintenance, a method for a multiple-phase analysis of cross-section profiles was designed. A method for taking cross-section profiles at an absolute height accuracy of below 1 cm was also developed, for which a laser level was designed, produced and tested. In addition, a programme for data entry in the field was drawn up and a series of

programme modules for data transformation and for drawing cross-section profiles were prepared. The method was tested using the example of annual maintenance of forest roads of different categories. Examples of individual phases of cross-section profile data processing are presented and some possibilities for a comparison of material distribution between individual road sections are shown.

Results of the test indicate that the new method achieves all the objectives of a multiple-phase analysis of cross-section profiles and of a causal study of road damages. From the point of view of accuracy, the method is suitable for quality control of work performance and for the study of maintenance procedures. But the time aspect and the number of measurements required are questionable. In the case of major interventions for periodic maintenance this figure is lower than for annual maintenance. The method is suitable for arbitration cases but unfortunately they have to be planned in advance since zero setting of the profile must be taken prior to the intervention.

8 VIRI

- FOLTZ, R., B., 1996. Traffic and no-traffic on an aggregate surfaced road: sediment production - differences. V: Seminar on environmentally sound forest roads and wood transport, Sinaia, Romania, 17-22 June 1996, ECE-FAO-ILO, Joint Committee on Forest Technology Management and Training, 13 s.
- KELLER, M., 1989. Ponašanje i održavanje neasfaltiranih cesta. Ceste i mostovi, 35/4, 131-139.
- KOSZTKA, M., 1996. Maintenance management system of forest roads. V: seminar on environmentally sound forest roads and wood transport, Sinaia, Romania, 17-22 June 1996, ECE-FAO-ILO, Joint Committee on Forest Technology Management and Training, 9 s.
- POTOČNIK, I., 1993. Poškodbe zgornjega ustroja gozdnih cest. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 42, 217-235.
- REBULA, E., 1991. Erozija na vlaki. Zbornik gozdarstva in lesarstva, BF-oddelek za gozdarstvo in IGLG, 37, 1-30.
- 1993. Zakon o gozdovih. Ur. l. RS št. 30, 1677-1691.



UDK 630 * 1/9 + 674 (06) (497.12) = 863
GDK 1/9 (06) (497.12) = 363

ISSN 0351-3114
ISBN 961-90316-2-8

GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
Oddelek za gozdarstvo & Oddelek za lesarstvo

ZBORNİK
gozdarstva in lesarstva
52

Tematska številka:
PROUČEVANJE PROPADANJA
GOZDOV V SLOVENIJI V
OBDOBJU 1985 - 1995

Ljubljana 1997

GDK 48 : 114.53 : 31 : (497.12)

Prispelo / Received: 15.9.1996

Sprejeto / Accepted: 3.3.1997

POŠKODBE DREVJA ZARADI GOZDARSKIH DEL PO PODATKIH POPISOV PROPADANJA GOZDOV V SLOVENIJI

Robert ROBEK*, Mirko MEDVED**

Izvleček

Na podlagi primerjave podatkov o evidentiranih poškodbah gozdnih ekosistemov pri vzorčnem popisu zdravstvenega stanja slovenskih gozdov na 4 x 4 km mreži v letih 1987, 1991 in 1995 ter popisih zdravstvenega stanja slovenskih gozdov na 16 x 16 km mreži v letih 1993, 1994 in 1995 avtorja analizirata vrsto in obseg poškodb drevja, ki so posledica gozdarskih del. Podana je ocena kakovosti podatkov o poškodbah zaradi gozdarskih del in nakazana smer razvoja tega dela metodologije pri oblikovanju celostnega monitoringa gozdnih ekosistemov.

Ključne besede: popis propadanja gozdov, poškodbe drevja, pridobivanje lesa, gozdne prometnice, Slovenija

TREE DAMAGE DUE TO FOREST OPERATIONS IN SLOVENIAN FOREST DECLINE INVENTORIES

Abstract

Based on the comparison of data on damage caused to forest ecosystems registered in sample inventories of the health condition of Slovenian forests on the 4 x 4 km grid in 1987, 1991 and 1995 and those performed on the 16 x 16 km grid in 1993, 1994 and 1995, the authors analyse the type and extend of tree damage caused by logging operations. The analysis is followed by an evaluation of the data quality and by guidelines for the future surveying of the forest operation related disturbances within integral ecological monitoring.

Keywords: forest decline inventory, tree damage, logging operations, forest communications, Slovenia

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

KAZALO

1	UVOD / INTRODUCTION	121
2	METODE POPISOVANJA POŠKODB GOZDOV ZARADI GOZDARSKIH DEL V OKVIRU POPISOV PROPADANJA GOZDOV / METHODS FOR INVENTORYING THE TREE DAMAGE DUE TO LOGGING OPERATIONS WITHIN FOREST DECLINE INVENTORIES	121
2.1	POPIS MEHANSKIH POŠKODB DREVES LETA 1987 / <i>INVENTORY OF MECHANICAL WOUNDS OF TREES IN 1987</i>	121
2.2	POPIS MEHANSKIH POŠKODB DREVES V LETIH 1991, 1993 IN 1994 / <i>INVENTORY OF MECHANICAL WOUNDS OF TREES IN 1991, 1993 AND 1994</i>	122
2.3	POPIS MEHANSKIH POŠKODB DREVES LETA 1995 / <i>INVENTORY OF MECHANICAL WOUNDS OF TREES IN 1995</i>	122
2.4	POPISI OSTALIH MOTENJ GOZDOV ZARADI GOZDARSKIH DEL / <i>INVENTORIES OF OTHER DISTURBANCES TO FORESTS DUE TO LOGGING OPERATIONS</i>	123
3	UREJANJE PODATKOVNIH ZBIRK / DATABASES UPGRADE AND PROCESSING	123
4	POŠKODOVANOST DREVJA ZARADI GOZDARSKIH DEL PO PODATKIH POPISOV PROPADANJA GOZDOV / TREE DAMAGE DUE TO LOGGING OPERATIONS IN FOREST DECLINE INVENTORIES	124
4.1	POŠKODOVANOST DREVJA ZARADI GOZDARSKIH DEL PO POPISU LETA 1987 / <i>TREE DAMAGE DUE TO FOREST OPERATIONS IN 1987 INVENTORY</i>	124
4.2	POŠKODOVANOST DREVJA ZARADI GOZDARSKIH DEL PO POPISIH V LETIH 1991 - 1994 / <i>TREE DAMAGE DUE TO FOREST OPERATIONS IN INVENTORIES DURING 1991-1994</i>	126
4.3	POŠKODOVANOST DREVJA ZARADI GOZDARSKIH DEL PO POPISU V LETU 1995 / <i>TREE DAMAGE DUE TO FOREST OPERATIONS IN 1995 INVENTORY</i>	127
4.4	POVPREČNI ODSOTOTEK POŠKODOVANOSTI DREVJA ZARADI GOZDARSKIH DEL / <i>AVERAGE PERCENTAGE OF DAMAGED TREES DUE TO FOREST OPERATIONS</i>	131
5	PRIHODNOST SPREMLJANJA POŠKODOVANOSTI GOZDOV ZARADI GOZDARSKIH DEL V OKVIRU MONITORINGA GOZDNIH EKOSISTEMOV / FUTURE MONITORING OF FOREST DAMAGE DUE TO FOREST OPERATIONS WITHIN THE MONITORING OF FOREST ECOSYSTEMS	133
6	POVZETEK	134
7	SUMMARY	135
8	VIRI / REFERENCES	136

1 UVOD

Izvedba del pri sečnji, transportu lesa in gradnji gozdnih prometnic (v nadaljevanju: gozdarskih del) pušča za seboj številne moteče pojave v gozdovih. Zakonitosti njihovega pojavljanja in njihove posledice na gozdne ekosisteme so že več kot dvajset let predmet samostojnih raziskav ter številnih objav v tujini in doma.

Ker negativni vplivi domnevno slabijo ekološko stabilnost gozdov, so bili v različnem obsegu predmet obravnave tudi v vseh dosedanjih popisih propadanja gozdov v Sloveniji. S spreminjanjem ciljev popisovanja propadanja gozdov in razvojem koncepta celostnega ekološkega monitoringa v Sloveniji (KOVAČ 1997), se odpira vprašanje ciljev in metod bodočega popisovanja motenj v gozdnem prostoru zaradi gozdarskih del.

Namen prispevka je predstavitev razvoja metodologij, s katerimi so bile v okviru slovenskih popisov propadanja gozdov v letih 1987, 1991, 1993, 1994 in 1995, popisane poškodbe gozdov, ki so posledica gozdarskih del, analiza do sedaj zbranih podatkov in ocena pomena bodočega spremljanja poškodovanosti gozdov zaradi izvajanja gozdarskih del v okviru koncepta celostnega ekološkega monitoringa v Sloveniji.

2 POPIŠOVANJE POŠKODB GOZDOV ZARADI GOZDARSKIH DEL V OKVIRU POPISOV PROPADANJA GOZDOV

2.1 POPIS MEHANSKIH POŠKODB DREVES LETA 1987

V letu 1987 so popisali stanje mehanskih poškodb drevja na ravni trakta - splošno stanje in za posamezno drevo - popis mehanskih poškodb (IGLG 1985). Mehanske poškodbe dreves zaradi gozdarskih dejavnosti so bile na traktu opredeljene s tremi stopnjami: poškodb ni oz. so neznatne, poškodbe opazne na manj kot 1/3 dreves in poškodbe so opazne na več kot 1/3 dreves. Pri popisu posameznih dreves oz. pri popisu mehanskih poškodb posameznih debel je bilo opredeljeno samo, ali je mehanska poškodba debela prisotna ali ne, ni pa bilo opredeljeno, ali je vzrok poškodovanja izvedba gozdarskih del.

2.2 POPIS MEHANSKIH POŠKODB DREVES LETA 1991, 1993 IN 1994

Pred popisom poškodovanosti gozdov v letu 1991 je bila opravljena podrobnejša analiza poškodb gozdnega drevja zaradi divjadi in gozdarske dejavnosti (MEDVED 1990). Na osnovi rezultatov analiz ter opazovanj skladnosti popisa z dejanskim stanjem na terenu je bila metodologija zbiranja podatkov natančneje določena. Za **posamezno drevo** je bilo mogoče opredeliti **dva** najpomembnejša znana vzroka poškodbe na posameznem delu drevesa in skupni obseg poškodbe. Popis poškodovanosti dreves je bil razdeljen na:

- Znani vzroki poškodb krošnje - med navedenimi dvanajstimi vzroki so bile zabeležene tudi poškodbe zaradi sečnje. Poškodbe krošnje so bile opisane z odstotkom poškodovanosti krošnje z natančnostjo 5%.
- Znani vzroki poškodb debla - med šestnajstimi navedenimi vzroki jih je bilo šest zaradi izvedbe gozdarskih del: gradnja ceste, gradnja vlake, spravilo s traktorjem, žičnično spravilo, ročno spravilo in poškodbe zaradi sečnje. Pri poškodbah debla so bile površine poškodb razvrščene v 5 razredov: do 1.0 dm², 1.1 do 3.0 dm², 3.1 do 5.0 dm² nad 5.0 dm² in celotna površina debla.
- Znani vzroki poškodb koreničnika in korenin - med navedenimi petimi vzroki so bile opredeljene tudi poškodbe zaradi izvedbe gozdarskih del. Obseg poškodb bilo mogoče zajeti z naslednjimi kategorijami: poškodbe neznatne (do 10% površine), znatne (do 1/3 površine) in velike, kjer je poškodovanega več kot 1/3 površine koreničnika in vidnega dela korenin.

V kolikšni meri so se ugotovljeni količinski kazalci nanašali na izvedbo gozdarskih del ni bilo mogoče ugotavljati, saj so veljali za dva vzroka hkrati.

2.3 POPIS MEHANSKIH POŠKODB DREVES LETA 1995

Poškodbe zaradi izvedbe gozdarskih del so obravnavane pri tem popisu v okviru kategorije ostale poškodbe krošnje, kjer je opredeljena tudi sečnja, in v okviru antropogenih poškodb debla in koreničnika, kjer so opisane poškodbe zaradi sečnje, spravila lesa in gozdnih gradenj. Obseg poškodb krošnje je bil opisan z odstotkom površine krošnje na 5% natančno. Poškodbe debla in koreničnika so bile ocenjene z dvema znakoma:

- Svežina poškodb - ni poškodb, sveža nezaceljena, stara nezaceljena, stara zaceljena ter kombinacija svežih in starih poškodb.
- Površina poškodb - ni poškodb, do 1 dm², od 1 do 5 dm², od 5 do 20 dm² in nad 20 dm².

2.4 POPISI OSTALIH MOTENJ GOZDOV ZARADI GOZDARSKIH DEL

Pod ostalimi motnjami pojmuje predvsem poškodbe mladja ter zbijanja gozdnih tal in pojave premeščanja tal, ki so jih neposredna ali posredna posledica gozdarskih del. Prvi podatki o tovrstnih motnjah so iz leta 1991, vendar je ista šifra zajela poškodbe tal zaradi paše in gozdarskih del, kar onemogoča resnejšo obdelavo zbranih podatkov.

Popis leta 1995 navaja erozijske pojave na traktu in v njegovi okolici, vendar ni nikakršnih podatkov o morebitnih znanih vzrokih zanje. Velika pomanjkljivost popisa iz leta 1995 je v tem, da ne evidentira prometne infrastrukture, manjkajo pa tudi podatki o poškodbah mladja na traktih, oziroma ploskvah.

Vsi dosedanja popisi poškodb gozdov obravnavajo z vidika izvedbe gozdarskih del samo poškodbe drevja, zato smo v tem smislu tudi omejili analize in prikaze rezultatov.

3 UREJANJE PODATKOVNIH ZBIRK

Pri popisu iz leta 1987 nismo dodatno združevali in izbirali kombinacij podatkov, ker jih je bilo premalo. V popisih za leto 1991, 1993 in 1994 so poškodbe drevesa zaradi izvedbe gozdarskih del ločene po posameznih delih drevesa, poškodbe debla pa še ločene glede na vrsto gozdarskih del pri pridobivanju lesa in gradnji gozdnih prometnic. Za poškodovano drevo po gozdarskih delih smo šteli vsako drevo, ki je imelo vsaj eno poškodbo, ne glede na mesto poškodbe in vrsto gozdarskih del. Čeprav je v popisu vrsta znakov za proučevanje vzročno-posledičnih zvez med poškodovanimi drevesi zaradi izvedbe gozdarskih del in ostalimi kazalci zdravstvenega stanja, teh nismo izvedli, ker sta bila za poškodbe na posameznem delu drevesa pogosto opredeljena gozdarski in negozdarski vzrok hkrati, kar je onemogočalo izolirano obravnavo prvih.

Popis za l. 1995 je omogočil ločeno obravnavo poškodb krošnje ter debla in koreničnika, če je popisovalec opredelil antropogeni vzrok poškodbe kot tistega, ki izvira pretežno iz izvedbe gozdarskih del.

Lastništvo gozdov je bilo privzeto iz popisa gozdov po stanju ob obnovi območnih gozdnogospodarskih načrtov leta 1989. Podatke o pokrajinsko-ekoloških sklopih (NATEK 1994) smo dodali med obdelavo.

4 POŠKODOVANOST DREVJA ZARADI GOZDARSKIH DEL PO PODATKIH POPISOV PROPADANJA GOZDOV

4.1 POŠKODOVANOST DREVJA ZARADI GOZDARSKIH DEL PO POPISU LETA 1987

Analiza teh poškodb je že bila podrobno predstavljena (MEDVED 1990), zato bomo tukaj povzeli le nekaj najpomembnejših ugotovitev. Najprej predstavljamo rezultate analize splošnega stanja merskega drevja na traktih z okolico.

V vzorcu je bilo 1152 traktov. Poškodbe zaradi gozdarskih del so bile opisane kot neznatne na 78,9% traktov, do 1/3 poškodovanih dreves je imelo 20,3% traktov, in le 0,8% traktov je bilo opredeljenih z ocero nad 1/3 poškodovanih dreves. Slednje, z najvišjo stopnjo poškodovanosti, smo pregledali tudi na terenu. Ti trakti so bili v neposredni bližini traktorskih vlak, zato je tudi razumljiva najvišja stopnja poškodovanosti drevja. Opozoriti velja na velike razlike med ocenami poškodovanosti drevja za posamezna GGO (gozdnogospodarsko območje), ki verjetno bolj izhajajo iz neuskklajenosti meril popisovalcev, kot iz dejanskih razlik v poškodovanosti. Za primer navajamo GGO Postojna, kjer so bili vsii trakti opredeljeni z neznatnimi poškodbami drevja. Na sosednjem GGO Kočevje pa je bilo 55% traktov z do 1/3 poškodovanih dreves. Na primerjanih območjih so podobne sestojne in terenske razmere. Na obeh so takrat uporabljali podobne tehnologije spravila lesa.

Primerjava poškodovanosti drevja glede na lastništvo gozdov kaže, da je bilo v družbenih znatno poškodovanih traktov 35%, v zasebnih pa le 14%. V raziskavi iz leta 1990 (MEDVED 1990) smo zapisali: »Takšne razlike si lahko razlagamo z večjo intenziteto gospodarjenja v družbenih gozdovih in tudi večjim obsegom gradenj gozdnih prometnic. Žal pa intenzivno gospodarjenje v tem primeru ne pomeni prednosti, temveč slabost. Pri gospodarjenju z gozdom ni pomembno samo, kako pogosto smo se vračali z odkazilom v sestoj, koliko vlak in cest smo zgradili, pač pa tudi, kako zdrava so drevesa in kako kakovostne sortimente iz njih dobimo. K višjemu odstotku poškodb drevja v družbenih gozdovih je verjetno prispevala tudi splošna uporaba težke mehanizacije v bližnji preteklosti in nenazadnje odnos do družbene lastnine«.

Največ poškodb drevja zaradi gozdarskih del je bilo na traktih s karbonatno podlago, srednje globokimi tlemi ter na svežih in mokrih rastiščih. V starih sestojih se povečuje odstotek poškodovanih dreves zaradi gozdarskih del. V razvojni fazi drogovnjak je bilo 11% traktov z znatnimi poškodbami, v mlajših debeljakih 15% in v starejših debeljakih 25%. V najbolj negovanih sestojih je tudi odstotek znatno poškodovanih dreves največji (28%), v slabo negovanih 21% in v nenegovanih 13%.

Drugi nivo popisa mehanskih poškodb je predstavljal popis mehanskih poškodb debel, kjer so ugotavljali le prisotnost mehanskih poškodb (da / ne), ne pa tudi vzrokov zanje. Podatke o mehanskih poškodbah debel smo analizirali glede na drevesno vrsto, socialni položaj drevesa, kvaliteto vrha, osutost krošnje, porumenelost, odmiranje oz. ožig in smolenje debela pri smreki. Popis je zajel 25004 dreves, 55,1% iglavcev in 44,9% listavcev. Po podatkih popisa je imelo mehansko poškodbo vsako osmo mersko drevo (12,9%), pri listavcih vsako deveto (10,8%), pri iglavcih vsako šesto (15,5%) in pri smreki celo vsako peto (18,7%). Največji odstotek mehanskih poškodb je pri podraslih drevesih (15%).

Iz podatkov o porumenelosti krošnje in kvalitete vrha ne moremo sklepati, da mehanske poškodbe prispevajo k poslabšanju stanja drevesa. Zelo nazorni pa so podatki o osutosti krošnje, iz katerih bi lahko sklepali na medsebojno odvisnost opazovanih parametrov drevesa (preglednica 1). Primerjava kaže, da se bolj osuta krošnja pogosteje pojavlja v povezavi z mehansko poškodbo debela.

Preglednica 1: Mehanske poškodbe debel in osutost krošnje.

Table 1: Mechanical wounds and the level of defoliation.

Osutost krošnje (%) <i>Defoliation level (%)</i>	Procent dreves z mehansko poškodbo debela <i>Percentage of trees with mechanical wounded stem</i>	Skupno število dreves v vzorcu <i>Number of trees in the sample</i>
0 - 10	9,8	12399
11 - 25	15,1	7378
26 - 60	16,7	3687
> 60	18,5	1094
Sušica / <i>Dead tree</i>	19,1	446
Povprečno / skupaj <i>Average / Total</i>	12,9	25004

4.2 POŠKODOVANOST DREVJA ZARADI GOZDARSKIH DEL PO POPISIH V LETIH 1991 - 1994

V omenjenem obdobju so poškodbe drevja zaradi gozdarskih del popisovali po spremenjeni metodologiji, ki je ločila mehanske poškodbe na tiste zaradi gozdarskih del in ostale. Odstotke poškodovanih dreves zaradi gozdarskih del in strukturo števila dreves s poškodbami posameznih delov drevesa po posameznih letih popisa prikazuje preglednica 2. Ponovljeni podatki za leto 1991 (*) predstavljajo trakte, ki so bili tudi leta 1993 in 1994 popisani v sklopu 16 x 16 km bioindikacijske mreže. Posebnost teh traktov je, da so jih vsa tri leta popisovali isti popisovalci. Iz preglednice 2 je razvidno, da so relativne vrednosti za predstavljene kazalce na traktih bioindikacijske mreže relativno konsistentni, medtem ko vrednosti za popis 549 traktov v letu 1991 močno odstopajo navzdol. Po tem popisu je povprečni odstotek poškodovanih dreves v naših gozdovih samo 7,5%. Vzrok za nastalo odstopanje je lahko sprememba metode ali pa neizkušenost popisovalcev.

Preglednica 2: Primerjava odstotkov poškodovanih dreves zaradi gozdarskih del in števila dreves glede na mesto poškodbe.

Table 2: *The numbers and percentages of wounded trees due to forest operations, according to the position of the wound.*

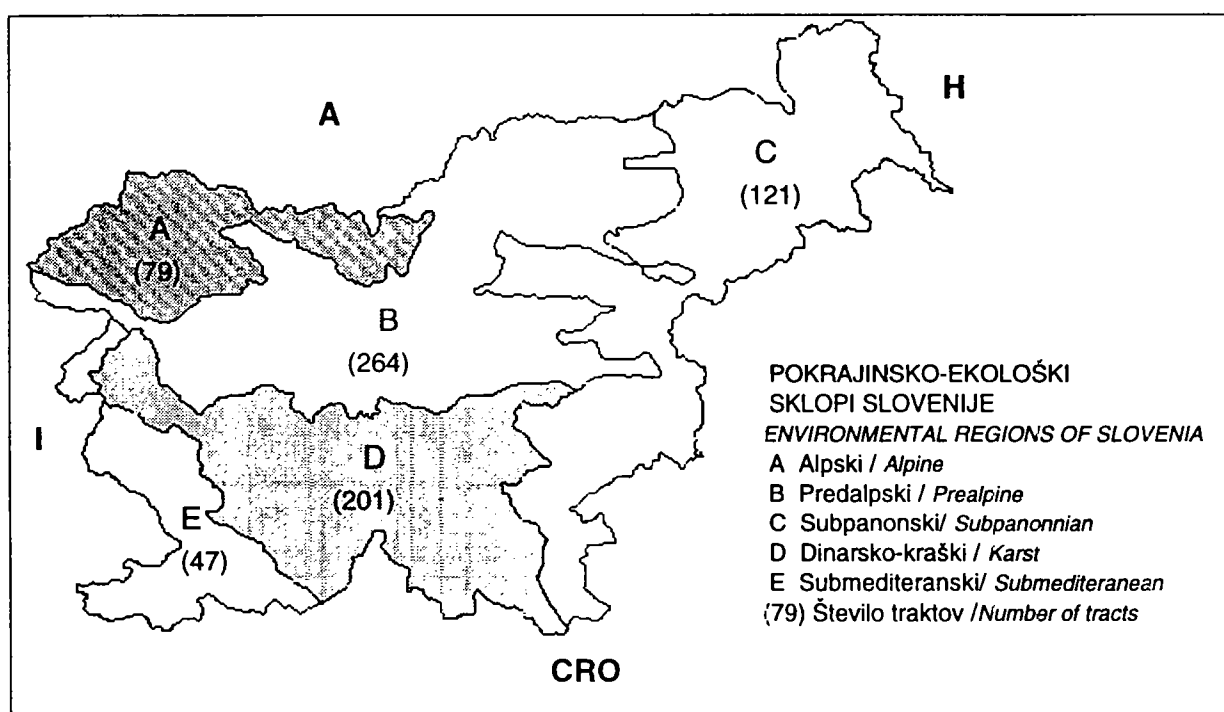
Leto popisa <i>Year of survey</i>	Analiziranih traktov <i>Analysed tracts</i>	Analiziranih dreves		Skupno poškodovanih dreves		Dreves s poškodbami krošnje		Dreves s poškodbami debla		Dreves s poškodbami korenin	
		<i>r</i>	<i>%</i>	<i>n</i>	<i>%</i>	<i>n</i>	<i>%</i>	<i>n</i>	<i>%</i>	<i>n</i>	<i>%</i>
1991	549	13159	100,0	992	7,5	21	0,2	669	5,1	407	3,1
1991*	27	648	100,0	89	13,7	1	0,2	62	9,7	33	5,1
1993*	34	816	100,0	109	13,4	2	0,2	76	9,3	46	5,6
1994*	34	816	100,0	118	14,5	5	0,6	73	8,9	56	6,9

* trakti 16 x 16 km mreže

* the 16 x 16 km network tracts

4.3 POŠKODOVANOST DREVJA ZARADI GOZDARSKIH DEL PO POPISU LETA 1995

Tudi leta 1995 je popis potekal po spremenjeni metodologiji, ki pa je omogočala ločeno obravnavo tistih poškodb, ki so jih popisovalci pripisali gozdarski dejavnosti. Prvič je bila površina Slovenije v celoti prekrita s 4 x 4 km mrežo, kar je pomenilo skupno 712 traktov po 4 x 6 dreves. Razporeditev števila vseh traktov po pokrajinsko ekoloških sklopih (NATEK 1994) prikazuje slika 1. Traktov, na katerih je bilo mersko drevje in za katere so bile mogoče analize poškodovanosti drevja zaradi gozdarskih del, je bilo 679.



Slika 1: Razporeditev števila traktov po pokrajinsko-ekoloških sklopih.

Picture 1: Tracts distribution in environmental regions of Slovenia.

Tokratni popis je zajemal tudi podatke o treh najpomembnejših funkcijah sestaja, v katerem se nahaja trakt. Za naše potrebe smo lesno-gospodarske in ostale gospodarske funkcije združili in jih obravnavali kot trakt s poudarjeno gospodarsko vlogo, če je bila taka vloga omenjena med tremi najpomembnejšimi, ne glede na mesto pomembnosti. Porazdelitev števila traktov s poudarjeno gospodarsko vlogo glede na regije in lastništvo (preglednica 3) potrjuje dosedanje ugotovitve tovrstnih raziskav (KOŠIR / KRČ 1994), da ostaja gospodarski pomen

naših gozdov na zelo visoki ravni. Seveda je ta ugotovitev povezana z intenziteto gospodarjenja in številom posegov, ti pa z obsegom in stopnjo poškodovanosti gozdov zaradi izvedbe gozdarskih del.

Preglednica 3: Primerjava števila traktov po regijah glede na lastništvo in poudarjenost gospodarske vloge gozdov.

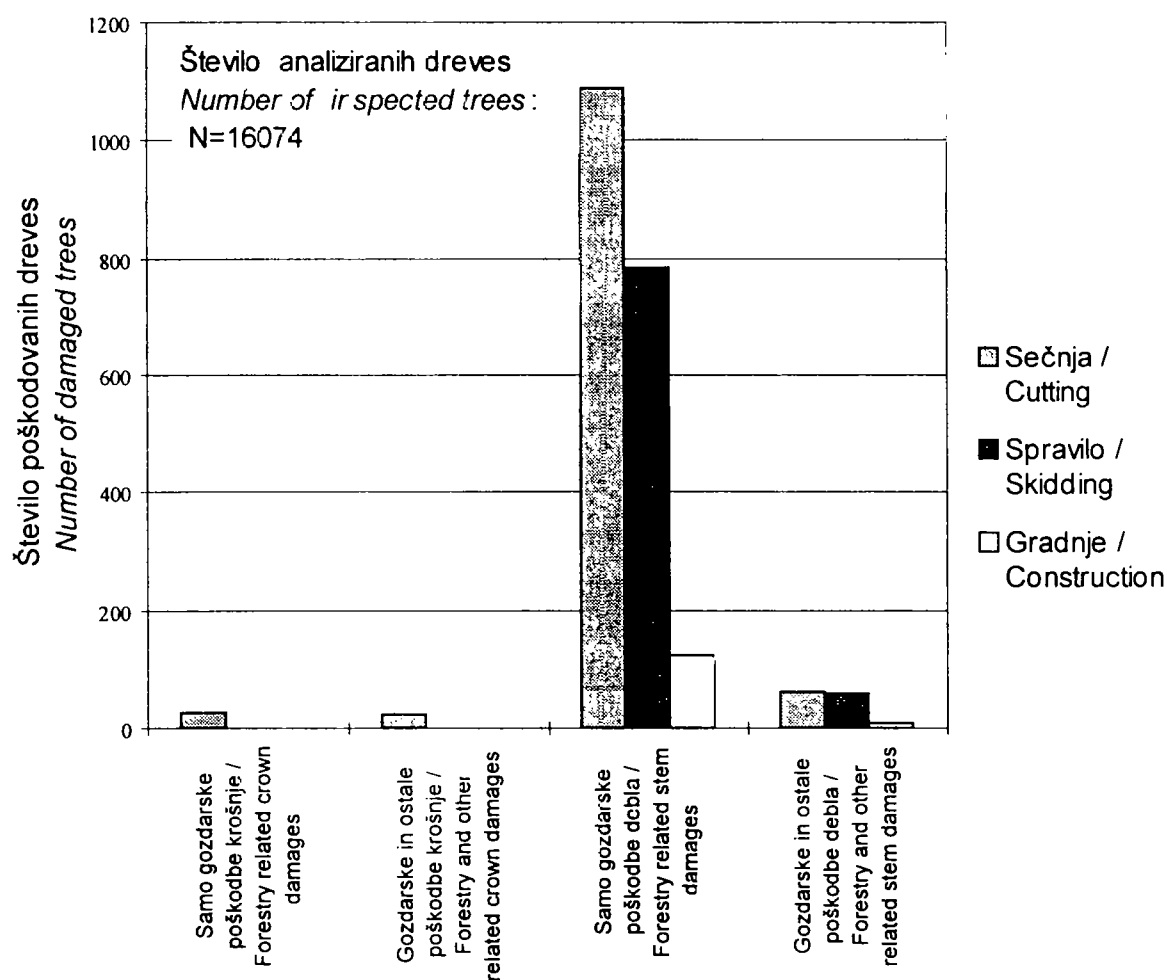
Table 3: Number of tracts according to the ownership, region and relative importance of the commercial functions of the forests.

Vrsta gozdov <i>Type of the forest</i>	Pokrajinsko ekološki sklopi (glej sl. 1) <i>Environmental regions (see figure 1)</i>					
	A	B	C	D	E	S
Državni gozdovi brez poudarjene gospodarske vloge <i>Commercially unimportant state forests</i>	9	10	3	8	0	30
Zasebni gozdovi brez poudarjene gospodarske vloge <i>Commercially unimportant private forests</i>	16	38	1	7	1	63
Gozdovi brez poudarjene gosp. vloge - lastništvo neopredeljeno <i>Commercially unimportant forests - ownership undefined</i>	1	9	0	0	0	10
Skupaj traktov brez poudarjene gospodarske vloge <i>Tracts in commercially unimportant forests</i>	26	57	4	15	1	103
Državni gozdovi s poudarjeno gospodarsko vlogo <i>Commercially important state forests</i>	22	42	11	86	11	172
Zasebni gozdovi s poudarjeno gospodarsko vlogo <i>Commercially important private forests</i>	29	164	101	99	35	428
Gozdovi s poudarjeno gosp. vlogo - lastništvo neopredeljeno <i>Commercially important forests - ownership undefined</i>	2	1	5	1	0	9
Skupaj traktov s poudarjeno gospodarsko vlogo <i>Tracts in commercially important forests</i>	53	207	117	186	46	609

Od skupno 16074 analiziranih dreves so popisovalci evidentirali 2123 dreves, ki so imela po oceni popisovalcev poškodbe zaradi gozdarskih del. Frekvenčno porazdelitev poškodovanih dreves glede na mesto poškodbe in domnevni vzrok poškodbe prikazuje grafikon 1. Poškodbe krošnje so težko prepoznavne, kar se odraža v njihovi skromni prisotnosti. Prav tako je bilo razmeroma malo dreves, ki bi imela kombinacije gozdarskih in negozdarskih poškodb, kar je nemalokrat tudi posledica preveč poerostavljene sodbe popisovalcev.



Drevesa, ki so bila poškodovana izključno zaradi gozdarskih del, smo razvrstili glede na vzrok in tip poškodbe ter velikost rane. Rezultate prikazuje preglednica 4. Večina evidentiranih poškodb je s fiziološkega in fitopatološkega vidika velika, čeprav imajo različne drevesne vrste na različnih rastiščih zelo širok razpon sposobnosti omejevanja vpliva poškodbe. Večina poškodb naj bi nastala pri sečnji in spravilu, zelo malo pa pri gradnji prometnic. Popisovalci so očitno slabo ločevali med poškodbami zaradi sečnje in poškodbami zaradi spravila lesa. Preglednica 3 razkriva še eno dejstvo popisov: postavljena mreža traktov je z vidika popisovanja pojavov vzdolž linijskih objektov neprimerna, kar se kaže v nizkem povprečnem odstotku poškodovanih dreves (13%) za Slovenijo.



Grafikon 1: Število poškodovanih dreves v popisu iz leta 1995 glede na vrsto gozdarskih del in mesto poškodbe (deblo zajema tudi poškodbe korenin in koreničnika).

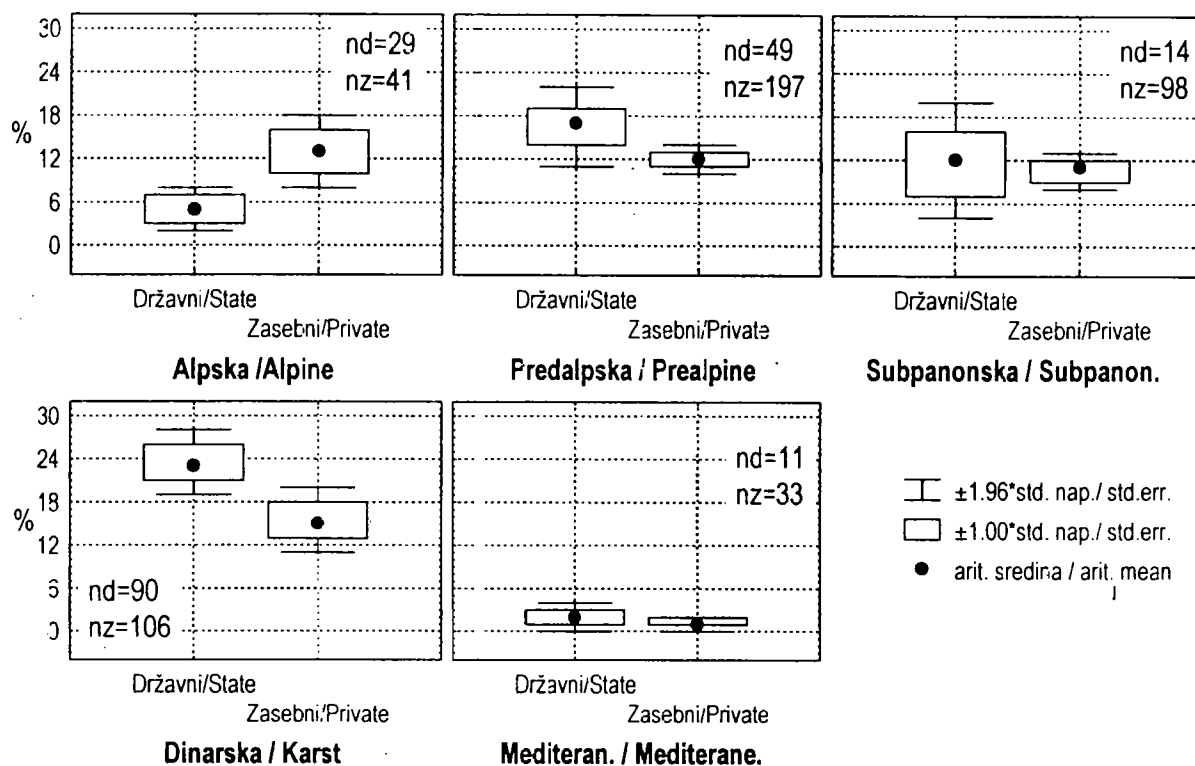
Figure 1: Number of wounded trees according to the type of forest operations and location of wound in 1995 survey ('stem' category includes wounds on the roots).

Preglednica 4: Porazdelitev števila poškodovanih dreves zaradi gozdarskih del v popisu iz leta 1995 glede na tip in velikost poškodb drevja.

Table 4: Number of wounded trees due to forest operations in 1995 inventory according to the type and size of the wound.

Vrsta posega Cause of damage	Tip poškodb Type of wound	Število poškodov. dreves glede na površino rane Nuber of trees in wound size class				Skupaj dreves Total trees	
		do 1dm ²	1 - 5dm ²	5 - 20dm ²	nad 20dm ²	n	%
		Sečnja Cutting	Sveža / Fresh	30	219	673	0
	Zaceljena / Healed	5	85	134	1	225	10,5
	Skupaj / Total	35	304	807	1	1147	54,1
Spravilo Skidding	Sveža / Fresh	20	237	444	4	706	33,2
	Zaceljena / Healed	7	62	65	1	135	6,5
	Skupaj / Total	27	299	509	5	841	39,7
Gradnje Construction	Sveža / Fresh	3	33	65	0	101	4,8
	Zaceljena / Healed	0	13	18	0	31	1,4
	Skupaj / Total	3	46	83	0	132	6,2
Skupaj Total	n	65	649	1399	6	2119	100,0
	%	3,1	30,6	66,0	0,3	100,0	

Za vsak trakt (24 dreves) smo izračunali odstotek poškodovanih dreves, ki je predstavljal točkovno oceno odstotka poškodovanih dreves v sestoji. Na podlagi tako oblikovanega znaka smo izračunali povprečne odstotke poškodovanih dreves po lastništvu in regijah. Rezultate prikazuje grafikon 2. Razlike med regijami so statistično značilne ($p < 0,05$). Navzgor izstopa dinarska regija, navzdol pa submediteranska. V državnih gozdovih dinarske regije je poškodovano vsako četrto drevo na traktu, kar odgovarja stopnji negovanosti teh sestojev. Razlike med lastništvu niso statistično značilne.



Grafikon 2: Primerjava povprečnih odstotkov števila poškodovanih dreves na traktih zaradi gozdarskih del v državnih in zasebnih gozdovih, ločeno po geografskih regijah (nd, nz -število traktov v državnih in zasebnih gozdovih).

Figure 2: The average percentages of wounded trees in the tracts according to the ownership within the environmental regions in Slovenia (nd, nz - number of tracts in state and private forests).

4.4 POVPREČNI ODSOTOK POŠKODOVANOSTI DREVJA ZARADI GOZDARSKIH DEL

Povprečna poškodovanost merskega drevja v slovenskih gozdovih je po podatkih popisov propadanja gozdov za analizirano obdobje prikazana v preglednici 5. Predstavljene vrednosti pomenijo pet časovno različnih točkovnih ocen povprečnega odstotka poškodovanih dreves, katerega najverjetnejši vzrok je izvedba gozdarskih del in ne upoštevajo razvojno fazo, niti intenziteto gospodarjenja. Izračunavanje intervalne ocene povprečnega odstotka števila

poškodovanih dreves za celo Slovenijo ni bil nikoli namen popisov propadanja gozdov, prikazani rezultati pa nakazujejo, da je pojav očitno zaznaven tudi na ravni velikoprostorskih vzorčnih inventur. Ker v tem času ni bilo znatnega intenziviranja gospodarjenja na traktih (prej nasprotno), ocenjujemo, da razlike v povprečnem odstotku števila poškodovanih dreves predstavljajo predvsem vzorčno napako, ne pa trend pojava. S tem je neposredna uporabnost zbranih podatkov izčrpana, saj zaradi sprememb v načinu zbiranja podatkov bolj poglobljene primerjave med podatki niso mogoče, zaradi vsebinskih pomislekov pri načrtu vzorčenja za obravnavane kazalce pa izračunavanje intervalnih vrednosti znaka v populaciji ni smiselno.

Preglednica 5: Primerjava povprečnih odstotkov poškodovanosti dreves zaradi gozdarskih del v obdobju 1987-1995 (l.1987 - vse mehanske poškodbe).

Table 5: *The average percentages of the of wounded trees due to forest operations in the period 1987-1995 (year 1987 - all mechanical wounds).*

Leto popisa	Število traktov	Število anal.ziranih dreves	Število poškodovanih dreves	% poškodovanih dreves
<i>Year of the survey</i>	<i>Number of tracts</i>	<i>Number of analysed trees</i>	<i>Number of wounded trees</i>	<i>% of wounded trees</i>
1987	1152	25004	3226	12,9
1991	549	13159	992	7,5
1993	34	816	109	13,4
1994	34	816	118	14,5
1995	679	16074	2123	13,2

Podrobnejše raziskave poškodovanosti drevja zaradi gozdarskih del v našem prostoru (KOŠIR in sod. 1994, ROBEK / KOŠIR 1996) ugotavljajo znatno višji odstotek poškodovanih dreves, kot ga prikazujemo v preglednici 5. Razhajanja med ocenami povprečnega odstotka poškodovanih dreves v gospodarskih gozdovih glede na raven obravnave problema ugotavljajo tudi tuje raziskave. V švicarski študiji (BUTORA / SCHWAGER 1986) ugotavljajo, da je zaradi gozdarskih dejavnosti poškodovano najmanj vsako četrto drevo, medtem ko je bila ob vsakoletni inventuri zdravstvenega stanja švicarskih gozdov leta 1992 ugotovljena komaj 4% poškodovanost zaradi gozdarskih del (INNES / SCHWYZER 1994).

5 PRIHODNOST SPREMLJANJA POŠKODOVANOSTI GOZDOV ZARADI GOZDARSKIH DEL V OKVIRU MONITORINGA GOZDNIH EKOSISTEMOV

Metode popisovanja poškodb drevja zaradi gozdarskih del v okviru popisov propadanja gozdov se izboljšujejo, vendar še vedno nimamo vseh znakov, ki bi omogočali celovit pogled v vrste in stopnje motenj naših gozdov zaradi izvajanja del gozdovih. Pri razvoju metodologije in postavljanju mreže za popisovanje propadanja gozdov je bila neustrezno upoštevana zakonitost pojavljanja poškodb zaradi izvajanja gozdarskih del, zato je ugotovljena povprečna poškodovanost drevja nižja, kot jo ugotavljajo v to problematiko usmerjene raziskave. Razvrščanje antropogenih vzrokov (gozdarstvo, rekreacija, vandalizem,...) za mehanske poškodbe drevja je še vedno preveč subjektivno. Številne poškodbe ostajajo zaradi otežene vidnosti (krošnje) in časovne odmaknjenosti od trenutka nastanka poškodbe nepopisane. Popis poškodb biotopa (zlasti tal) je pomanjkljiv, popis poškodovanosti mladja in okolice trakta pa ni bil izveden. Obstoječi popisi obravnavajo gozd utilitaristično, kar ne ustreza doseženemu nivoju strokovnega razumevanja gozdnega ekosistema.

Prikazani rezultati imajo po našem mnenju omejeno vrednost, vendar menimo, da je popisovanje tovrstnih poškodb pri vzorčnih popisih na stalnih ploskvah lahko koristno. Na tak način pridobimo informacije o kritičnih stratumih z vidika poškodb drevja in tal pri izvajanju gozdarskih del ter racionalneje organiziramo podrobnejše raziskave. Če bomo nadaljevali popisovanje poškodb zaradi gozdarskih del v okviru popisov propadanja gozdov tudi v prihodnje, svetujemo naslednje spremembe metodologije iz leta 1995:

- preverjanje reprezentativnosti traktov z vidika intenzitete gospodarjenja in gostote prometnic,
- realizacijo popisa prometnic v okolici trakta,
- podrobnejši popis motenj tal in popis poškodb mladja na ploskvi,
- poenostavitev šifranta vrst gozdarskih vzrokov za poškodbe drevesa,
- podrobnejšo pripravo popisovalcev za popis starih poškodb drevja.

Z navedenimi popravki metodologije zbiranja podatkov bi dobili prepričljivejše informacije o najbolj kritičnih stratumih. Pomembnejše, kot popravljanje obstoječih metodologij bo vključitev obravnavane problematike v kontekst celostnega ekološkega monitoringa gozdnih ekosistemov, kjer bodo dosedanje izkušnje pri proučevanju poškodb gozdov zaradi gozdarskih del zelo dragocene.

6 POVZETEK

Popisi propadanja gozdov v Sloveniji v obdobju 1987 - 1995 obravnavajo tudi motnje, ki jih povzročajo gozdarska dela. Za gozdarska dela imamo v tem prispevku sečnjo in izdelavo sortimentov, spravilo lesa ter gradnjo gozdnih cest in traktorskih vlak. Poškodbe drevja, ki so neposredno ali posredno povezane z gozdarskimi deli, so evidentirali popisi propadanja gozdov v letih 1987, 1991, 1993, 1994 in 1995.

Leta 1987 so poškodbe dreves zaradi gozdarskih del obravnavali skupaj z vsemi mehanskimi poškodbami drevja in to na dveh ravneh. V okviru popisa stanja gozda na celotnem traktu so ocenjevali število dreves s poškodbami zaradi gozdarskih dejavnosti, popis posameznega drevesa pa je zajel prisotnost mehanskih poškodb debla. Na podlagi analize poškodb drevja zaradi nekaterih znanih vzrokov (SMOLE 1990), so poškodbe dreves zaradi gozdarskih del popisovali v letih 1991, 1993 in 1994 samostojno, v okviru znanih poškodb krošnje, debla ter koreničnika in korenin. Zadnji popis propadanja gozdov obravnava poškodbe zaradi gozdarskih del v okviru ostalih poškodb krošnje in v okviru antropogenih poškodb debla in koreničnika.

Ocene odstotkov poškodovanih dreves zaradi gozdarskih del na podlagi podatkov popisov propadanja gozdov prikazuje preglednica 5. V obravnavanem obdobju se povprečna poškodovanost gozdov zaradi gozdarskih del giblje med 10 in 15%. Izstopa leto 1991, kar je najverjetneje posledica spremenjene metodologije in neizkušenosti prevelikega števila popisovalcev. Popis poškodovanosti dreves iz leta 1995 kaže, da so razlike med regijami statistično značilne, med sektorji lastništva pa ne. Po poškodovanosti izstopajo gozdovi dinarsko - kraške regije. Popis iz leta 1987 ugotavlja, da narašča odstotek dreves z mehansko poškodbo pri razredih z bolj osutimi krošnjami. Zveza med odstotkom poškodovanih dreves na traktu in povprečno stopnjo osutosti po popisu iz leta 1995 ni statistično značilna.

Metodologije popisovanja poškodb gozdov zaradi gozdarskih del se izboljšujejo, vendar še vedno nimamo vseh znakov, ki bi omogočali celovit pogled v vrste in stopnje motenj slovenskih gozdov zaradi gozdarskih del. Ugotovljena povprečna poškodovanost drevja je nižja, kot jo ugotavljajo v to usmerjene raziskave. Če bomo nadaljevali popisovanje poškodb zaradi gozdarskih del v okviru popisov propadanja gozdov tudi v prihodnje, svetujemo naslednje spremembe metodologije iz leta 1995:

- preverjanje reprezentativnosti traktov z vidika intenzitete gospodarjenja in gostote prometnic,
- realizacijo popisa prometnic v okolici trakta,
- podrobnejši popis motenj tal in popis poškodb mladja na ploskvi,
- poenostavitev šifranta vrst gozdarskih vzrokov za poškodbe drevesa,
- podrobnejšo pripravo popisovalcev za popis starih poškodb drevja.

7 SUMMARY

In the period 1987-1995 the extend of tree damages caused by logging operations was surveyed within Slovenian forest decline inventories. In this article the following is regarded as forest operations: cutting and assortment production, skidding and forest road and tractor skid trail construction. Mechanical wounds which are directly or indirectly linked to logging operations has been registered in the forest decline inventories in 1987, 1991, 1993, 1994 and 1995.

In 1987 wounds due to forest operations was treated together with all other mechanical wounds of trees. This was performed on two levels. Within the scope of forest state inventory in the entire tract, the number of trees with wounds due to forest operations were established and in the inventory of an individual tree the presence of mechanical wounds of a stem were registered. Based on the tree wound analysis caused by the game and forest operations (Smole 1990) an inventory of tree damage due to forest operations was carried out in 1991, 1993 and 1994 within the scope of the known damage of tree crown, stem and roots. The latest forest decline inventory treated the forest operations related disturbances within other damages caused to tree crown and within damages of a stem and roots.

The estimates of the percentages of wounded trees due to forest operations based on the data from forest decline inventories are presented in table 5. Within the period dealt with the average percentages of wounded trees due to forest operations moves between 10 and 15%. The year 1991 is an exception, which is most probably the consequence of a changed methodology, which was employed, and too many inexperienced surveyors. The 1995 inventory of tree wounds caused by forest operations indicates that the differences between regions are statistically characteristic, but the differences are insignificant regarding ownership sectors. According to the percentages of wounded trees the Karst forests greatly differ from the others. In the inventory of 1987 it was established that the percentages of the trees with a mechanical wound increased in the classes of more defoliated tree crowns. This relationship has not been significant in the inventory data from 1995.

The methodologies employed in inventories as to forest operations related tree wounds are improving, yet they still do not comprise all the indices which would enable an integral insight into the types and stages of disturbances in Slovenian forests due to forest operations. The established average percentages of wounded trees is lower than that cited in the detailed studies. In case the inventory of the tree damage due to forest operations is performed together with forest decline inventory still in the future, the following improvements of 1995 methodology are proposed:

- testing of tracts' representativity from the point of management intensity and communications' density,
- survey of the forestry communications around tracts,
- a more detailed inventory as to soil alterations and the inventory of young tree damage in a plot,
- a more simple code list regarding the causes for tree wounds,
- better prepared surveyors for the inventory of old wounds.

8 VIRI

- BUTORA, A. / SCHWAGER, G., 1986. Holzemteschaden im Durchforstungsbestanden.- Zurich, Berichte, 288, 45 s.
- IGLG (Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo), 1985. Navodila za izvedbo ankete (s prilogami).- Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, 21 s.
- KOVAČ, M., 1996. Dosedanji koncept popisa propadanja gozdov in razvoj celostnega ekološkega monitoringa.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 52, s. 23-52..
- IVANEK, E., 1976. Vrednotenje poškodb pri spravilu lesa v gozdovih na Pohorju.- Strokovna in znanstvena dela, Ljubljana, 176 s.
- INNES, J. L. / SCHWYZER A., 1994 Stem damage in Swiss forests: incidence, causes and relations to crown transparency. Eur. J. For. Path. 24, s. 20-31.
- KOŠIR, B. / MEDVED, M. / ROBEK, R. / KRČ, J. / PAPAC, B. / LJUBEC, M., 1994. Usklajevanje pridobivanja lesa z drugimi funkcijami gozda.- Končno poročilo projekta MZT 44-0859-0404-93, IGLG, Ljubljana, 164 s.
- KOŠIR, B. / KRČ, J., 1994. Razmerje med funkcijami gozdov z vidika omejitev pri opravljanju gozdnih del.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 45, s. 115-189.
- MEDVED, M., 1990. Poškodbe drevja zaradi gozdarske dejavnosti.- Poglavlje v: Poškodbe gozdnega drevja zaradi nekaterih znanih vzrokov - analiza stanja in proučevanje procesov propadanja. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, Raziskovalna naloga, s. 15-29.
- NATEK, K., 1994. Pokrajinsko-ekološka členitev slovenskega prostora.- Poglavlje v internem gradivu: Študije ranljivosti okolja in osnove za pripravo podzakonskih aktov. Geografski inštitut Antona Melika, Ljubljana, s. 10-18.
- ROBEK, R. / KOŠIR, B., 1996. Razvoj metode vzorčnega ocenjevanja motenj gozdov pri pridobivanju lesa.- V: zbornik posvetovanja "Izzivi gozdne tehnike", Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, s.73-81.
- SMOLE, I., 1990. Poškodbe gozdnega drevja zaradi nekaterih znanih vzrokov - analiza stanja in proučevanje procesov propadanja.- Raziskovalna naloga, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 35 s.

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

2

Ljubljana, 1997

GDK 31:903:907:(497.12)

POTI DO OKOLJU PRIJAZNE GOZDNE TEHNIKE V SLOVENIJI

Robert ROBEK*

Izvleček

Skrb za varovanje naravnega okolja pri pridobivanju lesa in gradnji gozdnih cest v gospodarskih gozdcvih, je tradicionalno prisotna v slovenskem gozdarstvu, vendar z doseženo ravno praktičnih uspehov ne moremo biti zadovoljni. Gozdarska podjetja in javna gozdarska služba še iščejo poti med filozofijo in tehnologijo okolju prijazne gozdne tehnike. Raziskovalno delo na tem področju se razvija, vendar pa bo v bodoče moralo biti bolj aplikativno usmerjeno. Ključ do vidnejših uspehov pri razvoju okolju prijazne gozdne tehnike predstavljajo aplikativno usmerjeni razvojni projekti, izpeljani v sodelovanju s ciljnim kategorijami izvajalcev gozdarskih del in podprti s strani pristojnih ministrstev.

Ključne besede: izvajanje gozdarskih del, okoljske motnje, Slovenija, razvojni projekti

WAYS TOWARD ENVIRONMENTALLY FRIENDLY FOREST TECHNIQUE IN SLOVENIA

Abstract

Concerns for environmental impacts due to logging operations and road construction in managed forests has been traditionally presented in the Slovenian forestry sector, however the practical effects of their efforts has not been adequate. Forest enterprises and the Slovenian forest service are still searching for a bridge between the philosophy and the technology of active environmental sound forestry operations. Research in this area is developing but will require better cooperation with practice in the future. The key to progress in this field are development projects conducted in close cooperation with target groups of forest workers and supported by relevant governmental institutions.

Key words: forest operations, environmental impacts, Slovenia, development projects

* Mag., asist., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000, Ljubljana, SLO

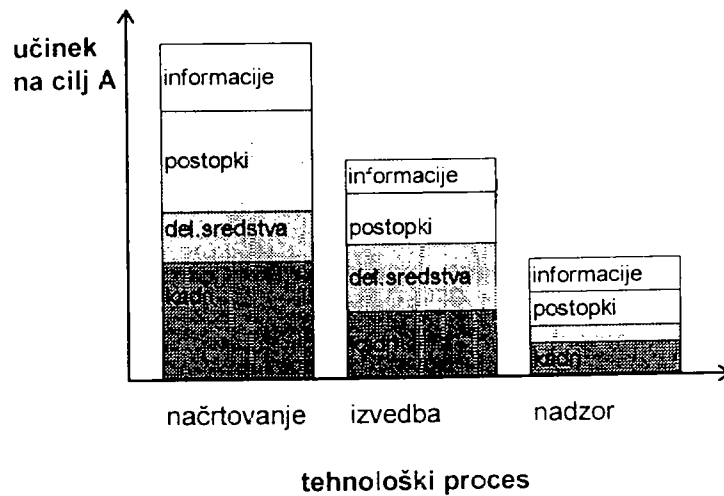
1 UVOD

Gozdna tehnika predstavlja pojem, ki se je v slovenskem gozdarstvu pojavil sredi osemdesetih let in je predstavljal skupni imenovalec za področje pridobivanja lesa, gradnje prometnic in izkoriščanja lesne biomase. Uveljavil se je v času kolizije dveh vrhuncev v gozdarstvu: vrhunca uporabe mehaniziranih tehnologij na omenjenih področjih in razcvetom ekoloških raziskav v gozdarstvu zaradi grozečega pojava propadanja gozdov. Ena od koristnih posledic kolizije je bila širitev zanimanja gozdne tehnike na različna robna področja, med katerimi je tudi proučevanje negativnih vplivov gozdarskih tehnologij na gozdne ekosisteme in gozdnato krajino.

Letos mineva deset let od začetka sistematičnega proučevanja negativnih vplivov gozdne tehnike na okolje v okviru dejavnosti Oddelka za gozdno tehniko in ekonomiko na Inštitutu za gozdno in lesno gospodarstvo ter kasneje na Gozdarskem inštitutu Slovenije in pet let od dokumentiranih razmišljanj o smereh razvoja gozdne tehnike pri nas (KOŠIR 1992). Namen tega prispevka ni povzemanje dosedanjih raziskav, niti premlevanje splošnih resnic. Z njim želimo podati nekaj svežih razmišljanj za nadaljnje profiliranje proučevanja ekoloških vidikov dela v gozdu v Sloveniji in tako aktivno sooblikovati znanost za preživetje, ki je razvojna nuja. Ker vstopamo v nov cikel raziskav na tem področju, je pravilna orientacija raziskovalnega procesa še toliko pomembnejša.

2 OKOLJU PRIJAZNA GOZDNA TEHNIKA

Osrednji predmet zanimanja gozdne tehnike ostaja gospodarski gozd, ki je opredeljen s ciljnim stanjem, uporabljene tehnologije pa so sredstvo za doseg sistema ciljev. V gospodarskem gozdu je naravno okolje eno izmed okolij, saj tehnologija zavestno in neposredno vpliva še na delovno in poslovno okolje, posredno pa tudi na sociekonomsko okolje. Ne gre pozabiti niti pravnega in političnega okolja, ki v znatni meri pogojujeta doseganje gozdnogospodarskih ciljev. Ciljna stanja so opredeljena za vsako okolje z drugačnimi znaki, način in učinkovitost doseganja posameznega cilja pa je razdrobljen med faze in prvine tehnološkega procesa (slika 1).



Slika 1: Različna učinkovitost doseganja cilja v posameznih fazah proizvodnega procesa.

Antropomorfní atribut 'prijaznost tehnologije' ima dva nivoja. Na prvem nivoju govorimo o prijaznosti tehnologije do posameznega nivoja, pri katerem je potrebno biti previden. Nobenega smisla nima govoriti o gozdu prijaznem stroju, lahko pa govorimo o prijaznem delovnem okolju traktorske kabine. Vse pogosteje se atribut 'okolju prijazno' uporablja za tiste tehnologije in postopke, katerih vplivi so na več različnih okolij (naravno, družbeno,...) nekonfliktni, oziroma jih je mogoče trajno obvladovati z malimi vložki. Tako WASTERLUND (1996) opredeljuje okolju prijazen sistem izkoriščanja gozdov kot 'proces preoblikovanja izbranih dreves v proizvode z minimalnim vplivom na biološko pestrost, trajnost in estetske kakovosti gozdnega ekosistema'. WINTER (1994) govori o okolju prijaznem podjetju in pri tem okolje obravnava celostno. Vanj vključuje tako ergonomijo, varstvo pri delu kot tudi naravno okolje in celo ekonomiko.

O prijaznih tehnologijah v gozdarstvu torej govorimo v povezavi s postavljenim sistemom ciljev in dejansko izvedbo del, če pa govorimo samo o vplivih gozdarskih tehnologij na gozdove, obravnavamo ekološke vidike gozdarskih tehnologij.

3 KAKO PRIJAZNA JE GOZDNA TEHNIKA V SLOVENIJI

Če opazujemo gozdarske tehnologije v luči doseganja sistema gozdnogospodarskih ciljev, ugotovimo, da je skrb za prijazne gozdarske tehnologije tradicionalno prisotna v slovenskem gozdarstvu. V zadnjih 40. letih so bili vloženi veliki napor v prilagajanje tehnologij možnostim našega ekonomskega in delovnega okolja, kot tudi v zmanjševanje motenj naravnih procesov v gozdu (REBULA 1997).

Z doseženim stanjem žal ne moremo biti zadovoljni, saj se ta raven danes izvaja na majhnem deležu gozdnih površin in samo pri nekaterih gozdarskih podjetjih, ki (po)ostajajo eden od nosilcev bodočega tehnološkega razvoja (KOŠIR 1990), s tem pa tudi protagonisti pri uvajanju ekoloških vidikov v delovne procese v gozdarstvu (KOŠIR / WINKLER / MEDVED 1994). Za veliko večino ostalih gozdov je hvala o okolju prijazni tehniki prevečkrat neupravičena ekstrapolacija dosežkov v državnih gozdovih, pa še tam poteka praktična izvedba del pri pridobivanju lesa poteka prepogosto ob razglašenem dialogu med javno gozdarsko službo ter gozdarskimi podjetji in ob nedodelanem sistemu kontrole kakovosti izvedbe del. Podobno velja za odpiranje gozdnega prostora le, da je tu pojav prikrit zaradi drastičnega zastoja pri dograjevanju omrežja prometnic. Velik problem z vidika okolju prijazne gozdne tehnike v Sloveniji predstavlja lastniška struktura gozdov, pri katerih se v izostreni obliki razkriva stopnja dejanske pripravljenosti družbe in lastnikov za spodbujanje okolju prilagojenih posegov pri izvajanju gozdarskih del. To velja tako za ekološke vidike, kot tudi ekonomske, ergonomске in varnostne.

Zanimanje raziskovalnega dela za probleme tehnološkega razvoja je bilo vse do konca osemdesetih let tesno prepleteno z gozdarsko operativo, kar je logično in naravno. Poudarjanje ekoloških vidikov dela v gozdu je narekovalo širitev raziskovalnega področja gozdne tehnike na mejna področja (fizika tal, fiziologija rastlin, zoekologija, prostorski informacijski sistemi, ...) in interdisciplinarne raziskave. Govorimo o tako imenovani horizontalni širitvi raziskovalnega področja gozdne tehnike. Z novo organiziranostjo gozdarstva se je povezanost razvojno raziskovalnega dela z izvajalci del v gozdarstvu močno znižala. Na

znanstveni ravni se ekološki vidiki izvedbe gozdarskih del le redko obravnavajo v povezavi z ostalimi vidiki, dosežena spoznanja in razvite metode pa ne sežejo do ravni preverjanja pri delu z gozdom. Ugotovimo lahko, da je raven vertikalnega povezovanja med gozdarskimi ustanovami pri proučevanju ekoloških vidikov gozdarskih tehnologij neustrezna.

4 VLOGA IN OBLIKA RAZISKAV EKOLOŠKIH VIDIKOV GOZDNE TEHNIKE V SLOVENIJI

Uveljavljene tehnologije v gozdarstvu so v danem okolju (v najširšem smislu) presek zadovoljivih rešitev iz ekološkega, tehničnega, ekonomskega in ergonomskega vidika. Veliki pestrosti naravnih in družbenih dejavnikov v Sloveniji odgovarja diverzifikacija tehnologij pridobivanja lesa in zagotavljanja ciljne odprtosti gozdov. Ta mora postati poleg vsebinskih prioritet raziskav ekoloških vidikov dela v gozdu (RCBEK / MATTHIES 1996) temelj raziskovalnega dela na tem področju v Sloveniji v naslednjem obdobju. Pomembnejšo vlogo pri snovanju novih raziskav mora dobiti tudi entropijski pogled na tehnološke procese v gozdarstvu (MLINŠEK 1996), pri čemer so zakonitosti delovanja gozdnega ekosistema lahko bogat vir inspiracije tudi tehnologom. Posebno pozornost bo potrebno posvetiti izboru težišč različnih (komplementarnih) načinov obravnave ekoloških vidikov, kot so temeljne raziskave (kavzalne raziskave), prostorsko specifične raziskave (presoje vplivov na okolje - Environment and Social impact assessments) in procesno specifične raziskave (analize življenjskih ciklusov proizvodov in storitev - Life cycle analysis).

Inovativne rešitve bo potrebno iskati v smeri celostnega, medinstitucionalnega in interdisciplinarnega sodelovanja pri reševanju aplikativnih projektov. Ti morajo povezati dosedanje izkušnje vsakdanje prakse z doseženimi spoznanji na področju proučevanja ekoloških vidikov dela negativnih vplivov gozdne tehnike, upoštevati naravno in družbeno pestrost ter pokazati pot za reševanje naslednjih vprašanj: 'Katere tehnologije pridobivanja in odpiranja gozdov je v naslednjih desetih letih realno spodbujati v posameznih lastniških kategorijah gozdov, kako jim izboljšati ekološko sprejemljivost in kako jih uveljaviti pri lastnikih ter podpirati s strani države'.

5 SKLEP

Dosedanji razvoj proučevanja ekoloških vidikov gozdne tehnike v Sloveniji je logična posledica razvoja gozdarstva pri nas. Nove družbene razmere in nova organiziranost gozdarstva ter dosedanje izkušnje na področju uvajanja ekoloških vidikov v razvoj gozdarskih tehnologij v Sloveniji narekujejo nadaljne profiliranje tega področja v smeri večje praktične odmevnosti in boljšem sodelovanju z ostalimi gozdarskimi disciplinami. Ključ do vidnejših uspehov pri razvoju okolju prijazne gozdne tehnike predstavljajo aplikativno usmerjeni razvojni projekti, izpeljani v sodelovanju s ciljnimi kategorijami izvajalcev gozdarskih del ter podprti s strani pristojnih ministrstev.

6 SUMMARY

Forest techniques remain one of the central professional forestry fields in Slovenia. In practice, it encompasses the planning, execution and supervision of forest exploitation and forest opening. Due to its nature and the subjects of its work, it is connected with perturbations in the forest landscape. Environmental aspects of forest work are gaining in importance. However, this concern is, unfortunately, too often only on the declarative level. With respect to the negative consequences of the execution of forestry works, we may not be satisfied with the actual situation in Slovenian forests. The problems of environmentally friendly forestry work are very rarely dealt with in conjunction with other aspects on a scientific level. At the same time, the knowledge gained and the methods developed fail to reach the level of testing in everyday forestry work. The practical execution of logging related activities are supported with unsound cooperation between Forest service and Forest companies. Quality control process of forest operations has not been improved nor implemented. The situation for forest openings is similar but is hidden due to the current drastic halt in the building of the road network. A special problem, from the point of view of environmentally acceptable forest techniques in Slovenia, is the forest ownership structure, which clearly reveals the actual readiness of society and owners to promote actions in forest work that are adapted to the environment.

This paper presents thoughts on the content and priorities in the study of the environmental aspects of forestry technologies in Slovenia. Innovative solutions will have to be sought in the direction of a comprehensive, inter-institutional and interdisciplinary cooperation in order to solve the questions raised by applied projects. These solutions must combine the experience of everyday practices with the knowledge acquired in the study of the negative effects of forest techniques, while taking in account the natural and social diversity, and show a way to solve the following questions: Which technologies of logging and forest opening should, realistically, be promoted in the next ten years in the various ownership categories of forests; how should their environmental acceptability be improved; how should they be promoted to the forest owners and how should they be supported from the governmental side? Efforts to reduce forest perturbations due to the forestry industry should not be stopped, they should be brought to a higher practical level.

7 VIRI

KOŠIR, B., 1990. Prognoza tehnološkega razvoja gozdarstva Slovenije do leta 2000.- Ljubljana, IGLG. 64 s.

KOŠIR, B., 1992. Iskanje smeri razvoja gozdne tehnike.- Gozdarski vestnik, 50, 5/6, s. 305-310.

KOŠIR, B. / WINKLER, I. / MEDVED, M., 1994. Urejanje poslovnih razmerij pri gospodarjenju z državnimi gozdovi.- Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, 55 s.

MLINŠEK, D., 1996. Kakovost v gozdarstvu-poskus celostnega prikaza.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 50 Tematska številka 1., Kakovost v gozdarstvu. 1996 s. 29-45.

REBULA, E., 1997. Sonaravno gospodarjenje z gozdovi in stroški pridobivanja lesa.- Kmečki glas, 11, 12.3.1997.

ROBEK, R. / MATTHIES, D., 1996. Soil and tree disturbances due to forest operations - an unresolved, interdisciplinary issue.- *Phyton* (Horn, Austria), 36 (3), s. 181 - 186.

WINTER, G., 1994. Okolju prijazno podjetje. Priročnik za poslovno ekologijo z 22 vprašalniki za uporabo v praksi.- Radovljica, Medium d.o.o., 288 s.

WÄSTERLUND, L., 1996. Envirogenile forestry operations - possible or a must?- V: zbornik posvetovanja Izzivi gozdne tehnike, Ljubljana, 8.5.1996, Gozdarski inštitut Slovenije, s. 9-14.

**LATEST DEVELOPMENTS IN SOIL PHYSICAL ANALYSIS:
THE DYNAMIC COMPUTER TOMOGRAPHY AND RADON GAS
DIFFUSION**

Dietmar MATTHIES *

1 INTRODUCTION

The gas exchange between soil and atmosphere is one of the key parameters for sustainable tree growth. However, the analytical possibilities are somewhat restricted. Most often the gas conductivity of soil samples is expressed in k -values (intrinsic air permeability), which rely on a convective basis. Convective gas transport in the field occurs in the topmost few centimeters of soil only. Of greater importance for gas exchange is diffusion. It is responsible for a suitable soil gas composition in the rizosphere and deeper zones.

While analysing the diffusive gas permeability in the laboratory soil core samples of limited volume (most often 100 cm^3) are required. They are mounted in so called "one-chamber" or "two-chamber" systems allowing to follow the changes in concentration of the gas component of interest, usually oxygen or nitrogen, in one chamber by means of a gas chromatograph or an ion-sensitive electrode. Although the analytical boundary conditions are known and can be controlled to some extent, this experimental setup neglects the environmental and climatic conditions influencing the sample in its natural setting. One possibility to overcome this disadvantage is depth related spot sampling of soil gas in the field.

Even if reliable data about the gas permeability can be obtained, the soil sample remains a "black box" of which only the input and output data are known. The

* Lehrstuhl fuer Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik, Am Hochanger 13,
85354 Freising, Germany

transport processes within the sample mainly relying on the topology and morphology of the pore system remain obscure. It was, therefore, a challenging task to develop new analytical methods, which on one hand offer the possibility of combined field and laboratory measurements and on the other hand allow to attribute permeability values to real existing pore space characteristics.

2 THE "DYNAMIC COMPUTER TOMOGRAPHY" (DCT)

In the late sixties HOUNSFIELD and CORMACK invented the X-ray computed tomography (CT) for medical purposes. In 1982 the first paper about the application of CT for soil related investigations was published by PETROVIC et al. In the following several soil scientists used CT in order to describe the soil structure (for example CRESTENA et al. 1986, ANDERSON et al. 1988 and HOPMANS et al. 1992) and structural features caused by soil fauna (JOSCHKO et al. 1990). However, these studies were restricted to static structural descriptions solely. Since 1994 we are working with a clinical CT using a dynamic method. For the first time, it becomes possible to visualize and to measure dynamic processes like gas and water transport in soil.

The analytical principle of the CT is the density dependent attenuation of X-rays while passing matter. The higher the density, the more X-rays are absorbed and vice versa. The attenuation coefficients are normalized against water into so called HOUNSFIELD UNITS (HU). HU (water) becomes 0, while air has HU - 1000. Solid particles like stones, for example, are in the range of HU +1000 to +3000. In order to achieve an image, these HU values are transferred into gray values depicted on a monitor or an exposure. The striking advantage of a CT is that internal structures can be analysed in a non-destructive, location independent manner without any blurring by overlying structural features.

The basic idea of the DCT method is the subtraction of two image matrices from an identical scan position, one with normal soil gas in the pores and one after the

application of a gaseous contrasting media, in our case Xenon (Xe). As Xe has a density which is about 4.5 times higher than that of air, only pores containing a certain proportion of Xe remain visible after subtraction, while areas (image pixels) with unchanged density, like solids, are extinguished. Therefore, gas conducting pores become selectively visible. In case the diffusion velocity through a sample is of interest several scan positions all over the sample length can be defined and consecutively scanned (Fig. 1).

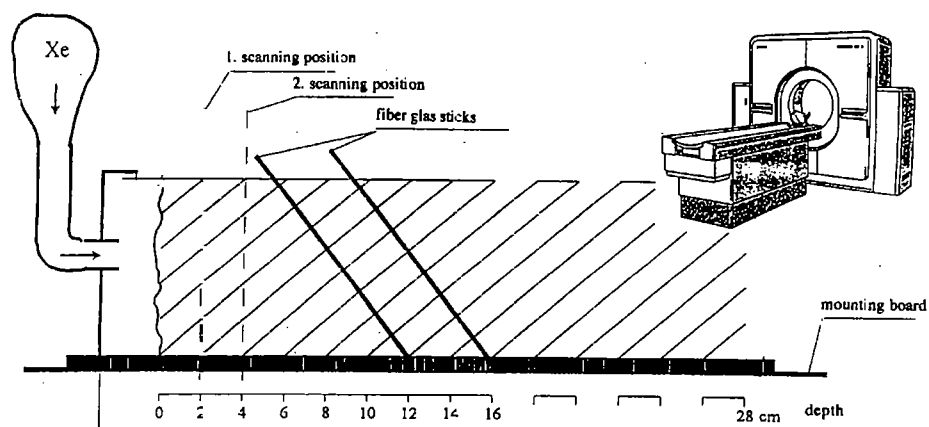


Figure 1: Schematic draft of the mounted soil sample in the CT (inlay). The Xe reservoir is connected with a plastic lid on top of the soil core. The first scanning positions are shown. Fiber glass sticks serve for the control of the relocation accuracy.

For our studies a "SOMATOM PLUS" scanner (SIEMENS company) with an implemented SOMARIS software was used. The resolution (= pixel size) is 0.1 mm^2 , which almost covers the range of coarse pores being mainly responsible for the gas exchange, with a slice thickness of 1 mm (= voxel size 0.1 mm^3). The scanning time is 2 s. Two program features of SOMARIS software directly support the DCT method. "Subtraction" enables the operator to subtract two image matrices easily. "ROI" (Range Of Interest) allows to define an area within

the image, which is going to be analysed for the differential HU values in the subtraction image. In order to eliminate edge effects due to peeling off or soil disturbances in the immediate contact area to the core from diffusion analysis, an inner cross sectional area of about 50 cm² was defined by ROI. Thus leaving an outer radial sample volume of about 0.8 cm thickness out of measurement (inner diameter of the cores were 9.4 cm).

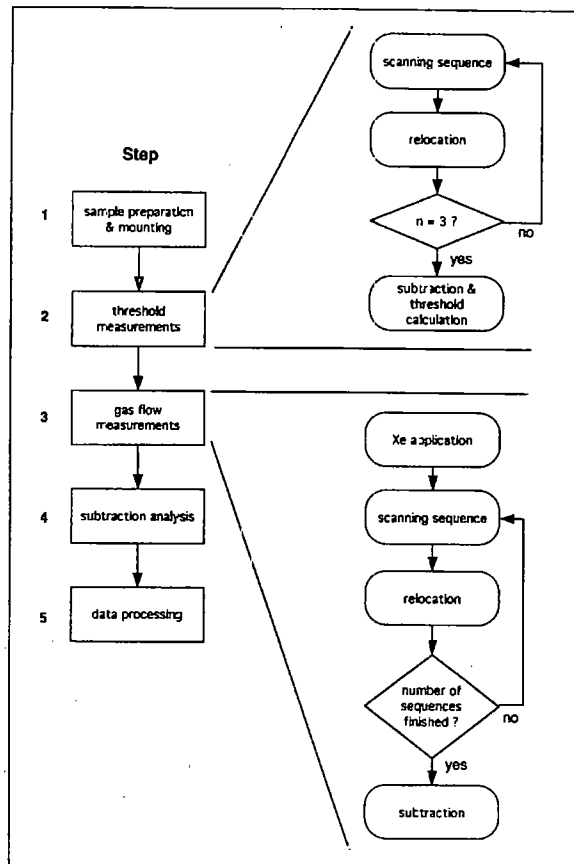


Figure 2: Flow chart of the dynamic CT method (DCT).

The analytical procedure is as follows (Fig. 2):

Step 1 **Preparation**

Sealing of the sample on both sides with plastic caps, of which one carries the inlet for Xe, and tight mounting onto the patient table of the CT apparatus, then, programming of the scanning positions.

Step 2: **"Threshold" measurements**

The quality of the measurements strongly depend from the relocation accuracy of the patient table. As the methodological idea relies on the subtraction of two images from the identical scan position, any local deviation causes differential HU values, which can be attributed to slightly changed soil structure at the different scan position. In order to establish a significant HU signal from Xe, the differential HU value after application of Xe has to exceed a certain threshold, which is defined by the mean differential "background" HU value plus the double standard deviation. Therefore, at least three replicates of sequence measurements without Xe have to be conducted in order to achieve the "background" HU values for each individual scanning position.

Step 3: **Gas flow measurements**

Following the "background" measurements Xe from a gas reservoir is applied. According to constant time intervals the sequence measurements are repeated. Typically for our studies we started the first sequence 2 minutes after Xe application. The following sequences were carried out at 4 minute intervalls. After 1 hour we stopped the experiment.

Step 4 and 5: **Subtraction analysis and data processing**

After stopping the experiment the image subtraction follows. The differential HU values are noted and processed to cumulated HU profiles for each scanning position.

Modern scanner techniques offer additional potential for soil scientific applications. Magnetic resonance scanner, for example, are most suitable for investigations of liquid phases in porous media. Beside water other fluids on hydrogenic basis can be detected and distinguished selectively. This can be of importance for investigations in the fields of waste deposits, environmental pollution by hydrocarbons (oil) or drinking water research. By means of a 3D Micro-CT apparatus the spatial topology and morphology of the pore space can be investigated down to 5 μm . Although the sample size is rather restricted and dynamic measurements are not possible, these apparatus will open the door towards new insights into the structure of soil and its pore system. For further information the reader should refer to MATTHIES (1996, comprehensive literature in there).

3 THE "RADON" METHOD

Another analytical approach for the assessment of diffusive gas flow uses Radon as a radioactive tracer. Radon (Rn) is a noble gas. Its radioactive isotopes Rn-219, Rn-220 and Rn-222 are decay products in the Uranium and Thorium decay chains with half lives of 4 seconds, 1 minute and 4 days, respectively. As Uranium and Thorium are elements naturally occurring in the lattice of numerous minerals, the soil can be regarded as a source for Rn, while the atmosphere is its sink. From the isotopes mentioned above, especially Rn-222 is of interest for permeability studies as its long half live of 4 days guaranties a considerable live span for penetrating several meters of bedrock or soil (up to 60 m according to literature).

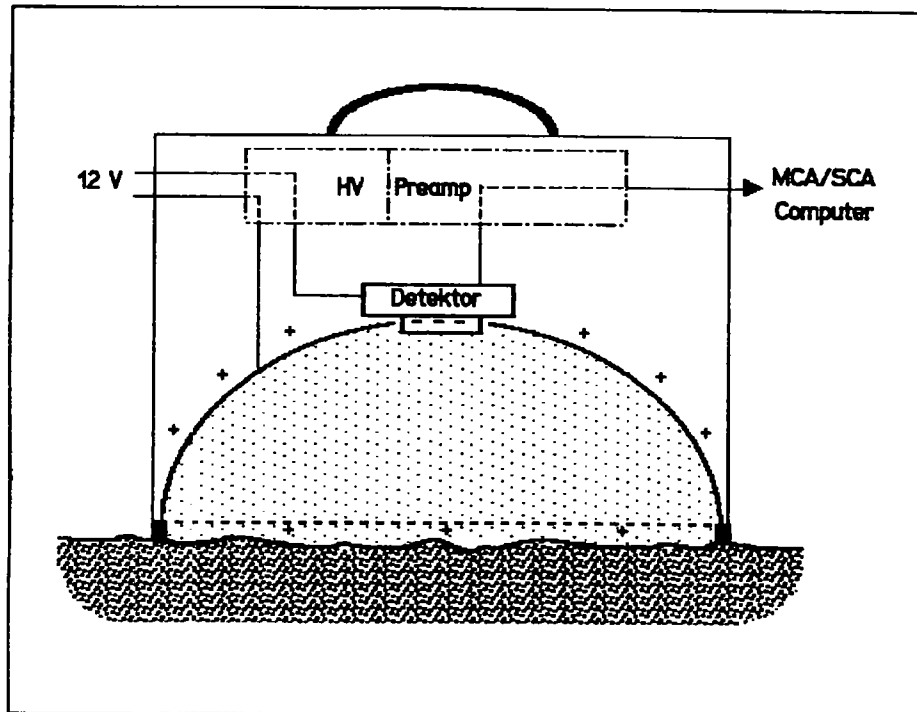


Figure 3: Technical description of the Radon chamber. HV: High voltage; Preamp: preamplifier; MCA/SCA: Multi/Single-channel-analyser.

By means of a Radon-chamber (Fig. 3) the alpha decays of Rn-222 and its decay product Rn-218 can be detected. The amount of decays is directly linked to the number of Rn-222 atoms, which passed the interface between soil and atmosphere entering the chamber. In case of field measurements the chamber is placed on top of the soil, while for laboratory measurements a smaller version is mounted on top of a cylinder core standing on the Rn reservoir. The technical description of the apparatus and the method of sampling is published in detail elsewhere (MATTHIES 1996).

Gas diffusion profiles

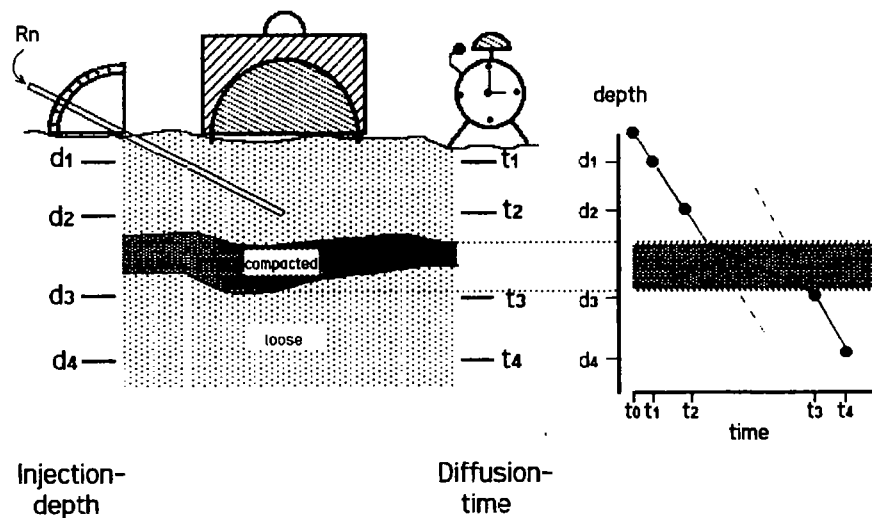


Figure 4: Field setup to measure the depth related Radon diffusion. Compacted soil layer retard the migration of Radon.

Besides the application for field and laboratory measurements it is possible to monitor the natural or to analyse an artificially induced Rn -gas flow. Hence monitoring of the natural Radon background can be seen as a "whole budget" analysis, the latter serves for a depth related resolution of the permeability. For that purpose small needles are stuck into the soil to certain depth levels (Fig. 4). By means of a syringe small quantities of Rn containing air (10 to 30 ml) are injected into soil. This artificial Rn cloud introduces a distinct peak in the Radon chamber after a certain time span (Fig. 5). The diffusion time in relation to the injection depth is a direct marker for the permeability of the penetrated soil layer. A major advantage of this method is the ability to analyse structural changes due to machine traffic, for example, in the identical soil compartment. Therefore, the needles are brought into soil in a flat angle and left there, while the machine

passes the spot of measurement. Statistical problems due to heterogeneity of soil do not exist in this case.

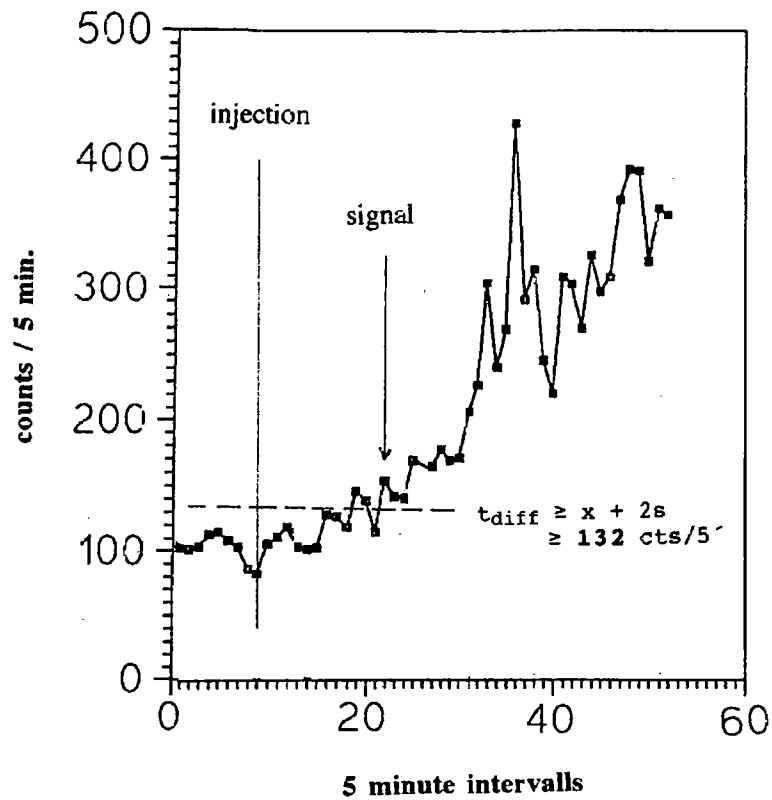


Figure 5: A typical example for a Radon peak in the Radon chamber after injection of Radon containing air into soil. The threshold is defined by the mean background counting rates until injection plus the double standard deviation.

4 EXAMPLES

Mechanical load alters the soil structure. This can be seen in Fig. 6, which represents a CT-image from a soil in its natural status (left) and after traffic by a conventional forwarder (right). In its natural status the soil is crisscrossed by earthworm burrows (a) and roots (b). After traffic these structural features disappear almost completely. As a matter of fact air and water conductivities will be affected seriously.

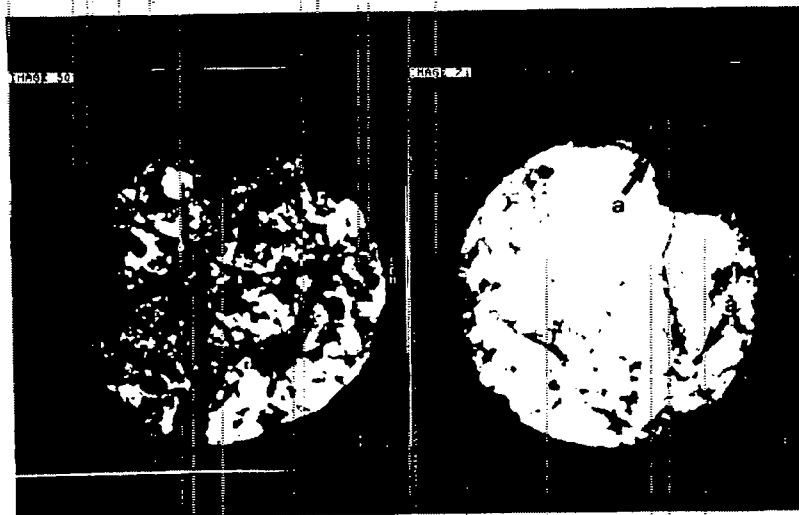


Figure 6:

This impact is shown in Fig. 7. The left hand digitalized images represent CT-scans in three depths from an unloaded soil sample. The black areas are X-ray absorbing coarse pores. Their cross sectional area related to the entire cross sectional area of the core (50 cm^2) decreases from 6.35 % in 6 cm depth to 0.37 % in 16 cm depth. On the right the situation in a loaded counterpart from the same site is shown. The breakdown of the coarse pores and their continuities is striking. Only in 16 cm depth the cross sectional percentages are comparable,

which can be taken as an indicator for the critical depth of the impact, lying somewhere between 10 and 16 cm.

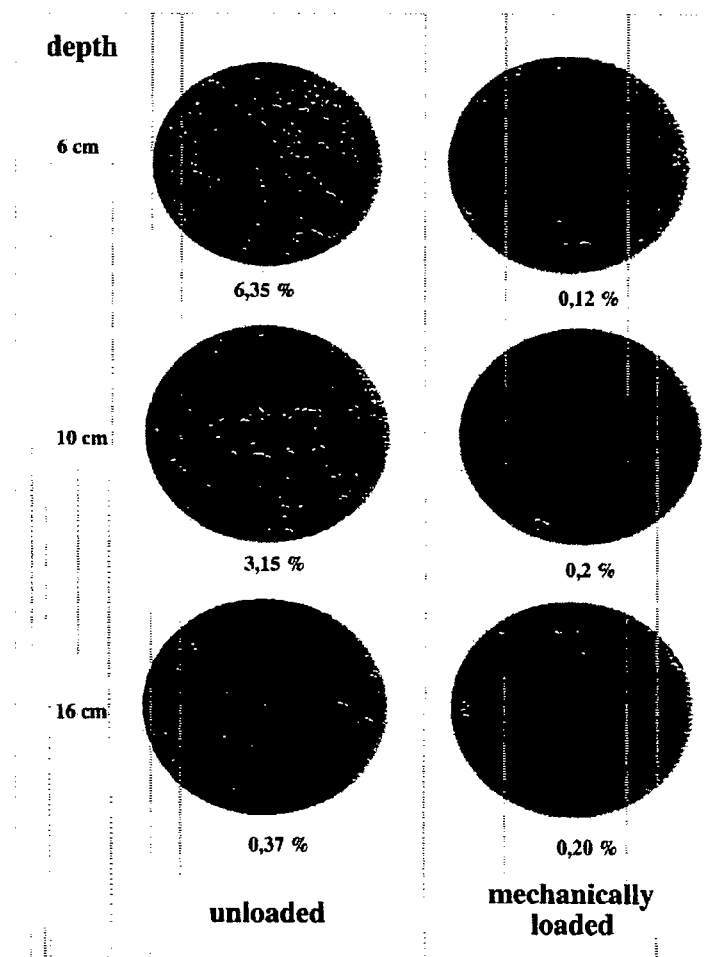


Figure 7: Gas conducting coarse pores (black areas) in an unloaded and mechanically loaded sample after subtraction analysis (digitalized images). The break down of the coarse pores and their continuities become visible. Numbers give the percentage of gas conducting cross sectional areas.

This visual impression can also be supported by analysing the time of diffusion (Fig. 8). According to the DTC procedure the diffusive Xe-gas flow through these samples was measured. In case of the unloaded sample the diffusion time, normalized for 1 cm of soil, varied between 0.20 and 0.33 minutes/cm with a slight increasing tendency with depth. In contrast the graph for the mechanically loaded sample differed considerably. Down to 4 cm depth the diffusion time was even less than that in the unloaded sample, which can be explained by the tearing of the soil by the lugs of the tire. This fractioning, forming artificial conductivities, could be found in almost all cases of investigation. Underneath the contact area of the lugs, the compaction leads to the expected effects. The diffusion time increases drastically from 0.15 in 4 cm up to 0.75 min./cm in 8 cm depth. Below this depth level no further Xe was detectable within the experimental time of 45 minutes. As the gas flow is hindered to a considerable extent an unsuitable change in the soil gas composition under the wheel ruts can be expected in the middle run. These findings could be proven by means of Radon field and laboratory tests.

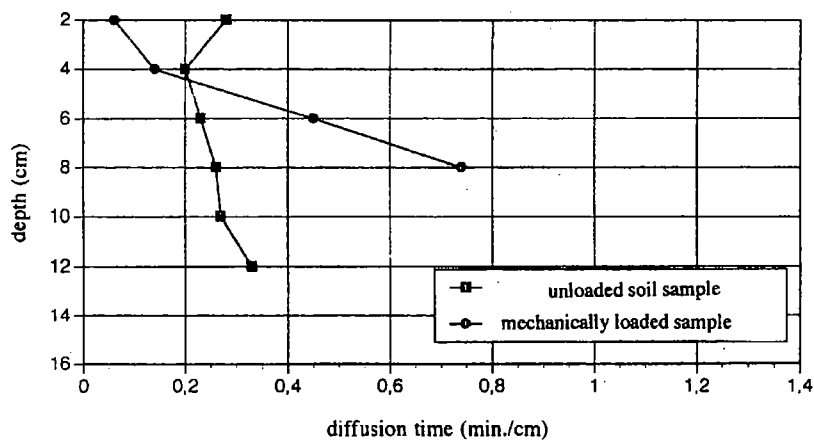


Figure 8: Mechanical load retards the diffusion of Xenon considerably.

Finally, one example of the natural gas exchange of Radon is shown in Fig. 9. Under field conditions the Radon exhalation reveals a distinct pattern. The diurnal variation is characterized by a minimal exhalation rate during the day and a maximum in the night. In Fig. 9 a four days period is depicted. The minimum and maximum plateaus are separated by sharp flanks, which are directly linked to changes in the temperature regime of atmosphere and soil. This can be expressed by the iso- and unisothermal diffusion. As soil is the source for Radon there exists a constant concentration gradient towards atmosphere. On the other hand the direction of the unisothermal diffusion component changes as soon as the temperature difference between soil and atmosphere inverts. During the night both mechanisms are equally directed intensifying the exhalation, while during the day they are behaving in contrasting manner, which results in low exhalation rates.

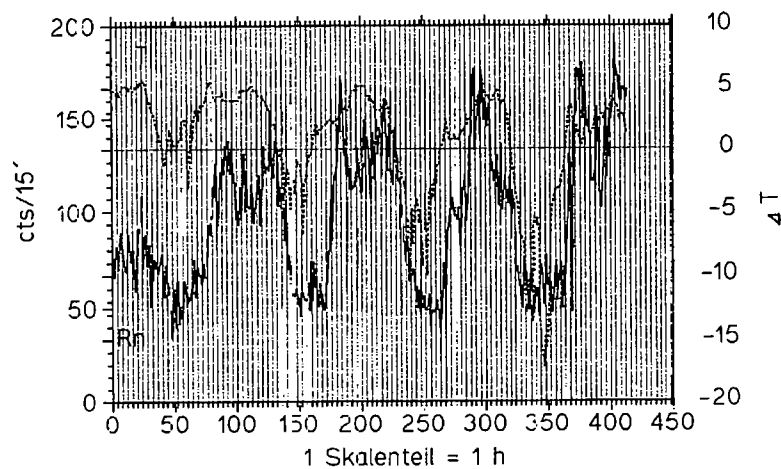


Figure 9: The diurnal variation of the natural Radon exhalation (four days period). The exhalation rate is mainly controlled by the temperature difference between atmosphere and soil.

This simple example conclusively demonstrates the dilemma of laboratory analysis disregarding the environmental factor. As, for instance, in diffusion analysis usually sample and gas have the same temperature, the measurement takes place in a situation, which is comparable to the flanks in Fig. 9. The slightest change in room temperature during analysis will lead to a drastic reaction of the diffusion rate in one or the other direction. While monitoring the Radon exhalation in nature we found a factor 5 between day and night (literature reports up to factor 60 ! for uranium mining areas). Transferred to laboratory measurements this could mean a soil sample has an excellent or even poor gas permeability, just depending on the temperature regime only.

5 CONCLUSION

Analysing the diffusive gas permeability of a porous media, like soil, is a delicate task. For the first time, the DCT method offers the possibility to combine pore structural features of a sample to be combined with dynamic transport processes. The gas conducting pores and the gas flow can be visualized and quantitatively measured. The same is valid for transport of fluids. Measurements of the diffusion coefficients become possible at any location in the sample as the DCT method overcomes the conventional "whole budget" analysis.

The Radon method is suitable for in situ as well as laboratory measurements of the gas permeability. Due to its non-destructive character the experimental setup in the field allows repeated measurements in the identical soil compartment. The impact of mechanical load on soil and its pore system during terrain traffic experiments, for example, can be analysed directly. It overcomes conclusions by analogy as they are necessary by core sampling.



6 LITERATURE

- ANDERSON, S.; GANTZER, C.; BOONE, J. & TULLY, R. (1988): Rapid nondestructive bulk density and soil-water content determination by computed tomography.- *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 52: 35-40
- CRESTANA, S.; CESAREO, R. & MASCARENHAS, S. (1986): Using a computed tomography miniscanner in soil science.- *Soil Sci.*, 142: 56-61
- HOPMANS, J.; VOGEL, T. & KOBLIK, P. (1992): X-Ray tomography of soil water distribution in one-step outflow experiments.- *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 56: 355-362
- JOSCHKO, M.; GRAFF, O.; MÜLLER, P.; KOTZKE, K.; LINDNER, P.; PRETSCHMER, D. & LARINK, O. (1990): A non-destructive method for the morphological assessment of earthworm burrow systems in three dimensions by X-ray computed tomography.- *Biol. Fert. Soils*, 11: 88-92.
15. D. MATTHIES (1996): Neuartige Verfahren zur Bestimmung der Gasleitfähigkeit von porösen Körpern, insbesondere von Böden.- *Forstl. Forsch. Ber.*, 157: 231 S.
- PETROVIC, A.; SIEBERT, J. & RIEKE, P. (1982): Soil bulk density analysis in three dimensions by computed tomographic scanning.- *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 46: 445-450

SEZNAM OBJAV IN PRENOS ZNANJA

Objavljeni članki v strokovnih revijah

1. ROBEK, R. / BITENC, B. 1995. *Enuma* 1995. *GozdV*, 53, 7, s. 46.
2. ROBEK, R., 1997. Presoja vplivov na okolje pri načrtovanju gozdnih prometnic. *GozdV*, 54, 7-8, s. 465-472.



'Gozdarski vestnik

04/95

Ljubljana
Slovenija

Ljubljana, april 1995

VSEBINA – CONTENTS

165 Uvodnik

166 Mitja Cimperšek

Sonaravnost je kultivirana ekologija

Close to Nature Approach is the Cultivated Ecology

187 Matjaž Čater, Lado Kutnar

Biološka pestrost gozdov

Biodiversity in Forests

195 Janez Pogačnik

Strokovne podlage za prostorski del pri načrtu gozdnogospodarske enote – 1. del

Professional Foundations for the Spatial Part of Forest Unit – Part 1

208 Jure Marenče

Študijsko potovanje v Waiblingen – obisk tovarne Stihl

210 Robert Robek, Borut Bitenc

BAUMA 1995

212 Strokovna srečanja

217 Društvene vesti

219 Strokovno izrazje

Naslovna stran: foto: Edo Kozorog

Gozdarski vestnik

SLOVENSKA STROKOVNA REVILJA ZA GOZDARSTVO
SLOVENIAN JOURNAL OF FORESTRY

Ustanovitelj in izdajatelj:

Zveza gozdarskih društev Slovenije

Uredniški svet

mag. Mitja Cimperšek, Hubert Dolinšek,
mag. Aleksander Golob, mag. Dušan Jurc,
Marko Kmecl, Iztok Koren, dr. Boštjan
Košir, Jure Marenče, Miran Orožim,
mag. Dušan Robič, Danilo Škulj

Uredniški odbor

dr. Boštjan Anko, dr. Franc Batič,
dr. Dušan Mlinšek,
mag. Živan Veselič

Odgovorni urednik

mag. Živan Veselič, dipl. inž. gozd.

Tehnični urednik

Aleksander Leben

Lektor

Darinka Petkovšek

Dokumentacijska obdelava

Teja-Cvetka Koler

Uredništvo in uprava

Editors address

SLO 61000 Ljubljana,

Večna pot 2

Žiro račun – Cur. ac.

ZDIT GL Slovenije

Ljubljana, Večna pot 2

50101-678-48407

Letno izide 10 številik

10 Issues per year

Polletna individualna naročnina 1.500 SIT

za dijake in študente 800 SIT

Polletna naročnina za delovne organizacije

8.000 SIT

Posamezna številka 500 SIT

Letna naročnina za inozemstvo 40 USD

Izhajanje revije podpirata Ministrstvo za znanost
in tehnologijo ter Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Na podlagi Zakona o prometnem davku (Ur. list
RS, št. 4/92) je Ministrstvo za informiranje mne-
nja, da je strokovna revija GOZDARSKI VESTNIK
proizvod informativnega značaja iz 13. točke
tarifne številke 3, za katere se plačuje davek od
prometa proizvodov po stopnji 5%.

Tisk: Tiskarna Tone Tomšič, Ljubljana

Poštnina plačana pri pošti 61102 Ljubljana

Kaj se od vsega naštetega dobi trenutno na našem trgu?

Predvsem so to motorne žage od najmanjše (tip 021) do največje (tip 066) in krožne žage, namenjene različnim uporabam - za košnjo, razna gojitvena dela. V programu sta še dva tipa električnih žag - hobby program ter škropilnica; rezalec, škarje in vrtalnik pa so tudi del trenutne ponudbe na našem trgu, ki pa niso namenjeni le gozdni proizvodnji.

Poleg kvalitete in primernosti uporabe nas vedno zanima tudi cena. Gozdarji vemo, da so proizvodi te tovarne na trgu med

dražjimi, kar marsikaterega potencialnega kupca odvrne od nakupa. Proizvajalec odgovarja, da se tega sicer zaveda, vendar vztraja pri visoki kvaliteti svojih proizvodov in razvoju, na kar kaže tudi veliko število inovacij in tehničnih izboljšav na motornih žagah in drugih izdelkih.

O teh inovacijah in tehničnih izboljšavah v zadnjem času pri motornih žagah STIHL pa v naslednji številki.

Določeno svoje mesto v tem sistemu. Tako je tudi vsako posamezno naročilo sprva spisec kataloških števil, te pa so spreminjene v kode. S temi se vsako naročilo kompletira in odpremi naročniku.

GDK: 383.8

BAUMA 1995

Bavarska prestolnica je bila v času od 3. do 9. aprila prizorišče mednarodnega sejma gradbene mehanizacije in materialov ter opreme za gradbeništvo. Prek 1500 razstavljalcev iz več kot tridesetih držav je dober teden razkazovalo »mišice« na prek 400.000 m² razstavnega prostora v središču Münchna in tako znova potrdilo, da je BAUMA največji in najpomembnejši tovrstni sejem na svetu. Čeprav v gradbeništvu zahodne Evrope recesija še ne pojenjuje (lansko leto so v Nemčiji zabeležili 1,6% padec investicij v gradbeništvo (Bauma news 1995)), se je tudi tokrat sejem »zgodil« zelo uspešno. Obiskalo ga je več kot 350.000 obiskovalcev in zaradi bližine Münchna z državami v tranziciji ni dvoma, da je bilo sklenjenih mnogo pogodb. Prav gradbeni zagon nekdanjih socialističnih držav je motor, ki trenutno drži strojno industrijo zahodne in srednje Evrope pri življenju. Med slovenskimi proizvajalci sta na sejmju dokaj uspešno nastopala kranjska Sava in ljubljanski SCT in na ta način promovirala Slovenijo. Seveda je bilo med obiskovalci slišati tudi slovensko govorico, nekaj celo gozdarjev.

Sejma sva se udeležila tudi dva predstavnika Gozdarskega inštituta Slovenije, z namenom, da ugotoviva, kam plove razvoj mehanizacije, primerne tudi za gradnjo in vzdrževanje gozdnih prometnic. Čeprav smo bili gozdarji vselej bolj skromni porabniki kovinskih mamutov, pa nam do nedavnega tovrstna oprema ni predstavljala popolne neznanke. Očitno je, da je z neslavnim razdruževanjem izvajalcev in načrtovalcev v gozdarstvu trenutno najkrajši konec potegnilo ravno gozdno gradbeništvo, ki danes, milo rečeno, stagnira, v resnici pa zamira.

Čemu torej ogled BAUME? Nisva kupovala bagrov za okolju prijazno gradnjo gozdnih cest, pa strojev za vzdrževanje cest in kamionov za prevoz lesa. Bolj se je bližal večer, hitreje sva drvela skozi številne razstavne paviljone, kjer so posamezni razstavljalci pripravili neštete prezentacije, malodane pretekla sva ogromen zunanji razstavni prostor med mogočno gradbeno mehanizacijo, vendar je bilo očitno, da bova bitko s sejmom izgubila. Ko sva v večernem mraku zapustila labirint prometnih obvoznikov okrog Münchna in se končno dokopala do

zasluženega piva, pa so se začele misli urejati. Ko je popustila še bolečina ožuljenih nog, sva bila oba pripravljena priznati, da je bil obisk sejma koristen vsaj iz treh razlogov.

Včasih je potrebno, da se na lastne oči prepričaš, da recesija v neki dejavnosti še ne pomeni njenega zamiranja. Gozdarja pač ni težko prepričati, da eksponentna rast ni vedno mogoča in dobra. Čeprav gradbena industrija ne živi v zlati dobi, gre razvoj tudi tu naprej. Firme neutrudno proizvajajo vedno bolj specializirane stroje in se odzivajo na potrebe iz okolja. Na voljo je nič koliko inaic uličnih bagerjev, rovokopačev in nakladalnikov, ki niso mnogo večji od dobrih otroških igrač. Na drugi strani te palete so orjaki z dnevnih kopov, ki se zdijo primernejši za delo na Luni kot pa za krhke zemeljske ekosisteme. Hidrostatski pogoni, računalniško krmiljenje in vrhunsko ergonomsko urejena delovna kabina postaja standard v vseh velikostnih razredih. Gospodarnost pri izdelavi take mehanizacije se očitno dosega na račun združevanja velikih in že uveljavljenih firm (Caterpillar, Volvo, Poclain, O&K, KOMATSU, ...) in v intenzivnem vključevanju neskončne armade kooperantov v proizvodni proces. Vsak izdelovalec tesnil in zatičev si išče svojo tržno nišo, vsej recesiji navkljub. Njim je bilo namenjeno kar nekaj razstavnih paviljonov. Ne, strojev za potrebe gozdnega gradbeništva ni težko najti. To velja tem bolj, dokler ne začnemo razmišljati o denarju.

Drugi razlog za ogled BAUME je priložnost, da si gozdar pogleda, kako se razviti svet odziva na probleme, povezane z varstvom okolja. Ne glede na skromno dejstvo, da je tehnologija vir številnih motenj v okolju, se je znanost besno zagnala v razvoj novih tehnologij za zmanjševanje

motenj preteklih tehnologij. In tako se lahko sprehajamo po »zelenih halah«, kjer nam prikazujejo naprave za reciklažo in predelavo odpadkov, razvoj novih materialov in »čistejših« tehnologij. Ekologija mora biti biznis, ali pa ni vredna svojega imena, in pri tem ni nič narobe, če entropija veselo narašča. Ob pogledu na tako ekologijo se zdijo naši gradbeni posegi v naravno okolje pravi mačji kašelj. Da pa bo temu tudi čim večkrat tako, bo potrebno primerno mehanizacijo za delo v gozdu v prihodnje še bolj skrbno izbirati.

Tretji razlog, ki gozdarja dokončno prepriča o umestnosti ogleda takega sejma, pa je dejstvo, da razvoj tehnologij in mehanizacije vse bolj spremljajo standardi kakovosti in pripadajoča merilna tehnika. Uvajanje standarda ISO 9000 v gradbeništvo je dejstvo, ki bo z logičnim časovnim zamikom plusknilo tudi na področje gradbenih posegov v gozdnem prostoru. Pri tem narašča vloga kontrole kakovosti izvedbe del tako s tehničnega kot z ekološkega vidika, pri čemer bomo metode za preverjanje tehničnih vidikov lahko povzemali po gradbeništvu, medtem ko bodo metode za kontrolo ekoloških vidikov izvedbe gradbenih posegov v gozdnem prostoru morale ostati domena gozdarjev.

BAUMA ostaja pomemben presek stanja v gradbeništvu, na katerem je mogoče videti marsikaj zanimivega tudi z zornega kota gozdnega gradbeništva. Za vse resne obiskovalce pa še koristen nasvet. »Kolikor nimate veliko časa za ogled, se ne sprehajajte po sejmu, ampak si izberite ključna gesla ter na informacijah poiščite natančne naslove vaših sogovornikov. Verjemite, deluje!«

mag. Robert Robek
Borut Bitenc

V-3



Gozdarski vestnik

09/

Ljubljana
Slovenija

Ljubljana, november 1996

VSEBINA – CONTENTS

- 385 Uvodnik**
- 386 Pozdravna nagovora na posvetovanju**
- 388 Dušan Mlinšek**
Temelji ekosistemskega gospodarstva
The Foundation of Ecosystem Forestry
- 403 Dušan Ogrin**
Strategija varstva krajine v Sloveniji
Landscape Protection Strategy in Slovenia
- 407 Baldomir Svetličič**
Vloga gozdov v zasnovi strategije varstva narave v Sloveniji
The Role of Forests within the Concept of Nature Protection Strategy in Slovenia
- 416 Janez Marušič**
Metodologija načrtovanja gozdne krajine – nekatera teoretična izhodišča
The Methodology of Forest Landscape Planning – some Theoretical Concepts
- 425 Janez Pogačnik**
Zasnova gozdne krajine na državni ravni
- 441 Sašo Golob**
Zakon o gozdovih in urejanje prostora
Forest Act and Land Use Planning (in Slovenia)
- 447 Živan Veselič**
Sodelovanje Zavoda za gozdove Slovenije pri urejanju prostora
Cooperation of the Slovenia Forest Service in Spatial Planning
- 451 Marko Kovač**
Prostorski vidiki gozdarskega načrtovanja – primer Slovenije in Švice
Environmental Aspects of Forest Planning – Examples of Slovenia and Switzerland
- 456 Breda Ogorelec**
Gozdovi in urbanistično načrtovanje
Forests and Town Planning
- 460 Anton Prosen**
Načrtovanje razvoja podeželja
The Planning of Countryside's Development
- 465 Robert Robek**
Presoje vplivov na okolje pri načrtovanju gozdnih prometnic
Environmental Impacts Procedures in Forest Land Access Development

Gozdarski vestnik

SLOVENSKA STROKOVNA REVIIJA ZA GOZDARSTVO
SLOVENIAN JOURNAL OF FORESTRY

Ustanovitelj in izdajatelj:
Zveza gozdarskih društev Slovenije

Uredniški svet

mag. Mitja Cimperšek, Hubert Dolinšek,
mag. Aleksander Golob, mag. Dušan Jurc,
Marko Kmecl, Iztok Koren, dr. Boštjan
Košir, Jure Marenče, Miran Orožim,
mag. Dušan Robič, Danilo Škulj

Uredniški odbor

dr. Boštjan Anko, dr. Franc Batič,
dr. Dušan Mlinšek,
mag. Živan Veselič

Odgovorni urednik

mag. Živan Veselič, dipl. inž. gozd.

Tehnični urednik

Aleksander Leben

Lektor

Darinka Petkovšek

Dokumentacijska obdelava

Teja-Cvetka Koler

Uredništvo in uprava

Editors address
SLO 1000 Ljubljana
Večna pot 2

Žiro račun – Cur. ac.
ZDIT GL Slovenije
Ljubljana, Večna pot 2
50101-678-48407

Letno izide 10 številk
10 Issues per year

Letna individualna naročnina 3.600 SIT
za dijake in študente 2.000 SIT

Posamezna številka 500 SIT

Letna naročnina za inozemstvo 40 USD

Izhajanje revije podpira Ministrstvo za kmetijstvo,
gozdarstvo in prehrano

Na podlagi Zakona o prometnem davku (Ur. list
RS, št. 4/92) je Ministrstvo za informiranje mne-
nja, da je strokovna revija GOZDARSKI VESTNIK
produkt informativnega značaja iz 13. točke
tarifne številke 3, za katere se plačuje davek od
prometa proizvodov po stopnji 5%.

Tisk: Tiskarna Tone Tomšič, Ljubljana

Poštnina plačana pri pošti 1102 Ljubljana

Presoje vplivov na okolje pri načrtovanju gozdnih prometnic

Environmental Impacts Procedures in Forest Land Access Development

Robert ROBEK*

Izvleček

Robek, R.: Presoje vplivov na okolje pri načrtovanju gozdnih prometnic. Gozdarski vestnik št. 9/1996. V slovenščini s povzetkom v angleščini, cit. lit. 16.

Sestavni del gospodarskih gozdov je tudi omrežje gozdnih prometnic, katerih gradnja in raba lahko povzročata znatne motnje v gozdnih ekosistemih. Nastajajoča zakonodaja s področja posegov v prostor predvideva izdelavo presoj vplivov gozdnih cest na okolje, vendar bo potrebno njihovo vsebino in obliko šele določiti. V prispevku predstavlja avtor vrste in obseg motenj, ki spremljajo transport lesa ter dosedanja prakso pri uporabi PVO v gozdarstvu. Na praktičnem primeru so na podlagi analize negativnih vplivov prikazana vsebinska težišča aktivnega varovanja gozdnih ekosistemov pri prihodnjem odpiranju gozdov. Predstavljena so strokovna izhodišča za načrtovanje gozdnih prometnic, ki jih je potrebno uveljaviti v strokovnih in upravnih okoljih.

Ključne besede: gozdarstvo, načrtovanje prometnic, transport lesa, presoja vplivov na okolje.

Synopsis

Robek, R.: Environmental Impacts Procedures in Forest Land Access Development. Gozdarski vestnik No. 9/1996. In Slovene with a summary in English, lit. quot. 16.

An integral part of managed forests is also forest land access network, their construction and utilization representing high disturbance within forest ecosystems. The new legislation dealing with environmental impacts foresees the assessment regarding environmental impact of forest roads yet their contents and form will still have to be defined. The article deals with the types and scope of the impact caused by wood transportation and presents the application of EIA in forestry up till now. Based on the analysis of negative impact a practical example shows the emphases of active forest ecosystem protection in the future forest opening. Professional concepts as to forest communication planning are presented; the former will have to be put into effect in professional and administration bodies.

Key words: forestry, access development, wood transport, environment impact assessment.

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Zgodovino človeške civilizacije je mogoče opisati tudi kot zgodovino človekovih posegov v naravno okolje in ena prvih tarč njegove razdiralne moči je bil prav gozd. Gozdni prostor je še danes pod pritiskom različnih dejavnosti, ki pa poleg razdiralnih sil vse bolj stopnjujejo tudi skrb za njegovo ohranitev in razvoj. Predmet našega zanimanja bo gospodarski gozd, ki v Sloveniji

prevladuje. Dostopnost v tak prostor je nujna in prvi pogoj za gospodarjenje z gozdom ter koriščenje dobrin in vrednot, ki jih gozd daje. Že Leibundgut (LEIBUNGUT 1971) je slikovito poudaril: 'Nega gozda implicira gozdno cesto'. V slovenskih razmerah zagotavljamo odprtost gozdov s sistemom trajnih in začasnih gozdnih prometnic. Čeprav je nastalo omrežje po prometno-tehničnih elementih prilagojeno transportu lesa, pa je po funkciji, ki jo v prostoru opravlja, pomembna dopolnitev javnega omrežja cest. Obstoječe omrežje, ki je nastalo načrtno v okviru sistema gozdnogospodarskega načrtovanja, z ekološkega in ekonomskega vidika ni optimalno, zato ga bo potrebno tudi v prihodnje spreminjati in dograjevati.

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

Z oblikovanjem nove zakonodaje na področju načrtovanja posegov v prostor se tudi v Sloveniji uvaja formalni sistem postopkov za presojo vplivov na okolje (PVO). Spremembe zadevajo tako vsebino kot tudi obliko načrtovanja odpiranja gozdov z grajenimi prometnicami, zato se pred gozdarstvo postavlja vprašanje, kako uveljaviti specifičnosti odpiranja gozdov pri presojah njihovih vplivov na okolje, da le-te ne bodo samo formalno-upravni postopki, temveč učinkovito strokovno usmerjanje za zmanjševanje konflikta med varovanjem narave in razvojnimi imperativi (KENNEDY 1994). Pričujoči prispevek želi opozoriti na nekatere posebnosti sodobnega odpiranja gozdov, ki bi jih morali pri snovanju novih strokovnih in upravnih rešitev upoštevati.

2 PVO – VAROVALNO IN NAČRTOVALNO ORODJE

2 EIA – PROTECTIONAL AND PLANNING TOOL

Presoja vplivov na okolje (PVO, orig. EIA – environment impact assessment) je generičen pojem, s katerim označujemo administrativni proces pri realizaciji razvojnega projekta v prostoru in niz analitičnih postopkov za identifikacijo, napovedovanje in vrednotenje njegovih vplivov. Prav zaradi te njegove večpomenskosti in vpetosti v različne družbene sfere je težko v kratkih obrisih predstaviti zgradbo PVO, ki bi zadovoljila vse. Stanje in razumevanje delovanja PVO v Sloveniji je dodobra zmedel zakon o varstvu okolja, ki je težišče postopkov PVO prenesel na(d) strateško raven, s tako imenovanimi študijami ranljivosti okolja in celovitimi presojami vplivov na okolje.

Da bi se izognili razlaganju nedorečene zakonodaje, hkrati pa omogočili bralcu razumevanje jedra PVO kot ga pojmuje Evropa, bomo predstavili sistem postopkov na primeru cestne infrastrukture (- - - 1992). PVO je praviloma dvostopenjski sistem načrtovalskih postopkov, s katerim po načelih multidisciplinarnosti, javnosti in celovitosti presojamo alternative načrtovanih posegov, z vidika najmanjše spremembe naravnih razmer in največjih vrednosti varovanja okolja. **Prvo stopnjo imenujemo tudi strateška raven.** Te presoje zajemajo poveza-

ve s socioekonomske posledicami posegov in se praviloma izvajajo na regionalni ali nacionalni ravni, pretežno s kvalitativnimi metodami, ki odražajo načela PVO, uveljavljena na projektni ravni. **Drugo stopnjo imenujemo projektno raven** in zajema posamezne projekte oziroma posege. PVO na projektni ravni izvaja po naročilu investitorja pooblaščen pravna ali fizična oseba z namenom pridobitve dovoljenja za poseg. Poteka v dveh korakih: predhodna presoja in glavna presoja. Pri vsaki izmed njih se izdelata poročila, ki zajema naslednje vsebinske sklope:

- opis tehnoloških značilnosti posega, vključno s predstavitvijo variant;
- opis zatečenega stanja okolja pred posegom (ničelno stanje) po posameznih sestavinah (zrak, voda, tla, gozd, krajina, ...) vključno z obstoječimi obremenitvami, izkazanimi s količinskimi in kakovostnimi kazalci;
- ocena pričakovanih vplivov na okolje pri posameznih variantah, vključno s predstavitvijo metode vrednotenja variant;
- predstavitev izbrane variante z opisom tehnologije, izbranih materialov in vplivnega območja ter navedbo prizadetih oseb;
- opis omilitvenih ukrepov za izbrano varianto, vključno s programom spremljanja stanja sestavin okolja;
- povzetek poročila s sklepno oceno, ki je razumljiv širši javnosti;

Namen predhodne presoje je ugotoviti potreben obseg raziskav v glavni presoji oziroma potrditi, da za načrtovani poseg zadošča že poročilo v okviru predhodne presoje. Postopki PVO so torej sestavni del načrtovanja posega, izdelana poročila pa služijo za pridobitev dovoljenj za poseg. Obvezne podlage projektnim PVO so strateške PVO.

Na koncu tega kratkega pregleda postopkov pri PVO je potrebno poudariti, je tako obsežna shema smiselno prilagojena vrsti posega, konkretnim značilnostim okolja in številu vpletenih subjektov.

3 ZAKAJ PVO PRI ODPIRANJU GOZDNEGA PROSTORA?

3 WHY EIA IN FOREST ACCESS DEVELOPMENT?

Prometa, ki se odvija po gozdnih promet-

nicah je malo, zato je glavni vir negativnih vplivov sam čas gradnje prometnice. Najbolj izrazite in najbolj daljnosežne so motnje biotopa, zlasti gozdnih tal. Ocenjujemo, da znaša skupna površina motenih tal zaradi grajenih prometnic v naših gozdovih vsaj 5 % površine gospodarskih gozdov (ROBEK 1994). To pa še ni vse. Novejše raziskave o obsegu talnih motenj vzdolž negrajenih prometnic v naših gozdovih kažejo, da znaša površina motenih tal zaradi traktorskega spravila lesa po brezpotju še dodatnih 5-10 % površine gozdov (ROBEK KOŠIR 1996).

Transport lesa v gospodarskih gozdovih ostaja večfaznen proizvodni proces z znatnim obsegom in s kompleksnimi posledicami, zato ne preseneča, da se je gozdarstvo že v sedemdesetih letih seznanilo z idejo in postopki presoje vplivov gozdnih prometnic na okolje (TELLER 1977). Čeprav ima transport lesa vse glavne negativne značilnosti javnega prometa, pa je v osemdesetih letih vsaka stroka razvijala svoje postopke za varovanje okolja pri posegih v prostor. Gradbeniki so PVO razvijali prek nadzora investicijskih projektov (WORLD BANK 1991), gozdarstvo pa z izdelavo in uveljavitvijo sistema odpiranja gozdov na strateški (DOBRE 1984, PFISTER 1988) in projektni ravni (IGLG 1982).

Za devetdeseta leta je značilno, da se postopki PVO metodološko uredijo in določijo standardi na mednarodni ravni (OECD 1994). V Sloveniji se za konkretne projekte javne cestne infrastrukture taka prilagojena metodologija uporablja tudi za javne ceste nižjih kategorij (ROTAR 1994), neglede na dejstvo, da potrebne zakonodaje še ni. Gozdarstvo v Evropi se na vključevanje PVO v načrtovanje odpiranja gozdov odziva v zelo velikem razponu. Nekatere evropske države postopke PVO za projekte novogradenj gozdnih cest privzemajo v celoti (Švica), druge (Avstrija) pa PVO dodajajo gozdarske regulative in postopke podvajajo (SEDLAK 1996). Čeprav so danes prostorski informacijski sistemi v vse širši rabi, njihova praktična uporaba pri načrtovanju odpiranja gozdov ostaja skromna, verjetno predvsem zaradi nesorazmerja med potrebnim vložkom za oblikovanje podatkovnih zbirk ter njihovo učinkovitostjo v detajlu.

Prav tako je očitno (HEINIMANN 1996), da je potrebno presojo vplivov gozdne prometnice na naravno okolje razširiti tudi na področje potreb in sprejetosti posega celotnega lokalnega prebivalstva (SIA – social impact assessment – študijah socialnih vplivov), kar je bilo upoštevano tudi pri doseganju odpiranju slovenskega podeželja. Načela PVO so si že izborila domovinsko pravico v gozdarski stroki, sedaj pa nas čaka oblikovanje formalnih postopkov.

4 ZNAČILNOSTI IN PROBLEMI PRIHODNJEGA ODPIRANJA GOZDOV

4 CHARACTERISTICS AND CHALLENGES OF THE FUTURE FOREST OPENING-UP PROCESS

Snovanje sprememb na področju načrtovanja odpiranja gozdov brez temeljitega vpogleda v lastno realnost nima pravega smisla, zato smo v okviru znanstvenega projekta 'Mnogonamenska raba in okolju prilagojeno dograjevanje omrežja gozdnih prometnic' spremljali in ovrednotili motnje tal ob gradnji gozdne ceste v bližini Triglavskega narodnega parka. Terenske in lastniške razmere projektne naloge so prikazane na sliki 1. Projekt predstavlja tipičen primer sodobnega odpiranja gozdov, ker:

- zajema z vidika naravnih danosti težke terene,
- narekuje odpiranje gozdov različnih kategorij lastništva,
- predstavlja kapilaro v sistemu cest, kjer je mogoče cesto nadomestiti z eno ali več vlakami.

Načrtovanje posega je na strateški ravni potekalo ob obnovi načrta gozdnogospodarske enote Notranji Bohinj. Tehnična dokumentacija (LAKOTA 1994) za projekt ustreza projektu B (IGLG 1982), kar pomeni, da je izvedbeni projekt izdelan na osnovi korigirane ničelnice. Gradnjo je izvajal gradbeni obrat Gozdnega gospodarstva Bled v letu 1995 s čelnim odstrelom hribine ter kombinacijo bagerskega in buldožerskega oblikovanja planuma (slika 2). Projektno dokumentacijo smo dopolnili s tremi alternativami izvedene trase, ki so bile položene ter označene na terenu in so imele naslednje značilnosti:

Alternativa 1: Izvedena trasa, ki odpira samo državne gozdove.

Alternativa 2.1: celostna varianta odpiranja predela gozdov nad vasjo Nemški rovt odpira kompleks zasebnih in državnih gozdov.

Alternativa 2.2: lastniška varianta predstavlja modifikacijo dela celostne variante in odpira samo državne gozdove v oddelku 59, z možnostjo poznejše dograditve odseka v zasebnih gozdovih. Izdelana je v dveh podvariantah širine voznega cestišča 3m in 4m.

Alternativa 3: rekonstrukcija obstoječe vlake za potrebe vožnje sortimentov pri spravilu lesa.

Izvedena trasa (slika 3) v situacijskem poteku in v površini cestnega telesa ne odstopa bistveno od projektne dokumentacije. To potrjuje, da metoda neposrednega trasiranja korigirane ničelnice na terenu za doščja za pripravo tehnične dokumentacije večine gozdnih prometnic. Primerjave količinskih kazalcev pri presojah vplivov na okolje se po navadi izvajajo prek dolžin in/ali povprečnih tlorisnih površin cestnega telesa za posamezne variante. Tak način je

Slika 2: Prikaz uporabljene tehnologije gradnje gozdne ceste v odd. 59

Picture 2: Applied technology at forest road construction in comp. 59



Slika 3: Pogled na motnje tal na normalnem prečnem profilu izvedene trase.

Picture 3: Soil disturbances in normal cross-cut at constructed forest road.



po našem mnenju za strme in nestabilne terene neprimeren. S stopnjevanjem naklona terena se zveza med dejansko površino motenih biotopov in povprečno površino cestnega telesa izgublja, hkrati pa se izgublja tudi smiselnost primerjav med variantami. Pojav je še bolj izrazit, če primerjave izvajamo samo na modelih terena (karte, DMR,..). Variante je na težkih terenih potrebno položiti v realni prostor in izkoristiti mikrolokacije. Tak način poveča kakovost odločitev in zmanjša obseg geotehničnih meritev ter študij drugih vplivov na trasah.

Primerjavo negativnih vplivov alternativnih tras smo izvedli na podlagi izmere elementov prečnih profilov obravnavanih tras in ocene površine motenih tal na izvedeni trasi spremenjenih biotopov z vidnimi spremembami zunanje morfologije gozdnih tal (ROBEK 1994). Za predstavljeni primer prikazujemo primerjavo obsega vidnih motenih tal na grafikonu 1.

Z ozko ekološkega vidika je najustreznejša rešitev rekonstrukcija vlake, v vseh drugih primerih pa je potrebno negativne vpli-

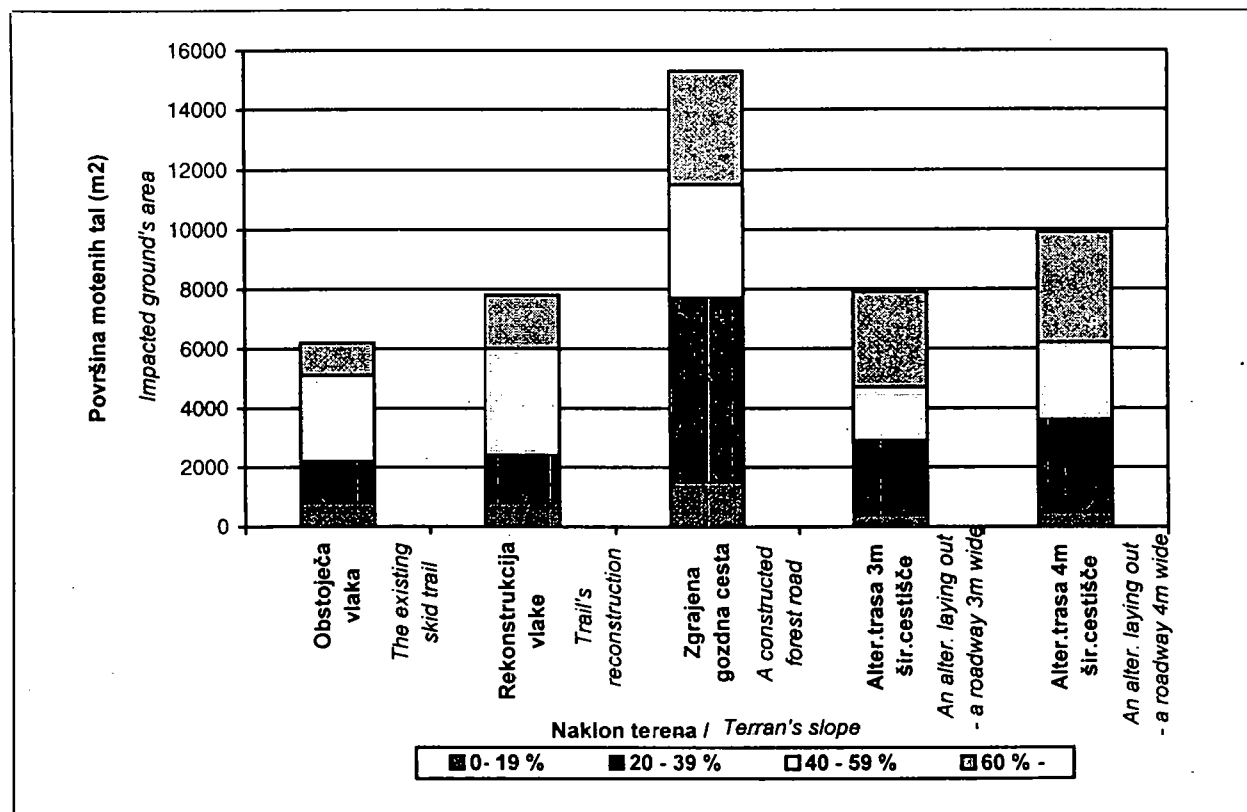
ve novogradnje prišteti k že obstoječim motnjam v prostoru. Nazorno je prikazano, da že mala odstopanja v situaciji vodijo v drugačne obsege talnih motenj, in to prav zaradi drugačnih terenskih razmer.

Eden od osrednjih problemov transporta lesa v gozdovih je prav kopičenje talnih motenj. Problem se danes zaostruje ob dejstvu, da je v Sloveniji prek 250.000 lastnikov gozdov. Mnogi od njih vsak za sebe dograjujejo omrežje gozdnih prometnic, največkrat s podaljševanjem obstoječih traktorskih vlak. Pri tem nastaja omrežje, ki za okoliške lastnike in celotni sistem odpiranja določenega predela gozda ni najboljše. Pogosto pa rešitev ni primerna niti za lastnika, saj gleda samo na les, ki ga bo posekal v bližnji prihodnosti.

Predstavljeni primer nazorno osvetljuje problematiko, dileme in težišča pri dograjevanju omrežja gozdnih prometnic v Sloveniji, ki jih lahko strnemo v naslednja spoznanja:

- izbor najboljšega poteka ničelnice gozdne prometnice je tista faza odpiranja gozdnega prostora, pri kateri z najmanjšim vlož-

Grafikon 1: Skupne površine motenih tal za posamezne variante odpiranja oddelka 59 (57 ha).
Figure 1: Area of disturbed soils at different opening alternatives in compartment 59 (57 ha).



kom dosegamo največje učinke pri varovanju okolja;

- pri polaganju variant ničelnice je potrebno upoštevati obstoječe prometnice v predelu odpiranja, prihodnjo tehnologijo spravila lesa in presegati lastniške meje;

- dejanska površina projektiranega telesa prometnice in volumen odkopov v posameznih kategorijah naklona terena so količinski kazalci z ekološko vsebino, s katerimi je mogoče primerjati obseg pričakovanih motenj med variantami tras;

- s tehnologijo gradnje ne moremo popravljati napak predhodnih faz projekta če pa tehnologija ni izbrana in uporabljena primerno, lahko znatno prispeva k dodatni degradaciji okolja;

- pri izdelavi tehnoloških delov gozdnogojitvenih načrtov je potrebno gradnjo vlak presojati glede na že doseženo raven motenj biotopa in glede na prihodnji koncept odpiranja predela.

5 PRIPOROČILA ZA INTEGRACIJO POSTOPKOV PVO V PRIHODNJEM ODPIRANJU GOZDOV

5 RECOMENDATIONS FOR EIA INTEGRATION IN FURTHER OPENING-UP PROCESS

Gradbeni posegi pri spreminjanju omrežja trajnih prometnic v gozdovih in agrarni krajini se dogajajo vsakodnevno in neposredno zadevajo manjše število ljudi. Negativni vplivi teh posegov imajo širše razsežnosti ter se kopičijo v že degradiranem prostoru. Z vidika zmanjševanja negativnih posledic prihodnjega dograjevanja omrežja trajnih gozdnih prometnic je načrtovanje ključno dejanje.

Glede na spremenjene zakonske in organizacijske okvire načrtovanja in projektiranja gozdnih prometnic smo leta 1994 organizirali strokovni pogovor o problemih nadaljnjega odpiranja gozdov. Na njem so z ekspertnimi mnenji sodelovali predstavniki Gozdarskega inštituta Slovenije, BF-gozdarstvo, Zavoda za gozdove Slovenije in Republiške uprave za ceste. Na pogovoru je bilo ugotovljeno, da nove razmere narekujejo gozdu, gozdarstvu in družbi prilagojene postopke pri načrtovanju gozdnih prometnic, ki jih lahko v celoti razvija in uve-

lavlja samo gozdarska stroka. Na podlagi ekspertnih mnenj in razprave smo oblikovali naslednja strokovna izhodišča (- - - 1994) za nadaljne delo:

1. Vsaka grajena gozdna prometnica mora biti načrtovana.
2. Zasnova razvoja omrežja se pripravi ob obnovi načrtov gozdnogospodarskih enot ter zajema tehnološko karto spravila lesa in idejni načrt sprememb omrežja trajnih prometnic.
3. Tehnična dokumentacija za izvedbo posega je prilagojena vrsti prometnice in verificirana pri upravnih organih.
4. Presoja vplivov idejnih tras se izvaja v okviru prostorskega dela načrta enote, presoja vplivov konkretne trase gozdne ceste pa po prilagojeni metodi, ki zajema analizo dosežene ravni motenj, utemeljitev okolju najprimernejšega razvoja omrežja, s predlogom omilitvenih ukrepov in morebitnim spremljanjem vplivov.

Oblikovana je bila strokovna skupina, katere naloga je uveljavitev izhodišč v okviru gozdarstva in na področju urejanja prostora. Upamo, da bo predstavitev teh stališč naletela na konstruktivne odmeve.

6 SKLEP

6 CONCLUSION

Predstavljeni prerez stanja in trendov na področju varovanja okolja pri gradnji maloprometnih javnih in gozdnih prometnic zadošča, da sklenemo dilemo, ki je bila nakazana v uvodu prispevka. PVO je v svojem bistvu prilagodljiv sistem aktivnega varovanja naravnega okolja pri posegih v prostor, ki ga je mogoče in potrebno uporabiti pri načrtovanju gozdnih prometnic. Svoj pravi namen bo dosegel samo, če ga bomo smiselno in prilagojeno vgradili v sistem gozdnogospodarskega načrtovanja. V nasprotnem primeru se lahko hitro zgodi, da bo PVO samo birokratska navlaka ali pa polje za izživiljanje posameznikov, ki so odtujeni stroki in problemom.

Povzetek

Sestavni del gospodarskih gozdov je tudi omrežje gozdnih prometnic, katerih gradnja in raba lahko povzročata znatne motnje v gozdnih ekosistemih. Obstoječe omrežje z ekološkega in ekonomskega vidika ni najboljše, zato ga bo potrebno v prihodnje dograjevati v skladu z zakonodajo na področju posegov v prostor.

V prispevku so prikazani stanje in trendi pri izvajanju PVO pri gradnji gozdnih prometnic v Evropi. Na primeru analize vplivov gradnje odseka gozdne ceste v gorskem svetu so predstavljeni izzivi prihodnjega odpiranja gozdov v Sloveniji, problematiko pa je mogoče posplošiti tudi na druge nekategorizirane in maloprometne javne ceste. Vse te prometnice so lahko znaten poseg v prostor neglede na njihovo dolžino, zato je zanje PVO potrebna, vendar bo potrebno kazalce, postopke in zakonodajo prilagoditi njihovim posebnostim.

Uveljavljanje načrtne in celovite obravnave motenj naravnih ekosistemov pri gradnji maloprometnih prometnic ima zaradi velike količine le-teh znaten pomen, morebitno podcenjevanje tega dela prometnega omrežja lahko vodi v nadaljnjo degradacijo že tako zanemarjenega slovenskega podeželja.

ENVIRONMENTAL IMPACTS PROCEDURES IN FOREST LAND ACCESS DEVELOPMENT

Summary

The inevitable part of managed forests is the network of constructed communications. Their construction and utilisation might have adverse effects on stand and site development. From environmental and economical point of view the present network is not optimal, hence further constructional activities will have to be conducted according to the new corresponding legislation.

In the paper the state and the recent trends in the implementation of the EIA procedures for forest communications in Europe are presented. The major challenges in forest road construction in Slovenia are illustrated with a case study where the impact of road construction has been analysed. Problems can also be generalised to other low-traffic roads, since they all might have a significant impact on the environment. Irrespectively of their length EIA is needed, although adapted indicators, procedures and legislation will be required.

The implementation of the environmental procedures in low-traffic road planning is important due to large amount of these communications. Slovene countryside and natural environment might degrade even more, unless we adapt our tools and rules to this segment of the transport infrastructure and not vice versa.

VIRI

1. Dobre, A. 1984. Model perspektivnega načrta gozdnega cestnega omrežja. I.del:G.e.Litija, Ljubljana, IGLG, 133 s.
2. Heinemann, H. R. 1996. Opening up planning taking into account environmental and social integrity. In: Seminar on environmental sound forest roads and wood transport, 17 – 22 June 1996, Sinaia, Romania Manuscript, 14 s.
3. IGLG 1982 Smernice za projektiranje gozdnih cest. Ljubljana, IGLG, 63 s.
4. Kennedy, W.V. 1994. Environmental Impact Assessment in International Perspective – Trends and Developments. V: Seminar on Environmental Impact Assessment, Portorož, 12. April 1994, 7s.
5. Lakota, P. 1994 Gozdna cesta: Pod Rižcam – odd. 59, Bohinj. Projekt za gradbeno dovoljenje, Gozdno gospodarstvo Bled, Projektivni biro, Bled.
6. Leibundgut, H. 1971 Integrale walderschließung. Forstwiss. Centralblatt, 90.
7. OECD. 1994. Environment impact assessment of roads. Report prepared by an OECD scientific expert group, OECD, Paris 186 s.
8. Pfister, F. 1988. General opening up planning V: Proceedings of IUFRO – Workshop " Accessibility of Mountain Forests " , Canton Walis, Switzerland, 28 Avgust – 3 September 1988, s. 134-149.
9. Robek, R. 1994. Vpliv transporta lesa na tla gozdnega predela Planina Vetrh.. Magistrsko delo. Ljubljana, BF-oddelek za gozdarstvo, 132 s.
10. Robek, R. / Košir, B. 1996. Razvoj metode vzorčnega ocenjevanja motenj gozdov pri pridobivanju lesa. V: zbornik posvetovanja "Izzivi gozdne tehnike", 8. maj 1996, Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, s.73-81.
11. Rotar, J. P. 1994 Postopek ocen vpliva na okolje nekaterih cestnih projektov v Sloveniji. V: zbornik referatov 2. slovenskega kongresa o cestah in prometu, Portorož, 26.- 28. oktober 1994, Družba za raziskave v cestni in prometni stroki, Ljubljana.
12. Sedlak, O. 1996. Forest road construction policies in Austria. In: Seminar on environmental sound forest roads and wood transport, 17 – 22 June 1996, Sinaia, Romania Manuscript, 16 s.
13. Teller, H. I. 1977. Environmental impact analysis and forestry activities. Guideines for watershed management, Rome, FAO, s. 15-25.
14. World Bank 1991. Natural Forest Management. Environmental Assessment Sourcebook. Vol II. Sectorial guidelines, Washington, DC. The World Bank, s. 67-93.
15. - - - 1992 UVP bei Strassenverkehrsanlagen. Anleitung zur Erstellung von UVP-Berichten. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bundesamt für Strassenbau..., Bern, maj 1992, s. 16-37.
16. - - - 1994 Zapisnik strokovnega razgovora o načinih bodočega odpiranja gozdnega prostora in graditvi gozdnih prometnic. Tipkopis, Ljubljana 19. 4. 1994, 2 s.

SEZNAM OBJAV IN PRENOS ZNANJA

Izdane monografije in druga gradiva za recenzijo

Opomba: Kopirane so samo strani s ključno dokumentacijsko informacijo. Celotno gradivo je na voljo v Gozdarski knjižnici v Ljubljani, Večna pot 2.

1. BRADAČ, B., 1997. Vpliv starosti gozdne ceste na njene prečne profile - primer GGE Soteska.- Diplomaska naloga, BF Ljubljana, 41 s.
2. GRILC, F. 1995. Časovna analiza poteka gradnje gozdne ceste v Rižce (GGE Notranji Bohinj).- Diplomaska naloga. Ljubljana, BF, Odd. za gozdarstvo, 24 s.
3. KLEINDIENST, A., 1996. Ocenjevanje vplivov na okolje pri gradnji gozdne ceste v Rižce (GGE Notranji Bohinj).- Diplomaska naloga, BF - odd. za gozdarstvo, Ljubljana, 34 s.
4. KLOBUČAR, D. 1995. Raba gozdnih cest v predelu Brezova reber.- Diplomaska naloga. Ljubljana, BF, Odd. za gozdarstvo, 44 s.
5. POTOČNIK, I., 1996. Mnogonamenska raba gozdnih cest kot kriterij za njihovo kategorizacijo.- Doktorska disertacija, Ljubljana, ULBF-odd. za gozdarstvo, 241 s.

KLJUČNA INFORMACIJSKA DOKUMENTACIJA

- ŠD Dn
- DK GDK 686.3 : (497.12 Soteska)
- KG gozdna cesta, prečni profil, produktivna gozdna površina, Soteska
- KK
- AV BRADAČ, Branko
- SA POTOČNIK, Igor ment.
- KZ 1000 Ljubljana, SLO, Večna pot 83
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo
- LI 1997
- IN VPLIV STAROSTI GOZDNE CESTE NA NJENE PREČNE PROFILE -
PRIMER GGE SOTESKA
- TD diplomska naloga
- OP VII, 41s, 8 preg., 5 graf., 4 sl., 5 pril., 9 ref.
- IJ SL
- Jl sl/en
- Al V nalogi je izvedena analiza prečnih profilov gozdnih cest v GGE Soteska z namenom ugotoviti vpliv starosti ceste na prečne profile in s tem podati možnost ocene izgube rastne površine. Preverjena je hipoteza, da izgradnja ceste zmanjša rastno površino sestoja, to zmanjšanje pa je odvisno od starosti ceste. Starejša kot je cesta, manjši je njen vpliv na rastno površino sestoja. Za objekt so izbrani trije odseki različno starih cest v GGE Soteska, ki ustrezajo postavljenim zahtevam. Ugotovljeno je, da se s starostjo ceste manjša izguba rastne površine, ker robna drevesa s svojimi krošnjami delno nadomestijo prirastke dreves, ki bi tam rasla, če ceste ne bi bilo.



KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD V Dn
- DK GDK 383:303:355:(497.12*02 Notranji Bohinj)
- KG gozdna prometnica, gozdna cesta, gradnja ceste, organizacija dela, strošek, študij časa
- KK
- AV GRILC, Alfred
- SA KOŠIR, Boštjan ment. / WINKLER, Iztok soment.
- KZ 61000 Ljubljana, SLO, Večna pot 83
- ZA Univ. v Ljubljani, Biotehniška fak., Odd. za gozdarstvo
- LI 1995
- IN ČASOVNA ANALIZA POTEKA GRADNJE GOZDNE CESTE V RIŽCE (GGE Notranji Bohinj).-
- TD diplomska naloga - *visješolska*
- OP VIII, 33 s., 5 tab., 5 graf., 5 pril., 4 slik., 12 lit.
- IJ SL
- Jl sl / en
- AI Pri gradnji spodnjega ustroja gozdne ceste v alpskem terenu je bila uporabljena tehnologija čelnega vrtanja hribine z vrtno lafeto, odkopom hribine z bagrom, odvzom odvečnega materiala s kamionom in planiranje planuma z buldožerjem. Za izgradnjo enega kilometra spodnjega ustroja gozdne ceste je bilo potrebnih 631 delovnih ur. Stalna skupina delavcev šteje dva delavca, tretji je prisoten občasno (voznik kamiona). Pri takšni organizaciji znaša strošek gradnje enega kilometra spodnjega ustroja gozdne ceste 2.952.940,00 SIT. Na osnovi študija delovnih operacij je bilo ugotovljeno, da je za izgradnjo tekočega metra spodnjega ustroja gozdne ceste pri naklonu terena nad 60% potrebnih 26 min, kar je petkrat več kot pri naklonu od 0% do 19% in dvakrat več kot pri naklonu terena od 40% do 59%. Zastoji pri izvedbi projekta so posledica pomanjkljive organizacije dela, zastarelih strojev in slabe izkoriščenosti delovnega časa.

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
DK GDK 917:181.48 114:463:(497.12*02)
KG Presoja vplivov na okolje, gozdna cesta, površinske motnje tal, študij primera
- KK
AV KLEINDIENST, Aleš
SA DOBRE, Andrej ment.
KZ 1000 Ljubljana, SLO, Večna pot 83
ZA Univ. v Ljubljani, Biotehniška fak., Odd. za gozdarstvo in obnovljive naravne vire
LI 1996
- IN OCENJEVANJE VPLIVOV NA OKOLJE PRI GRADNJI
GOZDNE CESTE V RIŽCE (GGE Notranji Bohinj)
TD diplomska naloga
OP VIII, 36 s., 3 preg., 3 graf., 5 pril., 6 slik., 13 lit.
IJ SL
JI sl / en
AI Gradnja gozdne ceste ima za posledico različne poškodbe tal vzdolž prometnice. V diplomski nalogi avtor na primeru dane gozdne ceste ugotavlja vrsto in obseg vidnih poškodb tal. Tako skupna dejanska tlorisna površina motenih tal gozdne ceste v Rižce znaša 1,3 ha oziroma 3% tlorisne površine predela, ki ga odpira ta cesta. Znak "površinske motnje tal" predstavlja vsoto površin spremenjene kamnitosti in površine razgaljenih tal vzdolž prometnice in omogoča presojo vplivov obstoječih in načrtovanih gozdnih prometnic na tla. Obseg vidnih motenj tal je mogoče za posamezne tehnologije gradnje napovedovati, če poznamo podatke o geološki podlagi, naklonu terena, širini cestišča in deležu površinske kamnitosti. Poleg izvedene trase smo predstavili dve alternativni trasi ter zanju ocenili površino motenih tal. Tako je znašala površina motenih tal pri alternativni trasi vlake le 50% skupne površine motenih tal izvedene trase ceste.

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Vn
- DKU GDK 383.1 : 383.4 (497.12 + 07 Brezova Reber)
- KG gozdna cesta, struktura prometa, promežna obremenitev, raba gozdne ceste, Brezova Reber
- KK
- AV KLOBUČAR, Darko
- SA DOBRE, Andrej ment.
- KZ 61000 Ljubljana, SLO, Večna pot 83
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo
- LI 1995
- IN RABA GOZDNIH CEST V PREDELU BREZOVA REBER
- TD diplomska naloga
- OP VIII, 39, 15 preg., 7 graf., 5 sl., 2 k., 5 pril., 17 lit.
- IJ SL
- JI sl/en
- AI Gospodarjenje z gozdom zahteva ustrezno omrežje gozdnih cest, ki pa lahko služijo številnim drugim namenom. V nalogi smo izvedli analizo strukture prometa na gozdnih cestah po namembnosti in vrsti vozil, na primeru transportno gravitacijske enote Brezova Reber. Promet na gozdnih cestah po namenu delimo v tri skupine: promet zaradi gospodarjenja z gozdom, promet, ki je posredno vezan na gozd in tranzit. Za vsako vrsto prometa smo izdelali metodo za ugotavljanje prometne obremenitve, ki smo jo prikazali s povprečnim številom prevoženih kilometrov na kilometer gozdne ceste v enem letu. Ugotovili smo, da so se gozdne ceste v predelu TGE Brezova Reber (brez upoštevanja osrednje ceste) v obdobju od leta 1988 do 1991 v povprečju uporabljale: 59% za gospodarjenje z gozdom, 21% za promet, ki je posredno vezan na gozd in 20% za tranzitni promet.

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dd
 DK GDK 686.3:916+383.1(497.12)(043.3)
 KG gozdna cesta / mnogonamenska raba / kategorizacija / vzdrževanje / oprema
 KK
 AV POTOČNIK, Igor
 SA KNEŽEVIĆ, Ivo ment. / WINKLER, Iztok soment.
 KZ 61000 Ljubljana, SLO, Večna pot 83
 ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo
 LI 1996
 IN MNOGONAMENSKA RABA GOZDNIH CEST KOT KRITERIJ ZA NJIHOV KATEGORIZACIJO
 TD doktorska disertacija
 OP XV, 241 s., 26 tab., 55 graf., 4 kart., 135 lit.
 IJ SL
 JI sl / en
 AI Značilnosti prometa v gozdovih, spremembe v lastniški strukturi gozdnih posestnikov in družbene zahteve tudi po kvalitetnem opravljanju socialnih in ekoloških funkcij gozdov so narekovale potrebo po kategorizaciji gozdnih cest, ki bo kot osnovo upoštevala mnogonamensko rabo gozdnih cest. Na osnovi proučevanj vzorca 1/6 vseh gozdnih cest v Sloveniji in podrobnih spremljanj gozdarskega in negozdarskega prometa na dveh terenskih objektih so izdelane znanstvene in strokovne podlage za kategorizacijo gozdnih cest. Kategorizacija predvideva 4 kategorije gozdnih cest. Kategorija GI/1 predstavlja gozdne ceste s pomembnimi negozdarskimi rabami z visoko izkoriščenostjo prevoznosti v dolžini 14.6% vseh gozdnih cest oz. 23.2% njihove skupne rabe. V upravljanje jih načelno prevzamejo lokalne skupnosti. Kategorija GI/2 predstavlja gozdne ceste s pomembnimi negozdarskimi rabami, izkoriščenost prevoznosti gozdnih cest je variabilna, dolžinsko pa predstavlja 16.2% dolžin vseh gozdnih cest oz. 14.6% njihove skupne rabe. Kategorija GII predstavlja gozdne ceste, na katerih je raba zaradi gospodarjenja z gozdom najpomembnejša. Podskupina GIII predstavlja prometno manj obremenjene gozdne ceste kategorije GII. Skupini predstavljata 69.2% dolžin vseh gozdnih cest oz. 62.2% njihove skupne rabe. Razmejitev med kategorijama GII in GIII je povprečna dnevna prometna obremenitev 12 vozil. Kategorije GI/2, GII in GIII ostanejo gozdne ceste. Vsem kategorijam so postavljeni okvirni standardi vzdrževanja, signalizacije, opreme ter režima rabe.

SEZNAM OBJAV IN PRENOS ZNANJA

Objavljeni prispevki z znanstvenih konferenc in sestankov, gostovanja v tujini

1. ROBEK, R. / MATTHIES, D. 1995. Soil and tree disturbances due to forest operations - an unresolved, interdisciplinary issue. Proceedings of the BIOFOSP, Ljubljana, 22.-31. August, pp.299-304.
2. BOHINC, B., / KRAIGHER, H., / ROBEK, R., 1996. Quantification of the root system under the stress. Live sciences 1996, Proceedings of the 3rd International Conference (Eds. Ida Eržen, Zdenka Pajer), Gozd Martuljek, Slovenia, Sept. 21 - 26 1996, Society of Stereology and Quantitative Image Analysis, Ljubljana, s. 37-38.
3. POTOČNIK, I., 1996. Mnogonamenska raba gozdnih cest - relativna pomembnost posameznih rab.- Zbornik posvetovanja »Izzivi gozdne tehnike«, Ljubljana, s. 95-103.
4. POTOČNIK, I., 1996. Mnogonamenska raba gozdnih cest in njihova kategorizacija.- V: 3. slovenski kongres o cestah in prometu, Bled, s. 265-270.
5. POTOČNIK, I., 1997, Gozdne ceste v Sloveniji in upravljanje z njimi.- V: Zbornik Upravljanje prometa, Maribor, s. 169-174.
6. POTOČNIK, I., 1997. Filling-in the Clearance of a Forest Road Cross-section. International Scientific Conference Forest - Wood - Environment '97, Zvolen, Slovakia,
7. ROBEK, R., / MEDVED, M., 1996. Motnje gozdnih ekosistemov zaradi izvajanja gozdarskih del. Povzetki referatov na delavnici Monitoring gozdnih ekosistemov - propadanje gozdov v obdobju 1985-1995, Ljubljana, 11. april 1996, GIS, Ljubljana, s.10-11.
8. ROBEK, R., 1996. Presoje vplivov gozdnih prometnic na okolje - potreba ali luksus.- V: zbornik referatov 3. slovenskega kongresa o cestah in prometu, Bled, 13.-15. november 1996, Družba za raziskave v cestni in prometni stroki, Ljubljana, s. 378-383.
9. ROBEK, R. / MATTHIES, D., 1997. Soil and tree disturbances due to forest operations - an unresolved, interdisciplinary issue. V: proceedings of voluntary papers on XI. World forestry congress Antalya, 13.-22. October 1997, Turkey, 5 pp.
10. WASTERLUND, I., 1996. Envirogentle forestry operations - possible or a must- Zbornik mednarodnega posvetovanja 'Izzivi gozdne tehnike', 8.maj 1996, GIS in BF-odd. za gozdarstvo in Sveučilište u Zagrebu-šumarski fakultet, Ljubljana, s.9-14.

Soil and tree disturbances due to forest operations - an unresolved, interdisciplinary issue

Robert Robek¹, Dietmar Matthies²

¹ Slovenian Forestry Institute, Večna pot 2, 61000 Ljubljana, Slovenija

² Lehrstuhl für forstliche Arbeitwissenschaft und angewandte Informatik der Ludwig-Maximilians Universität, München

ABSTRACTS

Forest soils are a crucial node for the various environmental and technological processes in the managed forest. In the paper authors review the complexity of the impacts on the forest ecosystem caused by road construction and logging operations and discuss the future research activities in that field. The interdisciplinary approach is emphasized and research priorities are suggested. The studies are needed where structural parameters of the soils are related to the plant vitality. This will help us to understand the forests response on the impacts and enable us to develop the practical techniques for soil and stand protection during further actions.

Keywords: forest operations, soil disturbances, tree damages, environment protection

INTRODUCTION

Forest soils are a world in themselves and a crucial node for the various environmental and technological processes in the managed forest. Undisturbed soils contribute vitality to the effective retention of the material and energy flow through forests. Actually this is the 'essence' of natural forests and the secret of their success in sustaining the conditions for the appearance and development of the various live forms, particularly when compared to other terrestrial ecosystems (Mlinšek 1994). Surprisingly, such conception has been mostly recognized through mistakes during work in managed forests, where additional and often contradictory objectives have to be met, unfortunately not without consequences for the soil and trees. Very often forest technique has been charged for the impacts, although this is not always the truth.

The scientific response to that problem during the last twenty years 'produced' an enormous quantity of studies, which have been trying to enlighten particular aspects of the forest operations' impact on soil. Today, excellent summaries about soil compaction (Froelich McNabb 1984, Hildebrand 1991, Wasterlünd 1994a, b), soil erosion and mass movement (Standish et al. 1988, Burroughs King 1989), water quality and quantity changes (Adams Ringer 1994) and vegetation damages (Meng 1978, Butora Schwager 1986) exist, however the puzzle is far from being solved. At present, we still do not know how to handle the enormous variability of the machinery-soil-forest complex. This disables us to make simple conclusions about particular impacts, nor are we equipped with the methods for an integrated evaluation. Further research is needed and interdisciplinary approaches have to be emphasised.

This paper discusses the complexity of the impacts on the forest ecosystem related to the transportation of wood. The purpose is to inform the scientists from related fields with the research needs, to warn against overestimating the particular aspects of the subject and thereby encourage the synthesis that is urgently needed. The discussion will start with a brief overview of facts related to the subject, then continue by highlighting the grey areas of knowledge and concluded by addressing the priorities to the target groups.

Since there is no accepted worldwide terminology concerning various aspects of impacts (or it is not known to the authors) we will use the terms 'soil disturbance' and 'tree damages' They are most often used in literature although they do not always accurately describe the phenomena.

FOREST TECHNIQUE - THE SOURCE OF DISTURBANCES

Construction works in the forest, site preparation and logging operations are the primary cause of mechanical impacts the on site and to the stands. During the first two activities we intentionally change the morphology and physical properties of the soil which is certainly not the purpose during logging. However they all occur in the 'same forest' hence they have to be evaluated simultaneously.

Logging is an economy-driven activity that is regulated by the labor and wood market. Since it is the most costly phase of the wood transport, logging technology determines the extent, the structure and the layout of permanent and temporary roads in order to minimize transportation, construction and maintenance costs.

Due to the steadily rising costs of labor, logging has been mechanized and today the majority of the timber extraction is done by ground systems (tracked or wheeled machines), although their competitiveness against cable systems can only be discussed under certain circumstances. This trend will continue in the future, even though the silvicultural practice will be pushed towards selective cutting and commercial thinning, which will again raise logging costs.

Since the economic competitiveness of the logging systems can, in principle, be achieved in two ways (adapt machine to the field conditions or vice versa) increased traffic on the roadless areas of lighter machines is expected in the future (Wasterlund 1995). Within such conditions the impacts will continue to cumulate on the site and in the stand.

Environmentally friendly machines already exist, however they can not be used in many forests due to technical and/or economic conditions. Regardless of further development of forestry machines, forests under small scale private ownership will continue to be affected yearly by inadequate machinery on ineffective road networks (Robek 1994b).

Forest operations in 'action' are actually the last step, where mistakes in planning, approving and training can be corrected nor hidden. Unfortunately contemporary methods for quality control in forest operations are too trivial or not put into practice.

FOREST SITE RESPONSES TO SOIL DISTURBANCES

Effects on soils

Natural forest soils have a complex layered structure, containing obstacles like roots or stones and are always covered with organic material. Mineral soils usually have a well developed structure due to high biological activity. As a reaction to the dynamic forces caused by the vehicle and load, the morphological disturbances of the topsoil (displacement, mixing, rutting) and/or structural disturbances of the mineral soil can occur.

The areal extend of the topsoil (visual) disturbances in selective cutting can range from 5 - 30% to over 80% after single action. With next cuttings it can increase or decrease. It will increase due to previous disturbances and decrease due to natural recovery. The temporal dynamic of the surface disturbances is up to 10 years, if they are not supported by severe structural disturbances of the mineral soil. When they are supported, erosion and landslides occur (Robek 1994a).

Visual disturbances do not reflect structural changes. The former can extend beyond the contact area and vary with depth. The degree of the structural disturbances depends on many factors (soil moisture, contact pressure, texture, obstacles,...) and it should be expressed with various parameters (dry density, penetration resistance, macroporosity, air permeability, gas diffusivity, ...). As a rule of thumb we can say that a machine with less than 50 kPa static pressure will not cause severe structural disturbances, when operated under the soil moisture below field capacity (Matthies et. al 1995). Otherwise severe disturbances can be expected. They can persist for decades and affect water, gas, nutrient flows which may have consequences on the entire biocenosis.

Effects on trees

Disturbed soil is also the substrate for tree growth and the roots are the first and the most greatly affected, since they continue to develop in an altered environment. Roots simply need water, nutrients and oxygen at the same time and almost at the same place (Hildebrand 1994), therefore they are not affected by the disturbed structure itself, but by the processes that depend upon the structure. The major part of the net photosynthesis is used below ground for the continuous replacement of small dying roots, for which the oxygen is needed. The small roots are 'engaged' with the mycorrhizae fungi that protects tree roots against pathogens. What happens with the short root's turnover in compacted soils and what it means for the tree's vitality and growth we do not know. The only thing we know is that rooting dynamics seems to be more dependent upon nutrition availability than upon the gene pool.

The fine and medium roots beneath the surface can be torn away during traffic movements, but they do not cause tree rot. Wounds on the roots with a diameter of over 20 mm in the root collar region are crucial for rot formation. Since the machines operate in the stand the wounds also cumulate on the stem, usually up to 1 meter high. They may reduce the wood quality, cause tree rot, reduce growth and decrease income by up to 15% (Meng 1978). However the response of the tree growth on harvesting impacts is seldom straightforward since there are numerous influencing factors. Edge effects of trees standing next to skid trails interfere with the growth decline due to rot formation and root damages can be compensated due to more light and free soil space on the track side. If we also take into account the tree's different requirement during its long life we will find that generalizing the results from the tree to the stand and beyond the study area, may be very hazardous.

Effects on other vegetation and fauna

We have very little data about the disturbance responses on non-commercial vegetation. The responses are faster and more dynamic but they are difficult to detect and evaluate. An even faster response can be observed in pedofauna, but very few studies so far have concentrated on this topic. In both cases the soils natural variability usually exceeds the disturbance effects itself. Considering the impacts on forest fauna, the large areas of forest have to be taken into account and than the contribution of harvesting operations to the observed effect in populations is again very difficult to prove.

Compared to the trees we are in even a worse position with the non-commercial species since we do not have any scale to judge. The land ethic codes have been developed, but their implementation in practical forestry where commercial and social aims interfere has not been successfully done until now.

Effects on management goals

In managed forests numerous environmental and social objectives have to be reached beside timber supply. The relations between wood transport impacts on soil and other forest uses have many 'faces' but they have not been

studied much yet. Recently water conservation gained top priority but not the soil. Several catchment studies (Adams Ringer 1994) have shown that we hardly charge solely forest operations for the changes in water quality and quantity. This is more evident in selective cuttings but in the combination with the large scale clearcuts increased water peaks and sediment yields are not difficult to prove. The same can be said about the relations with the other management goals. We can easily agree on large impacts but we are not able to fine tune forest operations on the basis of existing knowledge.

CHALLENGES AND PRIORITIES

It is obvious that practical environmental protection is a matter of economics, where a minimax task has to be solved. Although some countries have set allowed soil disturbance standards on the basis of the soil physical parameters (Geist et al. 1991), they are often argued, rarely controlled and never taxed. Concerning the soil disturbances due to wood transport we have to admit that science has been unable to provide simple, reliable and straightforward answers so far. We must first understand the vegetation response on harvesting impacts, therefore more studies are needed where structural parameters are related to the plant vitality. Recent improvements in soil analytical methods have encouraged us to relate the physical parameters with the plant physiology. This task has, in our opinion, the outmost priority and the question can not be solved without tight cooperation between technical and biological sciences. The nature of the tree response should be the basis for defining the standards with which we can build the system for holistic quality control in forestry.

The next level of the priority should be dedicated to the development of a set of practical guidelines and simple impact evaluation methods for forest practice. They have to summarize the existing knowledge although not simplify the phenomena. We have to introduce the impact vector into the forest management planning as well as in forest operations. The allowed limits of soil disturbance and tree damage will remain provisory but become more precise in time (Košir 1994). The task should be done with close cooperation between researchers, forest managers and forest extension services.

The last priority level is dedicated to fulfill the gaps in our knowledge about the enormous variability of the effects of the harvesting impacts on the forests, as well as to routine soil monitoring programs and to single aspects oriented studies.

CONCLUSION

All wood transport related activities (by definition) increasing the material and energy flow through the forest ecosystem. They are in contradiction with the 'essence' of the forest, therefore it is obvious that the disturbances can only be decreased but not avoided. But we have to look for another way round, too. In managed forests transport should be considered as an important, complex multi-objective oriented tool for achieving the goals

within the ecosystem management, therefore creative progress in that field is really waiting for us. Do not hesitate!

REFERENCES

- ADAMS, P. W., RINGER, J. O. 1994. The effects of timber harvesting & forest roads on water quantity & quality in the Pacific Northwest. Summary & annotated bibliography. Oregon State University, Forest engineering dept., 147 p.
- BUTORA, A.; SCHWAGER, G. 1986. Holzermtescäden in durchforstungbeständen. Berichte d. Eidgenössischen Anstalt für das Versuchswesen, Nr. 288, Birmensdorf, 42 p.
- BURROUGHS, E. R./KING, J. G. 1989. Reduction of Soil Erosion on Forest Roads. Intermountain Research Station, USDA - Forest Service, General Technical Report INT - 264, 21 s.
- FROELICH, H. A./MCNABB, D. H. 1984. Minimizing Soil Compaction in Pacific Northwest Forest. V: Forest soil and Treatment Impacts. Proc. of Sixth North American Forest soil conference - June 1983, Knoxville, University of Tennessee, s. 159-192.
- GEIST, J. M., MEURISSE, R. T., MAX, T. A. 1991. Monitoring Forest Soil Properties to Maintain Productivity. Intermountain Research Station, USDA - Forest Service, General Technical Report, INT-280, p. 90-94.
- HILDEBRAND, E. E. 1991. Der Einfluss der Befahrung auf die Bodenfunktionen im Forststandart.- V: KWF - Bericht Nr 4. " Bodenschäden durch Forstmaschinen ", 21 - 23 September 1987 Gross - Umstadt, Deutschland, 2. ed., 4, s. 35-50
- HILDEBRAND, E.E. 1994. Forest soil - medium for root growth. In: Proceedings from IUFRO P3.08.00 Seminar "Soil, tree, machine Interaction, July 4-8, 1994, Feldafing, Germany, 14 p.
- KOŠIR, B. 1994. Work preparation as a tool to avoid soil disturbances. Paper prepared for IUFRO P3.08.00 Seminar "Soil, tree, machine Interaction, July 4-8, 1994, Feldafing, Germany, 3 p.
- MATTHIES, D.; WEIXLER, H.; GÜGLHÖR, W.; LÖFFLER, H.; REHFUESS, K. E. 1995. Bodenuntersuchungen zu befahrungsbedingten Strukturveränderungen auf Waldstandorten in Bayern. Abschlußbericht zum Forschungsprojekt A30 des Kuratoriums der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwissenschaft. Lehrstuhl für forstliche Arbeitwissenschaft und angewandte Informatik der Universität München, 121 p.
- MENG, W. 1978. Baumverletzungen durch Transportvorgänge bei der Holzerte. Ausmass und Verteilung, Folgeschäden am Holz und Versuch ihrer Bewertung. Schr.-R.d. Landesforstverwalt Baden-Württemberg 53, 159 s.
- MLINŠEK, D. 1994. Sonaravno gozdarstvo in bilanca vodoohranjevalne krepitve gozda v Sloveniji. Gozd in voda. V: zbornik seminarja Gozd in voda, Poljče, s. 131-143.
- ROBEK, R. 1994a. Wood transport impacts on soil in a mountainous forest district (Planina Vetrh). Zbornik gozdarstva in lesarstva, 45, p. 55-114.
- ROBEK, R. 1994b. The impact of small logging machines on forest soil porosity in Slovenia. Paper prepared for IUFRO P3.08.00 Seminar "Soil, tree, machine Interaction, July 4-8, 1994, Feldafing, Germany, 3 p.
- STANDISH, J. T./COMMANDEUR, P. R./SMITH, R. B. 1988. Impacts of forest harvesting on physical properties of soils with reference to increased biomass recovery-a review. Canadian Forestry Service, Information Report, BC-X-301. Pacific Forestry Centre, s. 24.
- WASTERLUND, I. 1994a. Forest responses to soil disturbances due to machine traffic. In: Proceedings from IUFRO P3.08.00 Seminar "Soil, tree, machine Interaction, July 4-8, 1994, Feldafing, Germany, 25 p.
- WASTERLUND, I. 1994b. Impacts of soil disturbance on forest and forest soil. In: Proceedings from IUFRO P3.08.00 Seminar "Soil, tree, machine Interaction, July 4-8, 1994, Feldafing, Germany, 24 p.
- WASTERLUND, I. 1995. Forest harvesting systems friendly to the environment. Uppsater och Resultat nr. 277. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsteknik, 30 p.



Gozdarski inštitut Slovenije
in
Zavod za gozdove Slovenije

DELAVNICA

**“MONITORING GOZDNIH EKOSISTEMOV -
PROPADANJE GOZDOV V OBDOBJU 1985-1995”**

POVZETKI REFERATOV

11. april 1996
Gozdarski inštitut Slovenije
Ljubljana, Večna pot 2

VSEBINA

mag. M. Kovač Dosedanji koncepti popisa propadanja gozdov in novi pogledi na celostni ekološki monitoring.	1
N. Bogataj, dipl. inž. Analiza poškodovanosti sestojev in posameznih drevesnih vrst.	3
mag. P. Simončič, P. Kalan, dipl. ing., M. Urbančič, dipl. ing. Rezultati kemijske analize tal ter foliarnih vzorcev na 16x16 km mreži.	5
mag. D. Jure Analiza poškodb gozdov zaradi abiotских in biotских dejavnikov.	8
mag. M. Medved, mag. R. Robek Motnje gozdnih ekosistemov zaradi izvajanja gozdarskih del.	10
prof. dr. F. Batič, T. Kralj, dipl. ing. Bioindikacija onesnaženosti ozračja v gozdovih z epifitskimi lišaji na podlagi podatkov popisov propadanja gozdov.	12
prof. dr. M. Hočevar Ocena zgradbe, lesnih zalog in prirastka na podlagi podatkov popisa propadanja gozdov 1995.	14
Z. Greec, dipl. inž., mag. M. Kovač Izkušnje pri organizaciji popisa.	16

MOTNJE GOZDNIH EKOSISTEMOV ZARADI IZVAJANJA GOZDARSKIH DEL

mag. Mirko MEDVED, mag. Robert ROBEK*

V okviru popisov propadanja gozdov v Sloveniji so bile v obdobju 1987 - 1995 obravnavane tudi motnje, ki jih povzročajo izvajanje gozdarskih del. Za gozdarska dela v tem prispevku smatramo sečnjo in izdelavo sortimentov, spravilo lesa ter gradnjo gozdnih cest in traktorskih vlak. Izvedbo naštetih del spremljajo motnje v gozdnem ekosistemu, ki se najbolj izrazito zrcalijo v mehanskih poškodbah preostalih dreves v sestoju in v vidnih motnjah površja gozdnih tal. V prispevku obravnavamo predvsem poškodbe dreves.

1. Razvoj metodologije za popisovanje poškodb gozdov po gozdarski dejavnosti

Poškodbe drevja, ki so neposredno ali posredno povezane z izvedbo gozdarskih del so bile evidentirane pri popisih propadanja gozdov v letih 1987, 1991, 1993, 1994 in 1995.

Leta 1987 so bile poškodbe dreves zaradi gozdarske dejavnosti obravnavane skupaj z vsemi mehanskimi poškodbami drevja in to na dveh nivojih. V okviru popisa stanja gozda na celotnem traktu se je ocenjevalo število dreves s poškodbami po gozdarski dejavnosti, v okviru popisa posameznega drevesa pa se je popisala prisotnost mehanskih poškodb debla.

Na podlagi analize poškodb drevja zaradi divjadi in gozdarske dejavnosti (Smolej 1990) so se poškodbe dreves po gozdarski dejavnosti popisovale v letih 1991, 1993 in 1994 popisovale samostojno in to v okviru znanih poškodb krošnje, debla ter korenčnika in korenin. Ker je bilo pri vsakem delu drevesa mogoče opredeliti dva znana vzroka in le en obseg (površino) poškodbe, so tudi popisi iz tega obdobja omejeni le na preštevanje števila poškodovanih dreves.

V zadnjem popisu propadanja gozdov so bile poškodbe zaradi gozdarske dejavnosti obravnavane v okviru ostalih poškodb krošnje in v okviru antropogenih poškodb debla in korenčnika. Predvideno je bilo tudi ocenjevanje poškodovanosti mladja po gozdarski dejavnosti, vendar ni bilo izvedeno.

Motnje tal zaradi gozdarske dejavnosti so se leta 1991 popisovale skupaj z motnjami zaradi pašne, leta 1995 pa le posredno v okviru popisa erozijskih pojavov.

2. Rezultati popisov poškodovanosti drevja po gozdarski dejavnosti

Obseg poškodovanosti dreves se prikazuje z deležem poškodovanih dreves. Ocene deležev poškodovanih dreves po gozdarski dejavnosti na podlagi podatkov popisov propadanja gozdov prikazuje preglednica 1. V obravnavanem obdobju se povprečna poškodovanost gozdov po gozdarski dejavnosti giblje med 10 in 15%. Izstopa leto 1991 z znatno nižjim deležem poškodovanosti, kar je prej posledica spremenjene metodologije in neizkušenosti prevelikega števila popisovalcev, kot pa spremembe trenda pojava.

Preglednica 1: Delež dreves z mehanskimi poškodbami po gozdarski dejavnosti (l. 1987 - vse mehanske poškodbe)

Leto popisa	Število traktov n	Število analiziranih dreves n	Število poškodovanih dreves n	Delež poškodovanih dreves %
1987	1152	25004	3226	12,9
1991	549	13159	992	7,5
1993	34	816	109	13,4
1994	34	816	118	14,5
1995	679	2123	2123	13,2

Popis iz leta 1995 je prvič omogočil podrobnejšo analizo poškodovanosti dreves po gozdarski dejavnosti, glede na geografske regije in lastništvo ter glede na mesto in velikost poškodbe. Razlike med regijami so statistično značilne, med sektorji lastništva pa ne. Poškodovanosti izstopajo gozdovi dinarsko - kraške regije, kjer je v državnih gozdovi poškodovano po gozdarski dejavnosti kar vsako četrto drevo.

Največ evidentiranih poškodb drevja izhaja po mnenju popisovalcev iz sečnje, sledi spravilo lesa, le majhen delež poškodb pa izhaja iz gradnje gozdnih prometnic. Prevladujejo nezaceljene poškodbe debla s površino 1 - 20 dm². Poškodbe krošnje so redke.

Povezanost obsega poškodovanosti drevesa po gozdarski dejavnosti z osutostjo krošnje smo analizirali za podatke iz leta 1987 in 1995. Pri popisu iz leta 1987 je bilo ugotovljeno, da narašča delež dreves z mehansko poškodbo pri razredih z bolj osutimi krošnjami. Zvež med deležem poškodovanih dreves na traktu in povprečno stopnjo osutosti po popisu iz leta 1995 ni statistično značilna.

3. Usmeritve za nadaljne delo

V obravnavanem obdobju se je metodologija za popisovanje poškodb drevja po gozdarski dejavnosti trikrat spremenila, kar danes močno ovira njihovo skupno iz vrednotenje. Z metodologije je značilno, da se izboljšujejo, vendar pa še vedno ne razpolagamo z vsenizkušeni znaki, ki bi omogočali celovit vpogled v vrste in stopnje motenj naših gozdov zaradi gozdarske dejavnosti. Ugotovljena povprečna poškodovanost drevja je nižja, kot jo ugotavljajo v ta namen usmerjene raziskave. Pri postavljanju mreže za popisovanje propadanja gozdov, so se izogibali prometni infrastrukturi, ob kateri se pojavlja največ poškodb. Razvrščanje antropogenih vzrokov (gozdrstvo, rekreacija, vandalizem,...) je še vedno precej subjektivno. Popis poškodb biotopa (zlasti tal) je pomankljiv, popis mladja in okolice trakta pa sploh ni izveden. Številne poškodbe ostajajo zaradi neizkušene popisovalcev in časovne odmaknjenosti od trenutka nastanka nepopisane.

Obstoječi rezultati imajo po našem mnenju omejeno vrednost, menimo pa, da je popisovanje poškodb zaradi gozdarske dejavnosti pri popisu propadanja gozdov tudi v bodoče koristno. Predlagamo naslednje spremembe

- realizacijo vseh predvidenih znakov iz metodologije 1995
- podrobnejši popis motenj tal na ploskvi
- poenostavitev šifranta vrste gozdarskih vzrokov poškodbe drevesa
- podrobnejša priprava popisovalcev za popis poškodb gozdov po gozdarski dejavnosti

Presoje vplivov gozdnih prometnic na okolje - potreba ali luksus

mag. Robert Robek, dipl.ing.gozd.
Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana

Povzetek

Omrežje grajenih gozdnih prometnic v Sloveniji zajema preko 15.000 km gozdnih cest in preko 40.000 km grajenih traktorskih vlak. Obstoječe omrežje z ekološkega in ekonomskega vidika ni optimalno, zato ga bo potrebno v bodoče dograjevati v skladu z zakonodajo na področju posegov v prostor. Ta obeta tudi izdelavo presoj vplivov gozdnih prometnic na okolje, vendar njihova vsebina in oblika še ni opredeljena.

V prispevku je prikazano stanje in trendi pri implementaciji PVO pri gradnji gozdnih prometnic v Evropi. Na primeru analize vplivov gradnje odseka gozdne ceste so predstavljeni izzivi bodočega odpiranja gozdov v Sloveniji, problematiko pa je mogoče posplošiti tudi na druge nekategorizirane in nizkoprometne javne ceste. Vse te prometnice so lahko znaten poseg v prostor, neglede na njihovo dolžino, zato je za njih PVO potrebna, vendar bo potrebno kazalce, postopke in zakonodajo prilagoditi njihovim posebnostim.

Uveljavljanje načrtne in celovite obravnave motenj naravnih ekosistemov pri gradnji maloprometnih prometnic ima zaradi velike količine le teh znaten pomen, morebitno podcenjevanje tega segmenta prometnega omrežja lahko vodi v nadaljno degradacijo, že tako zanemarljivega slovenskega podeželja.

Summary

The network of the constructed forest communications in Slovenia comprise over 15.000km forest roads and over 40.000km of constructed skidding trails. From environmental and economical point of view the network is not optimal, hence further constructional activities will have to be conducted according to the new legislation. It is introducing the environment impact assessment (EIA) procedures also for forest roads, although their content and form have not been set up yet.

In the paper the state and the recent trends in implementation of the EIA procedures for forest communications in the Europe are reviewed. The major challenges in forest road construction in Slovenia are illustrated with case study where the impacts of the road construction have been analysed. Problems can be generalised also to other low-traffic roads, since they all might have significant impacts on the environment. EIA is needed, however adapted indicators, procedures and legislation are required.

The implementation of the environmental procedures in low-traffic road planning is important due to large amount of these communications. Slovene countryside and natural environment might degrade even more, unless we adapt out tools and rules to this segment of the transport infrastructure and not vice versa.

1. Uvod

Vsak poseg v naravno okolje je kompromis med varovalnimi in razvojnimi zahtevami, merila po katerih posege presojava mo pa se s časom spreminjajo, pač glede na lestvico družbeno priznanih vrednot. Slovensko gozdarstvo je v začnjih 25. letih zgradilo preko 15.000 km gozdnih cest in preko 40.000 km grajenih traktorskih vlak ter tako vzpostavilo kapilarni infrastrukturni sistem v kulturni krajini. Čeprav je nastalo omrežje po prometno-tehničnih elementih prilagojeno transportu lesa, pa po funkciji, ki jo v prostoru opravlja, predstavlja pomembno dopolnitev javnega omrežja cest. Obstoječe omrežje, ki je nastalo načrtno v okviru sistema gozdnogospodarskega načrtovanja, z ekološkega in ekonomskega vidika ni optimalno, zato ga bo potrebno tudi v bodoče spreminjati in dograjevati.

S povečanim zanimanjem družbe za varovanje naravnega okolja, se na področje posegov v prostor uvajajo postopki presoje vplivov na okolje (PVO), s katerimi naj bi zmanjšali negativne vplive že v fazi načrtovanja. Postopki zadevajo tako vsebino kot tudi obliko načrtovanja odpiranja gozdov z grajenimi prometnicami, zato se pred gozdarstvo postavlja vprašanje kako uveljaviti specifičnosti nekategoriziranih prometnic pri presojah njihovih vplivov na okolje, da le ta ne bodo samo formalno-upravni postopek, temveč sodobno strokovno orodje za zmanjševanje konflikta med varovanjem narave in razvojnimi imperativi (KENNEDY 1994).

2. Presoje vplivov prometne infrastrukture na okolje in gozdarstvo

Promet in prometnice so eden od pomembnih virov onesnaževanja gozdnih ekosistemov, zato ne preseneča, da se je gozdarstvo že v sedemdesetih letih seznanilo z idejo in tehnologijo presoj vplivov cest na okolje. Sprva še kot dejavnost, ki je bila odgovorna za oceno negativnih vp-

livov avtocest na gozdne ekosisteme, kmalu zatem pa tudi kot krivec za neprimerne posege pri gradnji gozdnih cest (TELLER 1977). Transport lesa ima vse glavne negativne značilnosti javnega prometa, težišča problemov pa so različna. Prometa, ki izvira iz gospodarjenja z gozdovi je malo, zato predstavlja težišče problema velika količina gozdnih prometnic, način polaganja v prostor in neprimerna tehnologija gradnje.

V osemdesetih letih se je zdela razlika med gozdnimi in javnimi cestami prevelika, zato je vsaka stroka razvijala svoje postopke za varovanje okolja pri posegih v prostor. Javni sektor je postopke razvijal preko nadzora investicijskih projektov (WORLD BANK 1991), gozdarstvo pa z izdelavo sistema odpiranja gozdov (DOBRE 1984, PFISTER 1988) ter z izdelavo in verifikacijo smernic za projektiranje gozdnih prometnic (IGLG 1982). S pojavom prostorskih informacijskih sistemov in širitvijo njihove praktične uporabe so se začeli postopki in filozofija PVO vračati tudi v gozdarstvo (BECKER JAEGER 1988), saj načelno omogočajo hkratno vrednotenje t.i. 'trdih' in 'mehkih' informacij ob sočasnem prostorskem prikazu. To je povzročilo, da so nekatere evropske države postopke PVO za projekte novogradenj gozdnih cest privzele v celoti (Švica), druge (Avstrija) pa PVO dodale gozdarski regulativi in postopke podvojile (SEDLAK 1996).

Za devetdeseta leta je značilno, da se postopki PVO metodološko konsolidirajo in standardizirajo na mednarodni ravni (OECD 1994). V Sloveniji, se za konkretne projekte javne cestne infrastrukture, taka prilagojena metodologija uporablja za ceste različnih kategorij (ROTAR 1994), neglede na dejstvo, da potrebne zakonodaje preprosto ni. V gozdarstvu se ponavlja dilema iz osemdesetih in odpira vprašanje o širjenju presoj vplivov posega na naravno okolje tudi na področje skrbi za razvoj podeželja in sprejetosti posega s strani lokalnega prebivalstva, ki ga tuja literatura obravnava posebej v študijah vplivov posega na socialno okolje (SIA -

social impact assessment) (HEINIMANN 1996).

Če sklenemo naš sprehod skozi čas in nam sorodna okolja ugotovimo, da so si načela PVO že izbrila domovinsko pravico v gozdarski stroki, sedaj pa nas čaka še oblikovanje stroki in problemom prilagojenih formalnih postokov.

3. Izzivi bodoče gradnje gozdnih prometnic v Sloveniji

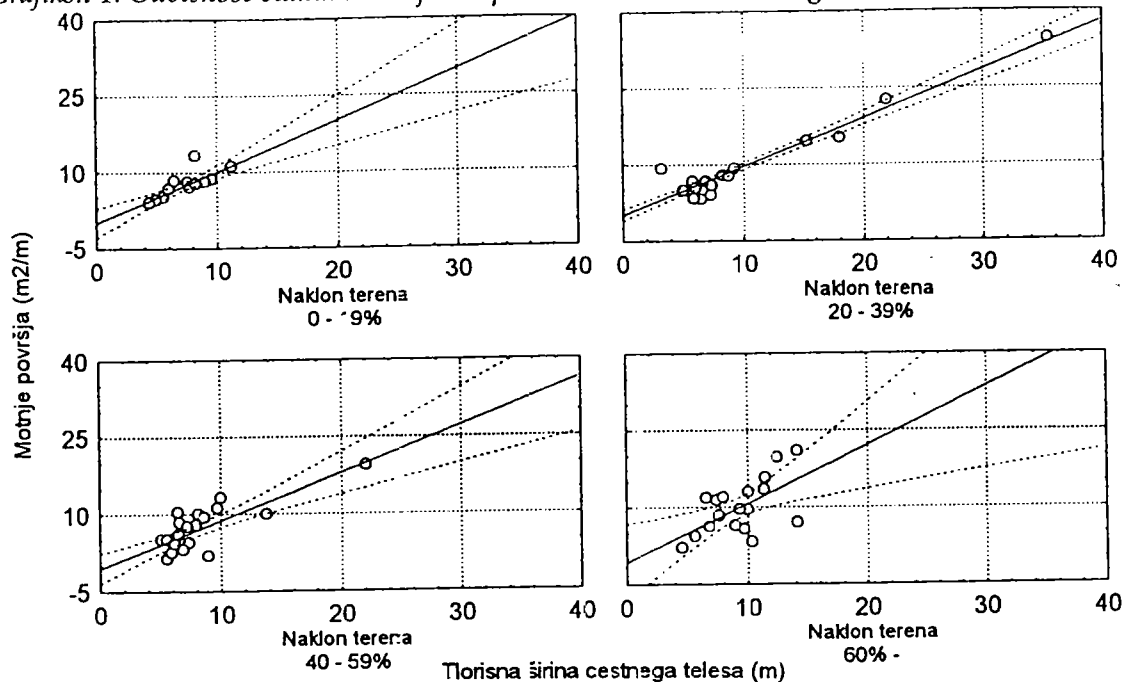
Snovanje sprememb na področju načrtovanja odpiranja gozdov brez temeljitega vpogleda v lastno realnost nima pravega smisla, zato smo v okviru znanstvenega projekta 'Mnogonamenska raba in okolju prilagojeno dograjevanje omrežja gozdnih prometnic' spremljali in ovrednotili motnje tal ob gradnji gozdne ceste bližini Triglavskega narodnega parka (GG-BLED 1994). Projekt predstavlja tipičen primer sodobnega odpiranja gozdov, ker zajema z vidika naravnih danosti težke terene, narekuje odpiranje gozdov različnih kategorij lastništva in predstavlja kapilaro v sistemu cest, kjer je mogoče cesto nadomestiti z eno ali več vlakami. Načrtovanje in projektiranje ceste je potekalo po metodi neposrednega trasiranja korigirane ničelnice preko pozitivnih kardinalnih točk trase na terenu. Gradnjo je izvajal v letu 1995 gradbeni obrat Gozdnega gospodarstva Bled, s tehniko čelnega odstrela hribine ter kombiniranega bagerskega in buldožerskega oblikovanja planuma. Projektno dokumentacijo smo dopolnili s tremi alternativami izvedene trase, ki so bile položene ter označene na terenu in so imele naslednje značilnosti:

- ♦ Alternativa 1: rekonstrukcija obstoječe vlake za potrebe vožnje sortimentov pri spravi lesa. To je varianta, ki zahteva najmanjše vložke, vendar pa ne odpira celotnega predela.

- ♦ Alternativa 2: celostna varianta odpiranja predela gozdov nad vasjo Nemški rovt odpira kompleks zasebnih in državnih gozdov in je izdelana v dveh podvariantah širine voznega cestišča 3m in 4m.
- ♦ Alternativa 3: lastniška varianta predstavlja modifikacijo dela celostne variante in odpira samo državne gozdove, z možnostjo kasnejše dograditve odseka v zasebnih gozdovih.

Izvedena trasa v situacijskem poteku in v pcvršini cestnega telesa ne odstopa bistveno od projektne dokumentacije, kar potrjuje, da metoda neposrednega trasiranja korigirane ničelnice preko pozitivnih kardinalnih točk trase na terenu zadošča za pripravo tehnične dokumentacije večine nekategoriziranih in lokalnih prometnic. Primerjave količinskih kazalcev pri presojah vplivov na okolje se običajno izvajajo preko dolžin in/ali tlorisnih površin cestnega telesa za variante. Tak pristop je po našem mnenju za strme in nestabilne terene neprimeren. To trditve utemeljujemo z grafikonom 1. Prikazuje vrednosti tlorisne širine cestnega telesa in povprečne površine motenih tal po tekočem metru prometnice ter njuno korelacijsko odvisnost pri različno strmih terenih za primer izvedene trase. S stopnjevanjem naklona terena se zveza med znakoma izgublja, hkrati pa se izgublja tudi smiselnost primerjav med variantami, če uporabljamo za primerjave samo podatke o površinah prizadetih biotopov na podlagi povprečne širine cestnega telesa. Že kratke dolžine na težkih terenih lahko povzročijo lokalne katastrofe z vidika erozije, plazov ali onesnaževanja pitnih virov. Variante je potrebno dejansko položiti v prostor in upoštevati mikrolokacije. Tak pristop ne odtehta geotehničnih raziskav in okoljskih študij ostalih vplivov na trasah, jih pa močno zmanjša.

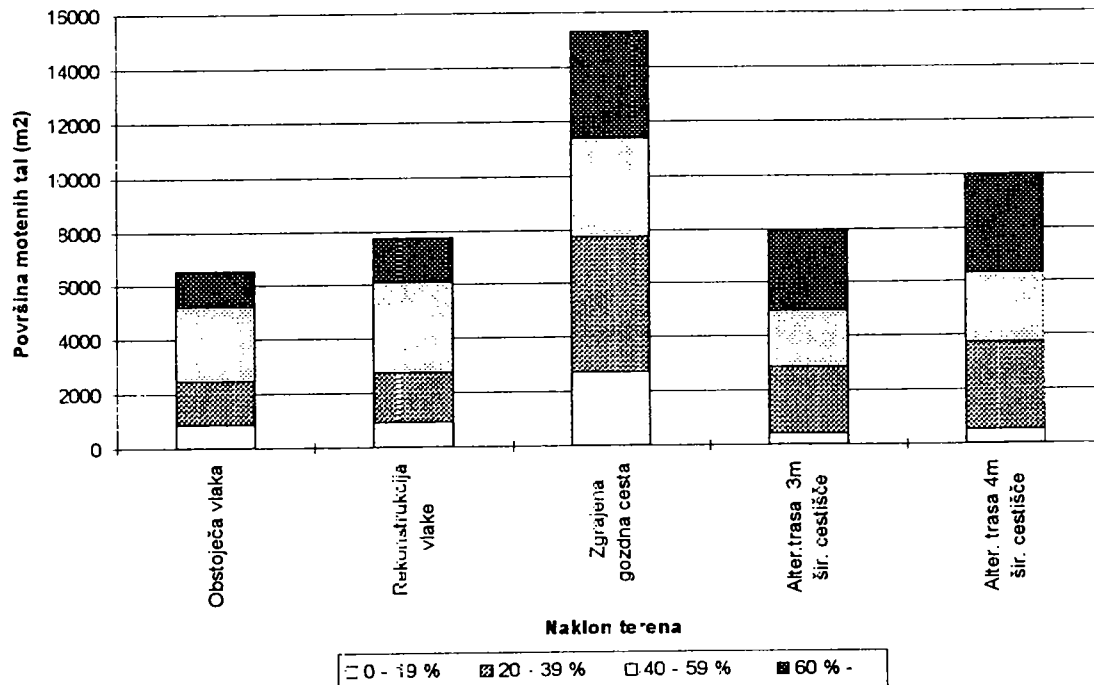
Grafikon 1: Odvisnost vidnih motenj biotopa od tlorsne širine cestnega telesa za izvedeno traso



Tako je mogoče ob zmernem finančnem vložku pridobiti potrebne podatke za proces odločanja med variantami in izdelavo omilitvenih ukrepov za izbrano tra-

so. Količinsko primerjavo variant načrtovanega posega smo izvedli z izmero prečnih profilov in ocene površin spremenjenih. Prikazana je na grafikonu 2.

Grafikon 2: Odvisnost vidnih motenj biotopa od tlorsne širine cestnega telesa za izvedeno traso



Z ozko ekološkega vidika je najustrenejša rešitev rekonstrukcija vlake, v vseh drugih primerih pa je potrebno negativne vplive novogradnje prišteti k obstoječim motnjam v prostoru. To je tudi eden od osrednjih problemov maloprometnih cest v gozdnem prostoru in na po-leželju, saj

se motnje (nenadzorovano) kopičijo v prostoru. Problem se danes zaostre ob dejstvu, da je v Sloveniji preko 250.000 lastnikov gozdov, ki vsak za sebe dograjujejo omrežje gozdnih prometnic, največkrat s podaljševanjem obstoječih traktorskih vlak. Tako nastajajo rešitve, ki z vidi-

ka okoliških lastnikov in celotnega sistema odpiranja določenega predela gozda niso optimalne niti po ekološki, niti po dolgoročno-ekonomski plati.

4. Možnosti integracije postopkov PVO pri odpiranju gozdnega prostora

Gradbeni posegi pri spreminjanju omrežja trajnih prometnic v gozdnem prostoru in agrarni krajini se dogajajo masovno, vsakodevno in za devajo neposredno manjše število ljudi, negativni vplivi teh posegov pa imajo velik razpon ter se kopičijo v že degradiranem prostoru. Prikazani primer in pregled literature nazorno razkrivata tri področja aktivnosti, ki so predpogoj za integracijo PVO v sistem načrtovanja gozdnih prometnic, smiselno pa jih je mogoče posplošiti tudi na ostale nizkoprometne ceste v ruralnem okolju:

- ◆ Sistem gozdnogospodarskega načrtovanja, že izdelane zakonske podlage (zakon o gozdovih s podzakonskimi akti) in dosedanje izkušnje stroke, omogočajo izdelavo strateških presoj vplivov načrtovanih sprememb v omrežju grajenih prometnic na okolje v okviru prostorskih delov načrtov gozdnogospodarskih enot (8000 - 15000 ha).
- ◆ Vsak gradbeni poseg v naravnem okolju mora biti načrtovan. Strokovne podlage (IGLG) za izdelavo tehnične dokumentacije za posamezno cesto ali vlako je potrebno novelirati, ga nadgraditi s prilagojenimi postopki PVO in uveljaviti v postopku pridobivanja soglasij.
- ◆ Pri izdelavi tehnoloških delov gozdnogojitvenih načrtov je potrebno gradnjo vlak presojati glede na, ustreznost tehnologije spravila lesa, že doseženo raven motenj biotopa in glede na koncept odpiranja ostalih površin v polju med cestami.

5. Sklep

Predstavljeni prerez stanja in trendov na področju varovanja okolja pri gradnji nizkoprometnih javnih in gozdnih prometnic zadošča da sklenemo dilemo, ki je bila nakazana z naslovom prispevka. PVO je v svojem bistvu prilagodljiv sistem aktivnega varovanja naravnega okolja pri posegih v prostor, ki ga je mogoče in potrebno uporabiti pri načrtovanju gozdnih prometnic. Svoj pravi namen bo dosegel samo, če ga bomo smiselno in prilagojeno vgradili v sistem gozdnogospodarskega načrtovanja. V nasprotnem primeru se lahko hitro zgodi, da bo PVO samo birokratska navlaka ali pa polje za izživiljanje posameznikov, ki so odtujeni stroki in problemom.

Literatura

- Becker, G. / Jaeger, D. 1988. *Integrated design, planning and evaluation of the forest roads and logging activities using GIS-based interactive CAD-system.. V: Proceedings of IUFRO Workshop on "Computer supported planning of roads and harvesting", Feldafing, 28.-28. August 1992, University of Munich, Germany s. 159-164.*
- Dojre, A. 1984. *Model perspektivnega načrta gozdnega cestnega omrežja. I.del:G.e.Litija, Ljubljana, IGLG, 133 s.*
- Sealac, O. 1996. *Forest road construction policies in Austria. In: Seminar on environmental sound forest roads and wood transport, 17 - 22 June 1996, Sinaia, Romania Manuscript, 16 s.*
- GC-Bled. 1994 *Gozdna cesta: Pod Rižcam - odd. 59, Bohinj. Projekt za gradbeno dovoljenje, Gozdno gospodarstvo Bled, Projektivni biro, Bled.*
- Henimann, H. R. 1996. *Opening up planning taking into account environmental and social integrity. In: Seminar on environmental sound forest roads and wood transport, 17 - 22 June 1996, Sinaia, Romania Manuscript, 14 s.*
- IGLG 1982 *Smernice za projektiranje gozdnih cest. Ljubljana, IGLG, 63 s.*
- Keanedy, W.V. 1994. *Environmental Impact Assessment in International Perspective - Trends and Developments. V: Seminar on Environ-*

- mental Impact Assessment, Portorose, 12. April 1994, 7 s.
- OECD. 1994. Environment impact assessment of roads. Report prepared by an OECD scientific expert group, OECD, Paris 186 s.
- Pfister, F. 1988. General opening up planning V: Proceedings of IUFRO - Workshop " Accessibility of Mountain Forests " , Canton Walis, Switzerland, 28 August - 3 September 1988, s. 134-149.
- Rotar, J. P. 1994 Postopek ocen vpliva na okolje nekaterih cestnih projektov v Sloveniji. V: zbornik referatov 2. slovenskega kongresa o cestah in prometu, Portorož, 26.- 28. oktober 1994, Družba za raziskave v cestni in prometni stroki, Ljubljana.
- Sedlak, O. 1996. Forest road construction policies in Austria. In: Seminar on environmental sound forest roads and wood transport, 17 - 22 June 1996, Sinaia, Romania Manuscript, 16 s.
- Teller, H. I. 1977. Environmental impact analysis and forestry activities. Guidelines for watershed management, Rome, FAO, s. 15-25.
- World Bank 1991. Natural Forest Management. Environmental Assessment Sourcebook. Vol II. Sectorial guidelines, Washington, DC. The World Bank, s. 67-93.

DRC

Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije

3. slovenski kongres o cestah in prometu

Zbornik referatov

L j u b l j a n a - B l e d , 1 9 9 6

Soil and Tree Disturbances Due to Forest Operations - an Unresolved, Interdisciplinary Issue

By

ROBERT ROBEK¹⁾, DIETMAR MATTHIES²⁾

¹⁾ Slovenian Forestry Institute, Večna pot 2, 61000 Ljubljana, Slovenia

²⁾ Lehrstuhl für forstliche Arbeitswissenschaft und angewandte Informatik der Ludwig-Maximilians Universität, München, Hohenbacherstrasse 22, Freising, Germany

Key words: forest operations, soil disturbances, tree damages, environment protection

Summary

ROBEK R., MATTHIES D. 1996. Soil and Tree Disturbances Due to Forest Operations - an Unresolved, Interdisciplinary Issue.

Forest soils are a crucial node for the various environmental and technological processes in the managed forest. In the paper authors review the complexity of the impacts on the forest ecosystem caused by road construction and logging operations and discuss the future research activities in that field. The interdisciplinary approach is emphasized and research priorities are suggested. The studies are needed where structural parameters of the soils are related to the plant vitality. This will help us to understand the forests response on the impacts and enable us to develop the practical techniques for soil and stand protection during forest operations.

Introduction

Forest soils are a world in themselves and a crucial node for the various environmental and technological processes in the managed forest. Undisturbed soils contribute vitally to the effective retention of the material and energy flow through forests. Such conception has been mostly recognized through mistakes during work in managed forests, where additional and often contradictory objectives have to be met, unfortunately not without consequences for the soil and trees.

The scientific response to that problem during the last twenty years 'produced' an enormous quantity of studies, which have been trying to enlighten particular aspects of the forest operations' impact on forests. Today, excellent summaries about soil compaction (HILDEBRAND 1991, WASTERLUND 1994), soil erosion and mass movement (STANDISH & AL. 1988), water quality and quantity



changes (ADAMS RINGER 1994) and vegetation damages (MENG 1978, BUTORA SCHWAGER 1986) exist, however the puzzle is far from being solved.

The purpose of this paper is to inform the scientists from related fields with the research needs, to warn against overestimating the particular aspects of the subject and thereby encourage the synthesis that is urgently needed.

Forest Technique - the Source of Disturbances

Construction works in the forest, site preparation and logging operations are the primary cause of mechanical impacts on site and to the stands. They all occur in the 'same forest' hence they have to be evaluated simultaneously.

Logging is the most costly phase of the wood transport. It determines the extent, the structure and the layout of permanent and temporary roads in order to minimize transportation, construction and maintenance costs. Due to the steadily rising costs of labor, logging has been mechanized and today the majority of the timber extraction is done by tracked or wheeled vehicles. This trend will continue in the future, even though the silvicultural practice will be pushed towards selective cuttings. Increased traffic on the roadless areas of lighter machines is expected in the future (WASTERLUND 1995), therefore the impacts will continue to cumulate in the forests.

Environmentally friendly machines already exist, however they can not be used in many forests due to technical and/or economic conditions. Regardless of further development of forestry machines, forests under small scale private ownership will continue to be affected yearly by inadequate machinery on ineffective road networks (ROBEK 1994). Forest operations in 'action' are actually the last step, where all mistakes in planning, approving and training can not be corrected nor hidden. Contemporary methods for quality control in forest operations are too trivial to precisely address the impacts or not adapted for practical work.

Forest Site Responses to Soil Disturbances

Effects on soils

Natural forest soils have a complex layered structure, containing obstacles like roots or stones and are always covered with organic material. As a reaction to the dynamic forces of vehicle and load, the morphological disturbances of the topsoil (displacement, mixing, rutting) and/or structural disturbances of the mineral soil occur.

The areal extend of the visual soil disturbances in selective cutting can range from 5 - 30% (STANDISH & AL. 1988) after single action. With next cuttings it can increase due to previous disturbances and decrease due to natural recovery. The temporal dynamic of the surface disturbances is up to 10 years, if they are not supported by severe structural disturbances of the mineral soil.

Visual disturbances do not reflect structural changes. The former can extend beyond the contact area and vary with depth. The degree of the structural disturbances depends on many factors (soil moisture, contact pressure, texture, obstacles) and it should be expressed with various parameters (dry density, penetration resistance, macroporosity, air permeability, gas diffusivity, ...). As a rule of thumb we can say that a machine with less than 50 kPa static pressure will not cause structural disturbances, when operated under the soil moisture below field capacity (MATTHIES & all 1995). Otherwise severe disturbances can be expected and they can persist for decades.

Effects on trees

Disturbed soil is also the substrate for tree growth and the roots are the most severely affected, since they have to develop in an altered environment. Roots simply need water, nutrients and oxygen at the same time and almost at the same place (HILDEBRAND 1994). They are not affected by the disturbed structure itself, but by the processes that depend upon the structure. The major part of the net photosynthesis is

used below ground for the continuous replacement of small dying roots, for which the oxygen is needed. The small roots are 'engaged' with the mycorrhizae fungi that protects tree roots against pathogens. What happens with the short root's turnover in compacted soils and what it means for the tree's vitality and growth we do not know.

The fine and medium roots beneath the surface can be torn away during traffic movements, but wounds on the roots with a diameter of over 20 mm in the root collar region are crucial for rot formation. Since the machines operate in the stand the wounds also cumulate on the stem, usually up to 1 meter high. They may reduce the wood quality, cause tree rot, reduce growth and decrease income by up to 15% (MENG 1978). The responses of the tree growth on harvesting impacts are seldom straightforward due to numerous influencing factors. Edge effects of trees standing next to skid trails interfere with the growth decline due to rot formation and root damages can be compensated due to more light and free soil space on the track side. If we also take into account the tree's different requirement during its long life we will find that generalizing the results from the tree to the stand may be very hazardous.

Effects on other vegetation and fauna

We have very little data about the disturbance responses on non-commercial vegetation. The responses are faster and more dynamic but they are difficult to detect and evaluate. An even faster response can be observed in pedofauna, but very few studies so far have concentrated on this topic. In both cases the soils natural variability usually exceeds the disturbance effects itself. The impacts on forest fauna, the large areas of forest have to be taken into account and than the contribution of harvesting operations to the observed effect in populations is very difficult to prove and judge.

Effects on management goals

In managed forests environmental and social objectives have to be reached beside timber supply. Several catchment studies have shown that we hardly charge solely forest operations for the changes in water quality and quantity. The increased

water peaks and sediment yields are evident in large scale clearcuts but in the selective cuttings the results are not consistent. The same can be said about the relations with the other management goals. We can agree on large impacts but we are not able to fine tune forest operations on the basis of existing knowledge.

Challenges and priorities

It is obvious that practical environmental protection is a matter of economics, where a minimax task has to be solved. Although some countries have set allowed soil disturbance standards on the basis of the soil physical parameters, they are often argued, rarely controlled and never taxed. We must first understand the vegetation response on harvesting impacts, therefore more studies are needed where structural parameters are related to the plant vitality. Recent improvements in soil analytical methods have encouraged us to relate the physical parameters with the plant physiology. This task has, in our opinion, the utmost priority and the question can not be solved without tight cooperation between technical and biological sciences. The nature of the forest response should be the basis for holistic quality control in forestry.

The next level of the priority should be dedicated to the development of a set of practical guidelines and simple impact evaluation methods for forest practice. They have to summarize the existing knowledge although not simplify the phenomena. We have to introduce the impact vector into the forest management planning as well as in forest operations. The task should be done with cooperation between researchers, forest managers and forest extension services.

The last priority level is dedicated to fulfill the gaps in our knowledge about the enormous variability of the effects of the harvesting impacts on the forests, as well as to routine soil monitoring programs and to single aspects oriented studies.

Conclusion

All wood transport related activities increase the material and energy flow through the forest ecosystem. They are in contradiction with the 'essence' of the forest, therefore it is obvious that the disturbances can only be decreased but not avoided. But we have to look for another way round, too. In managed forests transport should be considered as an important, complex multi-objective oriented tool for achieving the goals within the ecosystem management, therefore creative progress in that field is really waiting for us. Do not hesitate!

References

- ADAMS, P. W., RINGER, J. O. 1994. The effects of timber harvesting & forest roads on water quantity & quality in the Pacific Northwest.. Summary & annotated bibliography. Oregon State University, Forest engineering dept., 147 p.
- BUTORA, A.; SCHWAGER, G. 1986. Holzernteschäden in durchforstungbeständen. Berichte d. Eidgenössischen Anstalt für das Versuchswesen, Nr. 288, Birmensdorf, 42 p.
- HILDEBRAND, E. E. 1991. Der Einfluss der Befahrung auf die Bodenfunktionen im Forststandart.- V: KWF - Bericht Nr 4. " Bodenschäden durch Forstmaschinen " , 21 - 23 September 1987 Gross - Umstadt, Deutschland, 2. ed. , 4, pp. 35-50.
- HILDEBRAND, E.E. 1994. Forest soil - medium for root growth. In: Proceedings from IUFRO P3.08.00 Seminar "Soil, tree, machine Interaction, July 4-8, 1994, Feldafing, Germany, 14 p.
- MATTHIES, D.; WEIXLER, H.; GUGLHÖR, W.; LÖFFLER, H.; REHFUESS, K. E. 1995. Bodenuntersuchungen zu befahrungsbedingten Strukturveränderungen auf Waldstandorten in Bayern. Abschlußbericht zum Forschungsprojekt A30 des Kuratoriums der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwissenschaft. Lehrstuhl für forstliche Arbeitswissenschaft und angewandte Informatik der Universität München, 121 p.
- MENG, W.1978. Baumverletzungen durch Transportvorgänge bei der Holzernte. Ausmass und Verteilung, Folgeschäden am Holz und Versuch ihrer Bewertung. Schr.-R.d. Landesforstverwalt Baden-Württemberg 53, 159 p.
- ROBEK, R. 1994. The impact of small logging machines on forest soil porosity in Slovenia. Paper prepared for IUFRO P3.08.00 Seminar "Soil, tree, machine Interaction, July 4-8, 1994, Feldafing, Germany, 3 p.
- STANDISH, J. T./ COMMANDEUR, P. R./ SMITH, R. B. 1988. Impacts of forest harvesting on physical properties of soils with reference to increased biomass recovery-a review. Canadian Forestry Service, Information Report, BC-X-301. Pacific Forestry Centre, 24 p.
- WASTERLUND, I. 1994. Forest responses to soil disturbances due to machine traffic. In: Proceedings from IUFRO P3.08.00 Seminar "Soil, tree, machine Interaction, July 4-8, 1994, Germany, 25 p.
- WASTERLUND, I. 1995. Forest harvesting systems friendly to the environment. Uppsater och Resultat nr. 277. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsteknik, 30 p.

Society for Stereology and Quantitative Image Analysis
Ljubljana, Slovenia

LIFE
SCIENCES
1996

Gozd Martuljek, Slovenia
September 21st - 26th, 1996

QUANTIFICATION OF ROOT SYSTEM UNDER STRESS

Barbara Bohinc¹, Hojka Kraigher² and Robert Robek²

¹Biotechnical Faculty Ljubljana, ²Slovenian Forestry Institute, Ljubljana, Slovenia

KEY WORDS: bioindication, root length, stress, image processing

INTRODUCTION

In the investigations of the environmental stress caused by human activities we often lack the parameters for alteration detection and judgements (2, 5). In the presented study the authors have tried to find out whether it is possible to use ectomycorrhizal fungi and the length of tree root system as indicators for stress situations caused by soil compaction after a) tractor off-road locomotion and b) by compacting soil with known pressure, since there has been reports about their stress indicativity (3, 6). The main problem was to get adequate colour information for studying different ectomycorrhizal types and length structure of the roots, with stress on number of root tips and length of short roots. For that purpose we need a method for measuring the root system that is simple and indicative.

MATERIAL AND METHODS

The field part of studies included tractor skidding simulation in lowland red pine forest (*Vaccinium pinetum*). Pine (*Pinus sylvestris*) and spruce (*Picea abies*) seeds of same genetically origin were implanted into 54 0.3 m² plots on and beside the wheel *rot*. From each plot five young seedlings of both tree species were taken three months after the *seeding*, when mycorrhiza begins to develop. At the end of the vegetation season root length was examined on spruce seedlings again.

Laboratory part of the study covered measuring the length of the root system and colonisation by ectomycorrhizal fungi. Soil particles had to be washed away carefully in order to make photocopies of the clean, intact root system. A dissecting microscope was used to differ between mycorrhizal and nonmycorrhizal roots and the observations were marked on the enlarged photocopies. Determination of mycorrhizal types followed Agerer (1).

For the parallel pot experiment with 4-years old spruce plants we have used the soil from the plot of the first part of the study. In the 4 dm³ pot we have simulated the tractor compaction, using static ground pressure of 100 kPa. Before compaction the root systems have been documented by washing away the soil, arranging the roots on the glass plate and copying them on the ordinary copying machine. After six months the plants have been dug out and the roots have been documented again.

On the photocopies the length of the long roots have been measured. The short roots were counted and classified according to their length class and mycorrhizal status. For the root length determination we have also experimented with the multipurpose imaging system Optima's, using the black and white video camera and built-in routines for image quantification. Test image processing on arranged roots and their copies have been conducted and compared with manual measurements.

RESULTS

Simultaneous analyses of the quantitative and qualitative parameters of the root systems appears to be extremely difficult. The combination of different methods is needed. Sample preparation for the copying requires transparent base while the preparation for the image recording require non reflective high contrast base. Both techniques are time consuming what may have adverse effects on the quality of the sample.

Subsequent root length measurements with multipurpose image processing software is not straightforward. It requires shadow removal, image cleaning and root identification. Determination of the threshold for the binarisation of the image is delicate since we are losing the new short roots which are light in colour or we introduce the shadows into the root system. The analyses of the root colours on the basis of the 'grey' images was too time consuming, since it requires the calibration curve for every single image. Compared with the manual root length determination the multipurpose image processing did not bring significant advantages in time, accuracy or complexity of the analyses which have been reported for specialised equipment (4). It's major advantage is fast root area determination. Unfortunately, this parameter is not very sensitive when changes in root structure are under the question.

Information obtained with manual root length analyses are presented on the Figure 1. It has been shown that proportion of the length of the mycorrhized roots, as well as its absolute value are the most sensitive root indicators of the soil compaction. On the other hand our study has revealed that neglecting the short roots and qualitative analysis of the mycorrhized status may decrease the value of the roots as the stress indicators.

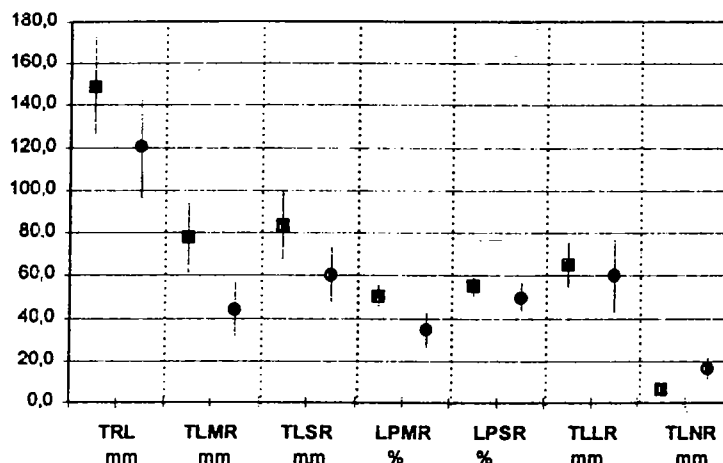


Figure 1. Differences of the averages between control and compacted seedling root growth according to the following parameters:

TRL	total root length
TLMR	total length of the mycorrhized roots
TLR	total length of the short roots
LPMR	length percentage of the mycorrhized roots
LPSR	length percentage of the short roots
TLLR	total length of the long roots
TLNR	total length of the nonmycorrhized roots

In the pot experiment one part of the precompaction and postcompaction root systems were documented. Due to the extensive root network (several hundreds of roots, total length over 10 meters) the mycorrhizal root status was substituted by the precise short root length determination using manual technique. First findings indicate that phenomena is not that straightforward since several parameters beside the soil structure influence root growth and development.

DISCUSSION

In both studies we have experienced the difficulties in quantification of the tree root systems. According to the preliminary results and literature, the roots are sensitive indicator of the soil physical alterations but we lack the methods and tools for their quantification. In our study we have tested manual and low cost image analyses system. Considering that two we found more useful the manual one although it is time consuming. When using the image analysing system for the root length analysis it has to specialised and adequate root sampling techniques. When tree roots are investigated we recommend complementary qualitative analysis of the mycorrhizae root infection.

REFERENCES

1. Agerer R. (Ed.) Colour atlas of Ectomycorrhizae. Einhorn Verlag, München, 1987-1995: 1i-33i.
2. Hildebrand EE. Forest soil - medium for root growth. In: Proceedings from IUFRO P3.08.00 Seminar •Soil, tree, machine Interaction, July 4-8, 1994, Feldafing, Germany, 1994: 14.
3. Johansson M and Wästerlund I. Root and transpiration studies on young Norway spruce trees with dye back symptoms in Sweden. Eur J For Path 1979; 9:257-64.
4. Pouleour S. Accuracy of measurements with Mac/Win RHIZOTM. Regent Instrument Inc, Quebec, 1995: 4.
5. Wästerlund I. Forest responses to soil disturbances due to machine traffic. In: Proceedings from IUFRO P3.08.00 Seminar •Soil, tree, machine Interaction, July 4-8, 1994, Feldafing, Germany, 1994: 25.
6. Wass EF and Smith RB. Impacts of soil disturbance on root systems of Douglas-fir and lodgepole pine seedlings. Canadian forest Service, Information report BC-X-348, 1995: 22.

**GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
ODDELEK ZA GOZDNO TEHNIKO IN EKONOMIKO**

**UNIVERZA V LJUBLJANI - BIOTEHNIŠKA FAKULTETA -
ODDELEK ZA GOZDARSTVO
GOZDNOTEHNIŠKA ZNANSTVENO - PEDAGOŠKA ENOTA**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU - ŠUMARSKI FAKULTET
ZAVOD ZA ISKORIŠČIVANJE ŠUMA**

**IZZIVI GOZDNE TEHNIKE
(ZBORNIK POSVETOVANJA)**

**IZAZOVI ŠUMSKE TEHNIKE
(ZBORNIK SAVJETOVANJA)**

**PROGRESSES IN FOREST OPERATIONS
(PROCEEDINGS)**

8. maj 1996
Ljubljana, Slovenija

GDK 383:916:(497.12)

MNOGONAMENSKA RABA GOZDNIH CEST - RELATIVNA POMEMBOST POSAMEZNIH RAB

Igor POTOČNIK *

Izvleček

V prispevku je analiziranih 15 najpogostejših rab gozdnih cest v Sloveniji. Analizirana je njihova relativna pomembnost na posameznih gozdnih cestah v analizo zajetega vzorca. Gozdarska raba gozdnih cest je prostorsko najbolj razširjena in ima v povprečju največjo relativno pomembnost, sledi pa ji lovska raba. Lokalno zelo pomembni, vendar prostorsko manj razširjeni, sta rabi odpiranja kmetij in vasi. Ostale rabe gozdnih cest so manj pogoste, lokalno pa so v manjšem obsegu lahko najpomembnejše.

Ključne besede: gozdne ceste, mnogonamenska raba

THE MULTIPLE USE OF THE FOREST ROADS - THE RELATIVE IMPORTANCE OF THE PARTICULAR USE

Abstract

The article deals with the 15 most frequent uses of the forest roads in Slovenia. Their relative importance regarding the particular forest road in the sample was analyzed. The forestry use of the forest roads is widely presented and it is relatively the most important, followed by the hunting. The less widely presented but locally very important are the uses of opening up of farms and villages. Other uses of the forest roads are less frequent, but locally they are of importance.

Key words: forest roads, multiple use of the forest roads

1 UVOD

INTRODUCTION

Za gospodarjenje z gozdom so potrebne gozdne prometnice: gozdne ceste, gozdne vlake in stalne žičnice. Med njimi so gozdne ceste najpomembnejše, ker predstavljajo osnovo za povezovanje drugih prometnic v gozdu. Na sedanji stopnji tehnološkega razvoja prav gozdne ceste omogočajo racionalen prevoz lesa, materiala in ljudi s kamioni in lahki motornimi vozili.

Iz vidika mnogonamenske vloge gozda mora biti gozdna cesta taka namenska prometnica, ki je bila načrtovana in grajena skladno s funkcijami, ki naj bi jih gozd opravljal v določenem predelu. Ker je gozd mnogonamenski, morajo biti tudi gozdne ceste mnogonamenske, čeprav je lesnoproizvodna raba gozdnih cest še vedno večinska.

Na gozdnih cestah se odvija različen promet tako po vrsti kot po količini. Nekatere gozdne ceste tako dnevno uporabljajo vsi, od gozdarjev do vozil v tranzitu, druge pa le občasno samo gozdarji - če omenimo samo skrajni situaciji. Očitno je, da morajo prometno bolj obremenjene gozdne ceste zadostiti zahtevnejšim pogojem glede kvalitete, vzdrževanja, prevoznosti, opreme itd., prometno manj obremenjene gozdne ceste pa so lahko do neke mere bolj preproste. Pri tem igra še dodatno vlogo struktura prometa na gozdnih cestah (gozdarski in negozdarski oz. javni).

Poleg klasičnih proizvodnih nalog morajo gozdne ceste opravljati tudi vrsto neproizvodnih nalog, ki so posledica sodobnega načina življenja, bega od industrializacije, hrupa in smrada k neokrnjeni naravi. Posledice teh težej se bodo na gozdnih cestah kazale v obliki povečanega prometa osebnih vozil, povečala pa se bo tudi možnost nesreč. Povečan promet bo povečeval stroške vzdrževanja gozdnih cest, pojavile pa se bodo tudi zahteve po večji prometni varnosti na gozdnih cestah in boljši prometni opremljenosti.

* As. dr. dipl. inž. gozd., Univerza v Ljubljani, BF - odd. za gozdarstvo, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, Slovenija

Tako bo nastajalo vse več stroškov, ki jih ne bi bilo oz. bi bili manjši, če ne bi bilo negozdarske rabe gozdnih cest. Obstoječe gozdne ceste imajo praviloma skromne tehnične elemente, ki ne ustrezajo zahtevam povečanega osebnega prometa. Gozdarstvo samo zanesljivo ne bo zmoglo povečanega pritiska negozdarskih rab na gozdnih cestah in zadovoljivo skrbeti za njihovo vzdrževanje.

Seveda pa ne bo pritisk negozdarskih rab na gozdne ceste povsod in vedno enak. Gre tako za prostorsko kot časovno spremenljivost pomembnosti negozdarskih rab gozdnih cest. Ponekod bodo negozdarske rabe gozdnih cest prioritete, enakovredne, ali pa minoritetne glede na gozdarsko rabo. Višji delež negozdarskih rab na gozdnih cestah bo zahteval višje standarde prevoznosti, opreme in vzdrževanja gozdnih cest.

Z raziskavo smo želeli ugotoviti relativno pomembnost posameznih rab gozdnih cest ter njihovo prostorsko razširjenost, s čimer lahko sklepamo na njihovo lokalno pomembnost.

2 METODA DELA

METHODS

Podatke smo pridobili iz večjega števila vzorčnih enot v Sloveniji. Posamezna vzorčna enota je bila omejena na vsaj 300 do 400 ha oz. na celotno površino gozdarskega revirja. Za vsako vzorčno enoto je bila izdelana pregledna karta gozdnih cest. Za vsako gozdno cesto smo dobili podatke o različnih rabah ceste, dolžini gozdne ceste, trajanju posameznih rab v letu, prevoznosti gozdne ceste v letu in rangu posameznih rab. Pri rangiranju rab je bil kot kriterij upoštevan širši pomen posamezne gozdne ceste, njen položaj ter funkcija v sistemu gozdnih cest v gozdnem revirju oz. v gospodarski enoti.

Pri specifikaciji posameznih rab gozdnih cest smo izhajali iz delitve na gozdarsko in negozdarsko (javno) rabo. Rabo gozdnih cest, ki nastaja zaradi gospodarjenja z gozdom (pridobivanje lesa, gojenje gozdov, urejanje gozdov, gradnja in vzdrževanje gozdnih prometnic, strokovni nadzor itd.), smo upoštevali kot eno rabo in ne kot več različnih gozdarskih rab. Po drugi strani smo javno rabo gozdnih cest podrobno členili na rabe, ki nastajajo zaradi:

- ◆ turizma,
- ◆ športa in rekreacije,
- ◆ lova (gre za neprofesionalen lov v okviru lovskih družin),
- ◆ nabiralništva,

- ◆ odpiranja ene ali več kmetij,
- ◆ odpiranja zaselka ali vasi,
- ◆ odpiranja lovskih koč,
- ◆ odpiranja enega ali več vikendov,
- ◆ tranzita (bližnjica med javnimi cestami),
- ◆ ostalih rab gozdnih cest (gojitvena lovišča, vojska, policija, komunala, kmetijstvo, živinoreja itd.).

3 REZULTATI

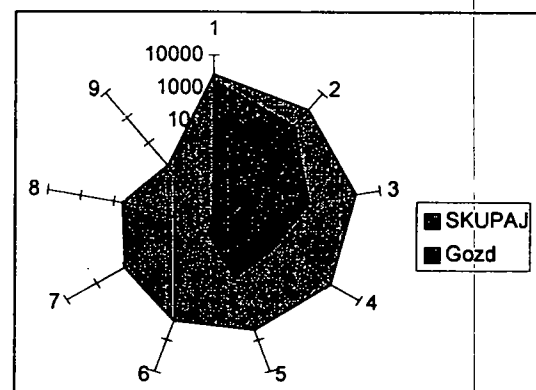
RESULTS

Analizirali smo razmerja dolžin gozdnih cest med posameznimi rabami v odvisnosti od ranga njihove pomembnosti. Rezultate analiz dolžin posameznih rab smo vedno primerjali s skupnimi dolžinami gozdnih cest po posameznih rangih. Tako smo dobili predstavitev pomembnosti posamezne rabe gozdnih cest znotraj enega ranga in pomembnost rabe glede na celoto.

GOZDARSKA RABA

The forestry use

Gozdarska raba se pojavlja v razponu od ranga 1 do 6. Upadanje dolžin z višjim rangom je skokovito; z rangom rabe 4 dolžine padejo pod 10 km, v nižjih rangih so dolžine gozdnih cest samo še simbolične. Pri veliki večini gozdnih cest je gozdarska raba najpomembnejša - ima rang 1 in 2. Na majhnem delu gozdnih cest je gozdarska raba v ozadju evidentiranih rab. To nam kaže izrazito lokalne razmere, kjer neka druga raba izrazito prednjači v svoji pomembnosti. V širšem okviru je gozdarska raba najpomembnejša



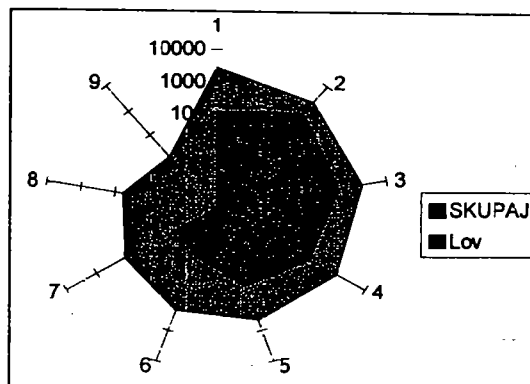
Grafikon 1: Gozdarska raba - analiza dolžin po rangih rabe.

Graph 1: *The forestry use - analysis of lengths by ranks.*

LOVSKA RABA

The use for the needs of hunting

Kumulativa dolžin gozdnih cest, ki jih uporabljajo lovske družine, je v rangi 2 in 3. Dolžine gozdnih cest, kjer je lovska raba najpomembnejša (rang 1) so več kot 10-krat manjše od tistih, kjer je gozdarska raba najpomembnejša. Očitno pripada lovu v okviru lovskih družin drugo mesto po pomembnosti rab, kar sklepamo iz črt, ki sekajo ordinato ranga 2. Nobena druga raba gozdnih cest nima tako izrazitega vrha pri rangi 2 kot lovska. Lovska raba seže do ranga 7, vendar na povsem zanemarljivi dolžini gozdnih cest. Podobno velja tudi za rang rabe 6.



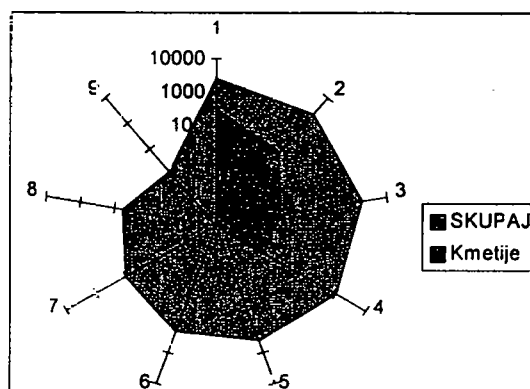
Grafičkon 2: Lovska raba - analiza dolžin po rangih rabe.

Graph 2: *The hunting use - analysis of lengths by ranks.*

ODPIRANJE KMETIJ

The opening of farms

Po obliki je razporeditev dolžin gozdnih cest, ki odpirajo kmetije, podobna gozdarski rabi vendar v precej manjšem obsegu. Največ dolžin gozdnih cest odpade na rang rabe 1 in 2, absolutno ima le nekaj kilometrov gozdnih cest pri tej rabi rang 3 in 4, nižjega sploh nismo evidencialni. Odgovor tiči v odvisnosti življenja posameznih kmetij od gozdnih cest, ki jih odpirajo. Življenje na kmetiji, vsakodnevna povezanost z javnimi prometnicami in dolino imajo prednost pred drugimi rabami gozdnih cest. Precej gozdnih cest je bilo načrtovanih tako, da so odpirale posamezne kmetije. Razumljivo je, da so na takih gozdnih cestah druge rabe relativno manj pomembne.



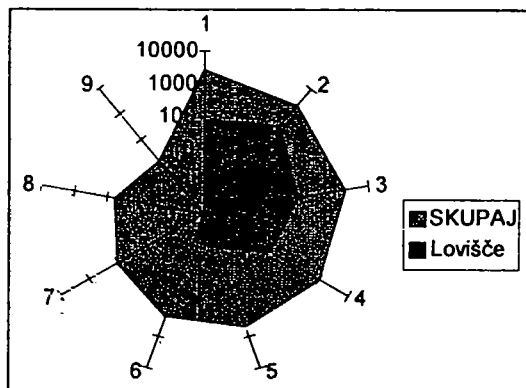
Grafičkon 3: Odpiranje kmetij - analiza dolžin po rangih rabe.

Graph 3: *Opening up of the farms - analysis of lengths by ranks.*

RABA ZA POTREBE GOJITVENIH LOVIŠČ

The use for the needs of game management reserves

Raba gozdnih cest za potrebe gojitvenih lovišč ni zanemarljiva. Res pa je tudi, da je anketa zajela velik del območja na Kočevskem, kjer so gojitvena lovišča in bi morda posplošitev na vso Slovenijo pokazala nesorazmerno veliko pomembnost gojitvenih lovišč. Dolžine so precej enakomerno porazdeljene med prve tri range. Od ranga 4 navzdol dolžine občutno padejo do ranga 8, kjer so gozdne ceste najmanj pomembne za potrebe gojitvenih lovišč. Pri krajših dolžinah po posameznih rangih je potrebna previdnost pri interpretiranju skupnih dolžin, krajših od 10 km. Praviloma gre v takih primerih le za nekaj gozdnih cest, ki imajo izrazit lokalni pomen, kajti drugi predeli take rabe sploh ne poznajo. Vendar v določenih predelih raba za potrebe gojitvenih



Grafičkon 4: Raba za potrebe gojitvenih lovišč - analiza dolžin po rangih rabe.

Graph 4: *Opening up of game management reserves - analysis of lengths by ranks.*

lovišč obstaja in je ponekod zelo pomembna. Na okoli 100 km analiziranih gozdnih cest je raba za potrebe gojitvenih lovišč najpomembnejša raba.

ODPIRANJE VASI

The use for opening up the villages

Raba ima izrazito stopničasto padajoče dolžine po posameznih rangih. Navzgor izstopa najpomembnejši rang, približno enaka, vendar skoraj 10-krat manjša, je dolžina pri rangi 2 in 3, pri rangi 4 je pod 10 km dolžin gozdnih cest. Raba za odpiranje vasi je dolžinsko relativno manj pomembna (glede na gozdarsko rabo npr.), je pa zelo pomembna tam, kjer se pojavi. To pove tudi dejstvo, da je v rangi 2 in 3 le po okoli 10 km gozdnih cest, v rangi 1 pa več kot 100 km. To kaže, da je raba za odpiranje vasi praviloma najpomembnejša, kadar se pojavlja. Življenje vasi je vsakodnevno povezano z odhajanjem v dolino (šola, zaposlitev, trgovine itd.), kar vse ostale rabe gozdnih cest potisne na nižja mesta. Raba odpiranja vasi do določene mere pogojuje tudi druge rabe gozdnih cest - v smislu njihovega pospeševanja ali zaviranja.

TRANZITNA RABA

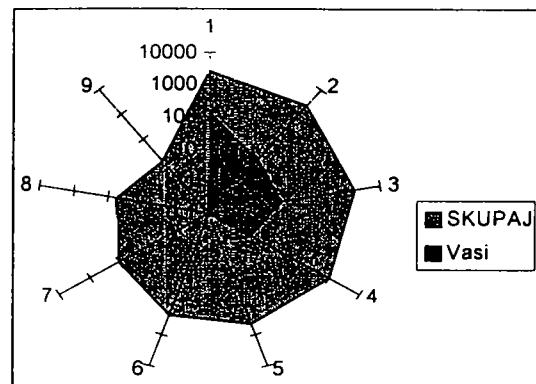
The use for the needs of transit

Tranzitna raba gozdnih cest je med najbolj razpršenimi po svoji pomembnosti. Iz tega sklepamo, da gozdne ceste do neke mere (ugodne vremenske razmere, prevoznost gozdnih cest) opravljajo tranzitno funkcijo. Od ranga 1 do 4 se skupna dolžina gozdnih cest zelo malo spreminja. Določene gozdne ceste opravljajo edino racionalno tranzitno povezavo med urbanimi kraji (rang 1 do 4). Druge obstajajo kot alternativa drugim tranzitnim povezavam in niso eksistenčnega pomena. Prvi štiri rangi so si po dolžini podobni zato, ker tranzitna raba uporablja predvsem glavne izvozne ceste, kjer so pomembne tudi druge rabe. V takih primerih gre bolj za subjektivni občutek pri odločanju, katere od rab gozdnih cest so pomembnejše.

RABA ZA POTREBE TURIZMA

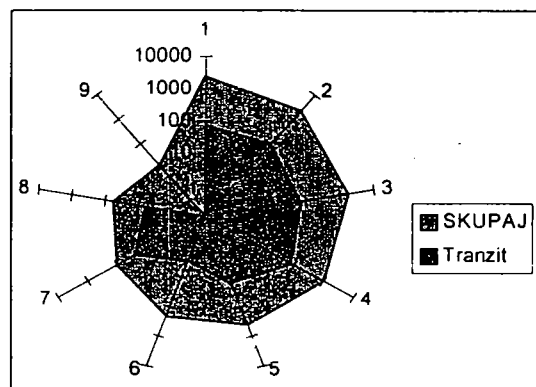
The use for the needs of tourism

Turistična raba je proporcionalno po vseh rangih enakomerno zastopana, razen v najvišjih. To je razumljivo, ker v najvišjih rangih prednjačijo druge rabe (npr. gozdarska). Razpršenost rabe za potrebe turizma seže do ranga 8. Sklepamo,



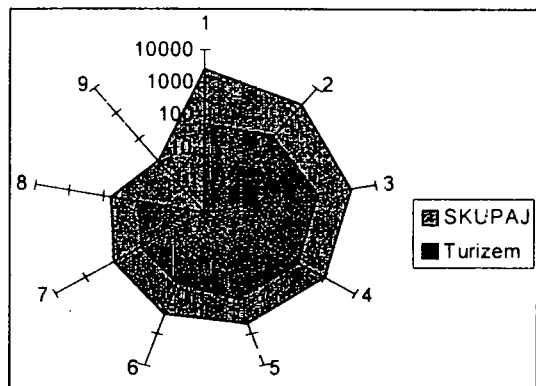
Grafikon 5: Odpiranje vasi - analiza dolžin po rangih rabe.

Graph 5: Opening up of the villages - analysis of lengths by ranks.



Grafikon 6: Tranzitna raba - analiza dolžin po rangih rabe.

Graph 6: The transit use - analysis of lengths by ranks.



Grafikon 7: Raba za potrebe turizma - analiza dolžin po rangih rabe.

Graph 7: The touristic use - analysis of lengths by ranks.

da se raba za potrebe turizma pojavlja na tistih gozdnih cestah, ki so z rabami gozdnih cest zelo bogate - z drugimi besedami so to prometno bolj obremenjene gozdne ceste.

RABA ZA POTREBE ŠPORTA IN REKREACIJE

The use for the needs of sports and recreation

Porazdelitev dolžin gozdnih cest po posameznih rangih pomembnosti je po obliki in vsebini zelo podobna rabi za potrebe turizma. Tudi v resnici je težko potegniti črto med turizmom, športom in rekreacijo, ker se rabe marsikdaj prepletajo med seboj. Obdelavo bi bilo možno izvesti tako, da bi rabe zaradi turizma, športa in rekreacije obdelali kot eno skupino. Vendar smo se zaradi nekaterih vsebinskih razlik med obema rabama odločili za ločeno analizo. Turizem ni nujno povezan s fizično aktivnostjo obiskovalcev, medtem ko je to za šport in rekreacijo pravilo. Kljub vsemu obe rabi predstavljata pomembno rabo gozdnih cest, ki smo jo evidentirali na večini analiziranih cest.

ODPIRANJE VIKENDOV

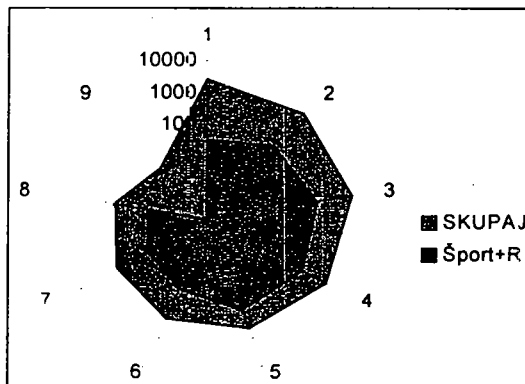
The opening of weekend cottages

V slovenskih gozdovih je očitno kar precej počitniških hišic. Raba gozdnih cest za odpiranje vikendov ima zelo širok spekter relativne pomembnosti. Je ena redkih rab gozdnih cest, ki se pojavlja od najbolj do najmanj pomembne, s tem da se tudi dolžine gozdnih cest po posameznih rangih le počasi zmanjšujejo z nižjim rangom. Iz tega sklepamo, da se območja z vikendi držijo gozdnih cest z več različnimi rabami. Razlaga je lahko v tem, da so gozdne ceste, ki zadovoljujejo potrebe različnih rab tudi bolj vzdrževane in dalj časa prevozne.

POLICIJSKA RABA

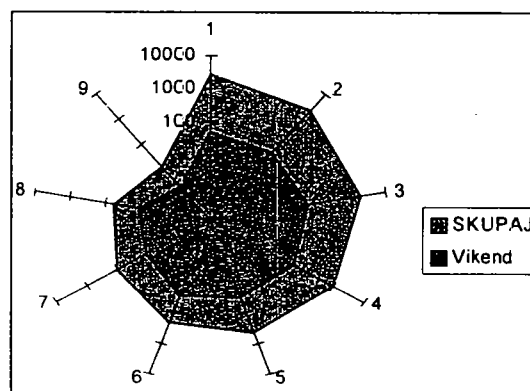
The use for the needs of the police force

Raba gozdnih cest za potrebe policije je izrazito lokalna in omejena na določena območja. V analizi so bili zajeti gozdni predeli Kočevske, pa tudi precej takih, ki mejijo na Hrvaško in Avstrijo. Tako se v analizi pojavljata dve različni rabi v okviru policijske rabe. Na eni strani gre za vadbeni prostor, na drugi za izvajanje varovanja zelene meje. Prav na tem primeru že imo opozoriti na spreminjanje pomembnosti in splah



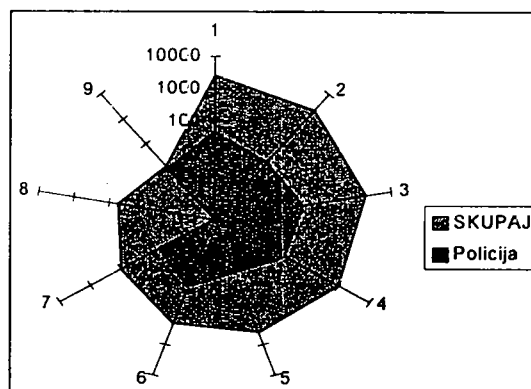
Grafikon 8: Raba za potrebe športa in rekreacije - analiza dolžin po rangih rabe.

Graph 8: *The use of sport and recreation - analysis of lengths by ranks.*



Grafikon 9: Odpiranje vikendov - analiza dolžin po rangih rabe.

Graph 9: *Opening up of the weekend cottages - analysis of lengths by ranks.*



Grafikon 10: Policijska raba - analiza dolžin po rangih rabe.

Graph 10: *The police use - analysis of lengths by ranks.*

pojavljanje rab gozdnih cest. Vzpostavitev državne meje s Hrvaško je povzročila nastanek nove rabe - nadzor meje. Pred tem je bila policija na gozdnih cestah omejena le na vadbene prostore. Z novimi razmerami se pojavljajo nove potrebe in gozdne ceste dobivajo drugačen pomen, pomembnost rab gozdnih cest se spremeni. Raba gozdnih cest za potrebe policije zajema relativno malo gozdnih cest. Pomembnost rabe je razpršena od najbolj do najmanj pomembne. Na določenih predelih gre za stalno in zelo poudarjeno rabo, drugje le za občasne rabe. V konkretnem primeru je pomembnost rabe za potrebe policije odvisna od varnostne občutljivosti določenega območja.

ODPIRANJE LOVSKIH KOČ

The opening of hunting cottages

Tudi odpiranje lovske koče je ena izmed tistih rab gozdnih cest, ki so se pojavljale na vseh analiziranih območjih. Pomembnost rabe je precej razpršena - od najbolj do najmanj pomembne. Dolžine gozdnih cest, kjer smo evidentirali to rabo, se z nižjim rangom zmanjšujejo. Značilen je skok v najnižjem rang, ki zajame skoraj vso dolžino vseh gozdnih cest v (devetem) rang. Spet lahko sklepamo, da se občutno število lovske koče pojavlja ob gozdnih cestah z več rabami

RABA ZA POTREBE NABIRALNIŠTVA

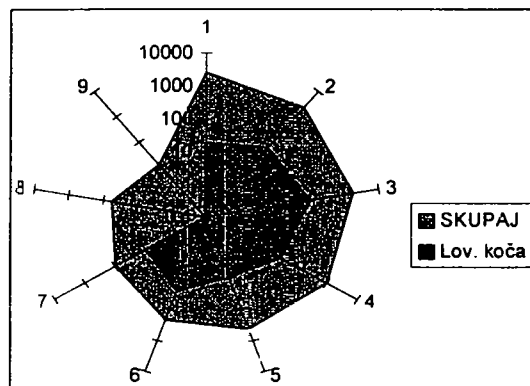
The use for purposes of gathering

Pojav rabe gozdnih cest za potrebe nabiralništva je v kulminaciji od ranga 3 do 6, kjer predstavlja pomemben delež dolžin glede na skupne dolžine gozdnih cest posameznih rangov. Raba je intenzivna tudi pri najnižjih rangih. Pomembnost rabe (sodeč po dolžinah gozdnih cest) lahko zavaja, če ne poznamo letnega trajanja določene rabe. Izkušnje govorijo, da je nabiralništvo v kratkem obdobju leta intenzivno; večji del leta pa ga sploh ni. Zato je treba vsako rabo gozdnih cest pogledati še skozi časovno prizmo - kako se intenziteta neke rabe spreminja med letom.

RABA ZA POTREBE VOJSKE

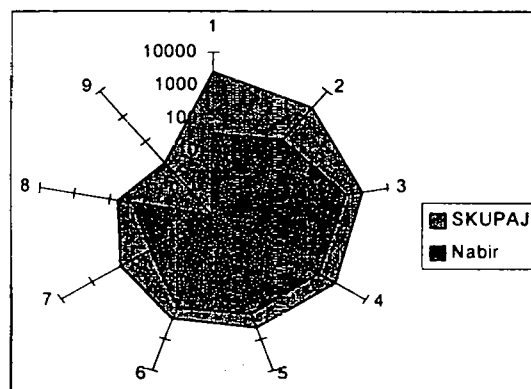
The use for the needs of the army

Raba gozdnih cest za potrebe vojske je značilnost posameznih predelov in ni splošna. Evidentirali smo predvsem dostopne ceste do



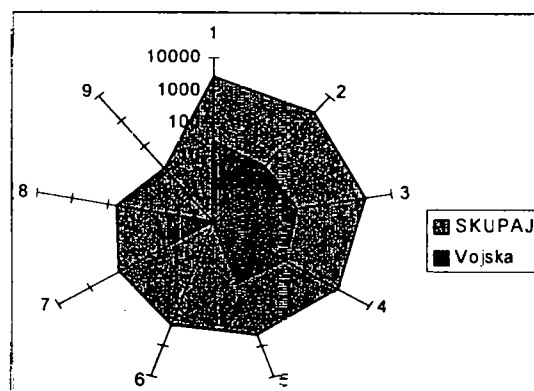
Grafikon 11: Odpiranje lovske koče - analiza dolžin po rangih rabe.

Graph 11: Opening up of the hunting cottages - analysis of lengths by rank.



Grafikon 12: Raba za potrebe nabiralništva - analiza dolžin po rangih rabe.

Graph 12: The use of gathering - analysis of lengths by ranks.



Grafikon 13: Raba za potrebe vojske - analiza dolžin po rangih rabe.

Graph 13: The military use - analysis of lengths by ranks.

vojaških poligonov in skladišč. Raba gozdnih cest za potrebe vojske se je pojavljala do ranga 5, v nižjih rangih le v nepomembnih dolžinah. Pojavljanje dolžin gozdnih cest z rabo za potrebe vojske je v sorazmerju s skupnimi dolžinami gozdnih cest v posameznih rangih. To nam kaže vzporednost črt, ki predstavljajo dolžine gozdnih cest z vojaško rabo in skupne dolžine gozdnih cest v prvih petih rangih. V posameznih gozdnih predelih ima raba gozdnih cest za potrebe vojske izrazito prioriteto pred drugimi rabami; nasprotno je v nekaterih predelih sploh ni. Situacija je podobna kot pri rabi gozdnih cest za potrebe policije, vendar je raba za potrebe vojske stalno prisotna samo na določenih površinah (poligoni), kjer je intenzivnejša - to kaže manjša razpršenost pomembnosti rabe in kulminacija dolžin gozdnih cest od ranga 1 do 4.

RABA ZA POTREBE KMETIJSTVA

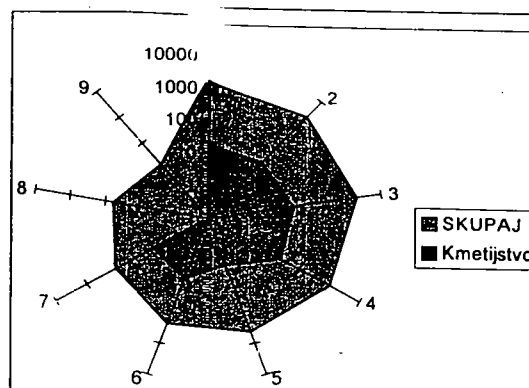
The use for the needs of agriculture

Tudi kmetijstvo spada med uporabnike gozdnih cest. Od ranga 1 do 4 so dolžine gozdnih cest, ki jih uporablja kmetijstvo v sorazmerju do skupnih dolžin gozdnih cest v posameznih rangih. Kmetijstvo sodi med manj intenzivne rabe gozdnih cest. Je v podobnem položaju kot npr. nabiralništvo, ker je z rabo gozdnih cest vezano na določen letni čas in razen izjem (mlekarstvo npr.) raba gozdnih cest ni celoletna.

ODPIRANJE PLANINSKIH KOČ

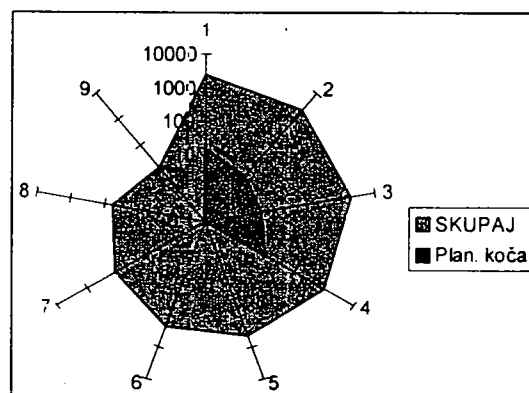
The opening of mountain cottages

Gozdne ceste vodijo tudi do planinskih koč. Dolžine gozdnih cest z rabo za odpiranje planinskih koč po dolžini ne predstavljajo veliko. Zanimivo je, da je rabi pripisana precejšnja pomembnost - najnižji evidentirani rang rabe je samo 4. Gozdne ceste odpirajo malo planinskih koč, kadar jih, je ta raba izrazita in prednostna. Del odgovora na visoko pomembnost te rabe je v tem, da so bile gozdne ceste načrtovane, da so služile tudi drugim in ne samo gozdarskim potrebam. Tako je nekaj gozdnih cest očitno bilo zgrajeno tudi z upoštevanjem prednostnega odpiranja planinskih koč. V večini primerov gre za odcepe od glavnih smeri gozdnih cest.



Grafikon 14: Raba za potrebe kmetijstva - analiza dolžin po rangih rabe.

Graph 14: *The agriculture use - analysis of lengths by ranks.*



Grafikon 15: Odpiranje planinskih koč - analiza dolžin po rangih rabe.

Graph 15: *Opening up of the mountain cottages - analysis of lengths by ranks.*

4 SKLEP

CONCLUSION

Analiziranim rabam gozdnih cest je skupno, da so vse neke najpomembnejše, seveda v različnem obsegu. Glede na relativno pomembnost in intenzivnost rab gozdnih cest bo treba gozdne ceste usposobiti za varen promet. Intenziven negozdarski promet zahteva boljše in kvalitetnejše prometne razmere kot npr. malo intenziven gozdarski promet. Takim zahtevam morajo biti prilagojeni tehnični elementi gozdnih cest, prometna signalizacija in oprema, vzdrževanje in raba gozdnih cest. Z raziskavo smo ugotovili prostorsko razsežnost in relativno pomembnost različnih rab gozdnih cest, kar bo v pomoč pri njihovi kategorizaciji.



5 POVZETEK

SUMMARY

Gozdne ceste poleg proizvodnih nalog opravljajo tudi vrsto neproizvodnih nalog, ki so z gozdom v tesni zvezi, nekatere pa tudi ne. Z raziskavo smo želeli ugotoviti katere so najpomembnejše rabe gozdnih cest, njihovo razširjenost ter njihovo relativno pomembnost. V ta namen smo z 80 vzorci analizirali 15 najpomembnejših rab gozdnih cest na 1/6 vseh gozdnih cest v Sloveniji.

Gozdarska raba gozdnih cest je v povprečju najpomembnejša s kulminacijo dolžin gozdnih cest pri rangi 1; z nižjimi rangi se dolžine gozdnih cest skokovito zmanjšujejo. Lovska raba gozdnih cest po dolžini kulminira med rangoma 2 in 3. Najpomembnejša je na 10-krat krajših dolžinah gozdnih cest kot gozdarska raba. Odpiranje kmetij je prostorsko manj obsežna raba, kjer pa se pojavlja, je praviloma najpomembnejša. Raba za odpiranje gojitvenih lovišč je lokalno lahko zelo pomembna, v povprečju pa je druga najpomembnejša raba. Raba za odpiranje vasi je prostorsko omejena, vendar ima tam absolutno prioriteto pred drugimi rabami gozdnih cest. Tranzitna raba gozdnih cest je enakomerno zastopana od ranga 1 do ranga 4, kar kaže na njeno razpršenost. Raba za potrebe turizma nima izrazite kulminacije; sklepamo, da se pojavlja na gozdnih cestah z več rabami. Raba za potrebe športa in rekreacije je po pojavljanju podobna rabi za potrebe turizma. Raba za odpiranje vikendov se pojavlja od najbolj do najmanj pomembne na relativno kratkih dolžinah gozdnih cest. Policijska raba gozdnih cest je različno lokalno pomembna. Raba za odpiranje lovskih koč je prostorsko manj prisotna s spremenljivo pomembnostjo. Raba za potrebe nabiralništva je zelo razširjena s kulminacijo med rangi 3 in 6 - na gozdnih cestah z več različnimi rabami. Raba za potrebe vojske je prostorsko manj pomembna, brez izrazite kulminacije relativne pomembnosti. Raba za potrebe kmetijstva ima sezonski značaj ter je manj intenzivna in razširjena kot druge rabe gozdnih cest. Posebnost je še raba za odpiranje planinskih koč v simboličnem obsegu.

Glede na relativno pomembnost in intenzivnost rab gozdnih cest jih bo treba usposobiti za varen promet. Zahtevam prometa morajo biti prilagojeni tehnični elementi gozdnih cest, prometna signalizacija in oprema, vzdrževanje in raba gozdnih cest, kar bo v pomoč pri njihovi kategorizaciji.

6 SUMMARY

Forest roads maintain many non-productive tasks concerning forests, beside productive tasks. The research objectives were to find out which are the most important uses of the forest roads, their extension and relative importance. Therefore we analyzed 15 the most important uses of the forest roads on the 1/6 of forest roads in Slovenia.

The forestry use of the forest roads is the most important on an average with the culmination of the lengths of the forest roads at rank 1. The lengths decrease rapidly by lower ranks. The hunting use culminates between ranks 2 and 3. It is as important on 1/10 of the forest roads as the forestry use. Opening up of farms is less extensive, but it is the most important by the rule, where presented. Opening up of wildlife reserves could be locally very important, on average it stands as the second most important use. Opening up of farms is less extended use of the forest roads, but it is the most important where presented. The transit use of the forest roads is uniformly presented from rank 1 to rank 4, which shows its dispersion. The use of tourism is presented on the forest roads loaded by many different uses of forest roads. The same is valid for the use of sport and recreation. Opening up of cottages is presented on minor lengths of the forest roads inside the wide range of relative importance. The police use of the forest roads is locally important. Opening up of hunting cottages is less extensive with the variable relative importance. The gathering is widely presented use of the forest roads loaded by many different uses (ranks 3 to 6). The military use is less extended with no significant culmination of relative importance. The agriculture use is seasonal and it is less extended as the other uses of the forest roads. Opening up of the mountain cottages is like a particularity with the symbolic extension.

Forest roads, regarding their relative importance and intensity of uses, should maintain safety traffic. Technical specifications, signalization, maintenance and way of use of the forest roads should fit the traffic, which will be useful concerning the categorization of the forest roads.

7 VIRI*REFERENCES*

- Dietz, P. / Knigge, W. / Loeffler, H., 1984. Walderschliessung.- Verlag Paul Parey, Hamburg, 426 s.
- Kuonen, V., 1983. Wald und Güterstrassen.- Pfaffhausen, s. 743.

Potočnik, I., 1993. - Ekonomski vidiki vzdrževanja gozdnih cest.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 41, s. 155 - 171.

Potočnik, I., 1996. Mnogonamenska raba gozdnih cest kot kriterij za njihovo kategorizacijo.- Doktorska disertacija, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, XV+241 s.

*** 1996. Program razvoja gozdov v Sloveniji.- Ur.l. R Slovenije, 14, s. 981 - 994.

Mnogonamenska raba gozdnih cest in njihova kategorizacija

dr. Igor Potočnik, dipl.ing.gozd.

Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana

Povzetek

Gozdne ceste so namenjene predvsem gospodarjenju z gozdom, uporabljajo pa jih tudi negozdarski uporabniki. Poudarjene določene rabe gozdnih cest vplivajo na potrebno kvaliteto vzdrževanja, opreme in rabe gozdnih cest. Gozdarska raba gozdnih cest je najpomembnejša izmed vseh analiziranih rab in predstavlja 40% skupne rabe gozdnih cest. Sledita ji lovska raba gozdnih cest (17%) in raba odpiranja kmetij (13%). Na glavnih izvoznih cestah in njihovih prvih odcepih je 2/3 skupne rabe gozdnih cest. Prometno najmanj obremenjeni so tretji in četrti odcepi gozdnih cest. Z analizo prevoznosti gozdnih cest smo upoštevali lokalne značilnosti, ki odločilno vplivajo na pomembnost določene rabe. Večina rab gozdnih cest izkorišča 50 do 70% njihove razpoložljive prevoznosti. Na osnovi izkoriščene prevoznosti gozdnih cest smo rabe gozdnih cest združili v tri osnovne kategorije. Kategorije gozdnih cest s poudarjenim negozdarskim prometom naj bi zadovoljile strožje kriterije, kot gozdne ceste z manj intenzivnim in predvsem gozdarskim prometom.

Summary

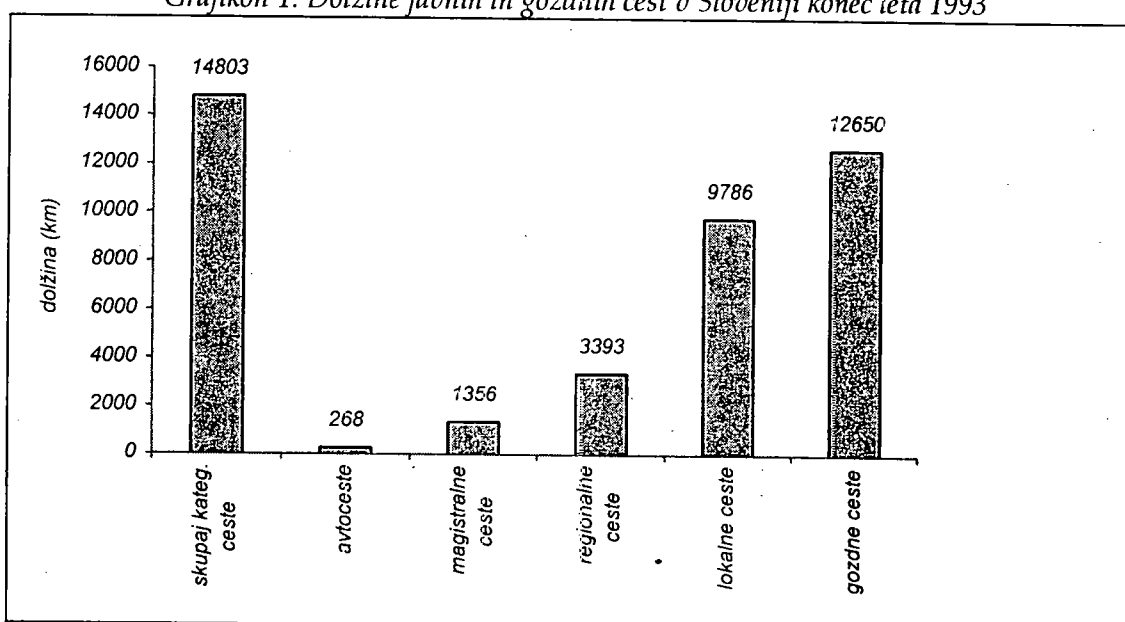
Forest roads are destined for forest management, but they are also used by the non-forestry users. Stressed uses of the forest roads have influence to the quality of their maintenance, equipment and rules of their use. The forestry use of the forest roads is the most important and represents 40% of the total use of the forest roads. It is followed by the hunting (17%) and opening up of the farms (13%). On the main forest roads and their 1st turnings there is 2/3 of the total use of the forest roads. The least traffic load have turnings of the 3rd and 4th level. The local characteristics were taken into account by the analysis of the transportability of the forest roads. The majority of the uses of the forest roads exploit 50% to 70% of available transportability. On the basis of the level of exploited transportability we joined the uses of the forest roads into 3 groups. The categories with important non-forestry traffic should fit higher demands as the forest roads with intensive and mostly forestry traffic.

1. Uvod

Ceste so rdeča nit v razvoju človeštva. Že stare kulture so se zavedale pomembnosti dobrih prometnih povezav iz vojaških in trgovskih razlogov. Na slovenskem ozemlju prve prave cestne povezave izhajajo iz rimskih časov. Gozd je predstavljal energetski vir, kar se je še posebej izkazalo od 14. stoletja dalje z nastankom rudarskih in železarskih obratov. Tudi steklarstvo je pustilo neizbrisen pečat v slovenskih gozdovih. Pravo revolucijo pa je prinesel parni stroj, ki je vodne žage preselil bliže bogatim gozdovom. Les je postajal

iskano blago, pri čemer mu je pomagala tudi železniška povezava med Trstom in Ljubljano iz leta 1849. Prve zapise o gozdnih cestah na naših tleh najdemo konec 19. stoletja in sicer o cestah v Trnovskem gozdu. Sem sežejo tudi prvi začetki načrtovanja gozdnih cest. Po drugi svetovni vojni so motorna vozila začela nadomeščati živinsko vprego in železnico. Novega načinu transporta lesa so bile prilagajene tudi gozdne ceste. Pravo odpiranje slovenskih gozdov pa se je začelo z uvajanjem strojne gradnje gozdnih cest.

Grafikon 1: Dolžine javnih in gozdnih cest v Sloveniji konec leta 1993



Gozdne ceste v Sloveniji predstavljajo pomemben del cestnega omrežja. Konec leta 1993 je bilo v Sloveniji 14.803 km javnih (kategoriziranih) cest (Statistični letopis Republike Slovenije 1994) in 12.650 km gozdnih cest (DOBRE 1994).

Javne ceste predstavljajo osnovno prometno mrežo, ki jo gozdne ceste izdatno dopolnjujejo ne samo za potrebe gozdarstva, ampak tudi za družbene potrebe po kvalitetnem opravljanju socialnih in ekoloških funkcij gozda. Med javnimi cestami je bilo konec leta 1993 največ lokalnih cest (66.1%), najmanj pa avtocest (1.8%). Magistralnih cest je bilo 9.2%, regionalnih 22.9%. Gozdne ceste so konec leta 1993 predstavljale 46% dolžine skupnega omrežja javnih in gozdnih cest, javnih cest je bilo 17% več kot gozdnih cest. Gozdne ceste po dolžinah presegajo vsa-

ko posamezno kategorijo javnih cest v Sloveniji.

Za gospodarjenje z gozdovi so gozdne prometnice nujno potrebne, gozdne ceste pa še posebej, ker predstavljajo osnovo za povezovanje drugih prometnic v gozdu. Promet na gozdnih cestah nastaja zaradi:

- ◆ gospodarjenja z gozdom, kar je temeljna naloga gozdnih cest,
- ◆ drugih uporabnikov gozdnega prostora (lovstvo, živinoreja, nabiralništvo, rekreacija, turizem, izletništvo, planinstvo itd.),
- ◆ prometa, ki poteka skozi gozdni prostor, nanj pa ni neposredno vezan (odpiranje kmetij, zaselkov, vasi, lovskih koč itd.).

Prometno bolj obremenjene gozdne ceste morajo zadostiti zahtevnejšim pogojem glede kvalitete, vzdrževanja, prevoznosti

in opreme. Prometno manj obremenjene gozdne ceste pa so lahko preprostejše.

Z družbenim razvojem se krepijo zahteve po socialnih in ekoloških funkcijah gozdov. Tem zahtevam morajo biti prilagojene tudi gozdne ceste, ker opravljajo vrsto neproizvodnih nalog, ki so posledica sodobnega načina življenja, bega od industrializacije, hrupa in smradu. Posledice teh teženj se odražajo v povečanem prometu na gozdnih cestah. Prometno bolj obremenjene gozdne ceste je treba dodatno usposobiti za povečan promet. Seveda pritisk negozdarskih uporabnikov gozdnih cest ne bo povsod enak. Večji delež negozdarskih rab gozdnih cest zahteva višje standarde prevoznosti, opreme in vzdrževanja. Po drugi strani pomembnejša gozdarska raba gozdnih cest pogojuje manjšo potrebno kvaliteto gozdnih cest. Zato je treba izdelati tako kategorizacijo gozdnih cest, ki bo kot kriterij upoštevala tudi njihovo rabo. Na tej osnovi bo treba posameznim kategorijam gozdnih cest predpisati standarde vzdrževanja, opreme in rabe gozdnih cest.

2. Rezultati

2.1 Raba gozdnih cest

Analizirali smo 15 najpomembnejših rab gozdnih cest:

1. gozdarska raba	2. odpiranje vasi
3. lovska raba	4. odpiranje vikendov
5. odpiranje kmetij	6. odpiranje lovskih koč
7. odpiranje gojitvenih lovišč	8. odpiranje planinskih koč
9. tranzitna raba	10. raba za potrebe turizma
11. raba za potrebe policije	12. raba za potrebe kmetijstva.
13. raba za potrebe vojske	14. raba za potrebe nabiralništva
15. raba za potrebe športa in rekreacije	

Po analizi deleža posameznih rab gozdnih cest v njihovi skupni rabi ugotovimo, da povsem izstopa gozdarska raba. Na glavnih izvoznih gozdnih cestah je njen delež 16 %, na prvih odcepih gozdnih cest pa 12 %. Pomembnejše rabe so še: lovska raba, raba odpiranja kmetij na glavnih izvoznih cestah in prvih odcepih gozdnih cest ter lovska raba na samostojnih krakih. Prometno najbolj obremenjene so glavne izvozne ceste in prvi odcepi gozdnih cest, kjer poteka 2/3 vseh rab gozdnih cest.

Preglednica 1: Delež posameznih rab gozdnih cest v skupni rabi gozdnih cest

RABA GOZDNIH CEST	Glavna izvozna cesta (%)	Prvi odcep (%)	Drugi odcep (%)	Tretji odcep (%)	Četrti odcep (%)	Samostojni krak (%)	Tranzitna gozdna cesta (%)	SKUPAJ (%)
Gozd	15.90	4.30	4.10	0.53	0.07	4.71	2.47	40.08
Lov	5.98	5.36	1.72	0.33	0.00	2.61	0.77	16.76
Kmetije	6.79	2.59	1.14	0.17	0.12	1.05	0.87	12.74
Lovišče	1.49	2.86	1.84	0.04	0.00	0.34	0.24	6.41
Vasi	2.39	0.57	0.15	0.00	0.00	0.93	0.95	5.11
Tranzit	1.10	1.49	0.25	0.05	0.00	0.00	1.00	3.89
Turizem	2.05	0.42	0.38	0.11	0.00	0.25	0.17	3.37
Sport+R	1.63	0.26	0.12	0.13	0.02	0.17	0.16	2.48
Vikend	1.00	0.54	0.04	0.02	0.06	0.53	0.02	2.21
Policija	0.39	0.47	0.46	0.18	0.00	0.19	0.11	1.79
Lov. koč	0.80	0.51	0.06	0.00	0.00	0.01	0.11	1.60
Nabir	0.46	0.28	0.12	0.00	0.02	0.17	0.14	1.19
Vojska	0.42	0.26	0.20	0.09	0.00	0.33	0.00	1.30
Kmetijstvo	0.18	0.19	0.07	0.01	0.00	0.10	0.02	0.57
Plan. koč	0.26	0.17	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.48
SKUPAJ	40.83	28.08	10.69	1.69	0.28	11.39	7.04	100.00

Legenda: delež pomembnosti

> 15%	> 10% - 15%	> 7.5% - 10%	> 5% - 7.5%	> 2.5% - 5%	> 0.5% - 2.5%	=< 0.5%
-------	-------------	--------------	-------------	-------------	---------------	---------

2.2 Prevoznost in izkoriščenost prevoznosti gozdnih cest

Trajanje posameznih rab kaže časovno pomembnost rabe. Rabi za odpiranje kmetij in vasi trajata vse leto. Okoli 200 dni letno trajajo gozdarska in lovska raba, odpiranje lovske koč in vikendov, tranzitna policijska in vojaška raba. Okoli 150 dni letno trajajo turistična raba, športna in rekreativna raba ter raba odpiranja gojitvenih lovišč. Izrazito sezonski sta kmetijska raba in nabiralništvo, ki trajata manj kot tri mesece letno.

Posebno pozornost smo namenili proučevanju izkoriščenosti prevoznosti gozdnih cest. Tako lahko v širšem okviru primerjamo lokalno pomembnost posameznih rab. V povprečju večina rab izkorišča prevoznost gozdnih cest med 50 % in 70 %. Najvišje izkoristke prevoznosti gozdnih cest imata rabi za odpiranje kmetij in vasi.

Glavna izvozna cesta

Prevoznost v celoti izkoriščata rabi za odpiranje kmetij in vasi. S 3/4 izkoriščenostjo sledijo gozdarska, lovska in policijska raba. Približno 2/3 prevoznosti izkoristijo turistična in tranzitna raba ter rabi za odpiranje vikendov in lovskih koč. Prevoznost polovično izkoriščajo športna in rekreacijska ter vojaška raba in raba za odpiranje gojitvenih lovišč. Kmetijska raba in nabiralništvo izkoriščata prevoznost tretjinsko.

Prvi odcep gozdne ceste

Rabi za odpiranje kmetij in vasi popolno izkoriščata prevoznost prvih odcepov. Kmetijska in nabiralniška raba izkoriščata 1/4 prevoznosti. Za večino rab velja, da je prevoznost prvih odcepov slabše izkoriščena v primerjavi z glavnimi izvoznimi cestami.

Drugi odcep gozdne ceste

Stopnja izkoriščene prevoznosti se za večino rab le malo razlikuje od prvih odcepov. Rabi za odpiranje kmetij in vasi

najpopolneje izkoriščata prevoznost drugih odcepov gozdnih cest. 2/3 izkoriščene prevoznosti smo ugotovili pri gozdarski, lovski, tranzitni, policijski in vojaški rabi ter rabi za odpiranje gojitvenih lovišč.

Tretji odcep gozdne ceste

Na eni strani so rabe, ki popolnoma izkoriščajo prevoznost (odpiranje kmetij in planinskih koč ter vojaška in policijska raba). Na drugi strani so rabe, katerih stopnje izkoriščene prevoznosti vztrajno padajo (npr. gozdarska, lovska, nabiralniška raba).

Četrti odcep gozdne ceste

Značilna je odsotnost večine rab. Kljub temu rabi odpiranja kmetij in vikendov popolnoma izrabljata razpoložljivo prevoznost.

Samostojni krak

Prevoznost dobro izrabljajo rabe za odpiranje kmetij in vasi ter vojaška raba, najslabše pa kmetijska in nabiralniška raba. Čez polovico prevoznosti izrabljajo policijska, vikendaška, lovska, turistična in gozdarska raba ter raba odpiranja lovske koč.

Tranzitna gozdna cesta

Večina rab izkorišča prevoznost med 1/2 in 2/3. Navzgor izstopa raba za odpiranje lovskih koč, na dnu je nabiralniška raba z izrabo 1/5 razpoložljive prevoznosti.

2.3. Kategorizacija gozdnih cest

Za posamezne najpomembnejše analizirane rabe smo zbrali podatke o dolžinah gozdnih cest, trajanju rabe, trajanju prevoznosti in izkoriščenosti prevoznosti gozdnih cest. Na tej osnovi smo razvrstili rabe v 4 skupine:

- ♦ v prvi skupini so rabe, ki najbolje izkoriščajo prevoznost gozdnih cest (praktično okoli 100%); tu sta rabi za odpiranje vasi in kmetij; skupina

predstavlja 10.7% vseh analiziranih gozdnih cest,

- ♦ v drugi skupini so rabe, ki prevoznost izkoriščajo več kot 75%; tu so rabe za odpiranje planinskih koč, vikendov in lovskih koč ter vojaška, policijska in tranzitna raba gozdnih cest; skupina predstavlja 9.8% analiziranih gozdnih cest,
- ♦ v tretji skupini so rabe, ki prevoznost gozdnih cest izkoriščajo okoli 60%; tu so gozdarska, lovska, turistična, športna in rekreativna raba ter raba za odpiranje gojitvenih lovišč; skupina predstavlja 75.5% analiziranih dolžin gozdnih cest,
- ♦ v četrti skupini so rabe, ki prevoznost izkoriščajo manj kot 50%; tu sta kmetijska raba in nabiralništvo; skupina predstavlja 4% analiziranih dolžin gozdnih cest.

Ker mora kategorizacija gozdnih cest ustrezati tudi določilom zakona o gozdovih, smo združili rabe v tri skupine. Rezultat je prikazan v preglednici 2.

Posamezne kategorije gozdnih cest morajo zadostiti specifičnim zahtevam glede tehničnih elementov, standardov vzdrževanja in opreme. Gozdne ceste s

poudarjenim negozdarskim prometom morajo zadostiti drugačnim (višjim) standardom kot tiste s poudarjeno gozdarsko rabo, gozdne ceste s pretežno gozdarsko in manj intenzivno rabo pa so lahko do neke mere preprostejše. Detajlna obdelava tega področja je povezana z materialnimi možnostmi za njihovo realizacijo.

3. Zaključek

Rezultati raziskave kažejo željeno stanje na področju gozdnih cest v Sloveniji. Realnost je seveda manj naklonjena poti do cilja. Težave bodo pri prenosu upravljanja gozdnih cest na lokalne skupnosti, težave so že pri financiranju vzdrževanja itd. Dejstvo je, da gozdarstvo samo finančno ne bo zmoglo povečanih zahtev do gozdnih cest. Nujno bo treba najti način dodatnega financiranja vzdrževanja in opreme gozdnih cest, ki so nad standardom za gozdarsko rabo gozdnih cest. V nasprotnem primeru se bo kvaliteta gozdnih cest v smislu prevoznosti in varnosti lahko nevarno zmanjšala.

Preglednica 2: Zadržene rabe gozdnih cest

Raba GC	Dolžina GC (km)	Izkoriščenost prevoznosti GC (%)
Vasi	3.0%	100.8%
Kmetije	7.7%	99.1%
Tranzit	3.5%	89.2%
Plan. koč	0.4%	87.9%
Vojaška	1.6%	93.1%
Policijska	0.9%	83.6%
Koč	2.0%	73.2%
Plan. koč	1.6%	74.7%
Lov	13.2%	67.5%
Športna	3.5%	67.4%
Rekreativna	2.3%	60.1%
Lovišče	8.2%	57.7%
Športna	0.9%	43.2%
Vojaška	3.1%	51.0%
Gozdarstvo	42.3%	65.3%

SKUPAJ		
Kategorija 1	14.6	Izrazita javna raba, visoka izkoriščenost prevoznosti, prevzamejo jih lokalne skupnosti
Kategorija 2	116.2	Pomembna javna raba, variabilna izkoriščenost prevoznosti gozdnih cest
Kategorija 3	69.2	Izrazita raba za gospodarjenje z gozdom (vključno z gospodarjenjem s prostoživečimi živalmi), kateri so podrejene vse ostale rabe gozdnih cest

Viri in literatura

- DOBRE, A., 1994. Gozdne prometnice.- Skeletno študijsko gradivo, Biotehniška fakulteta Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 70 s.
- DOBRE, A., 1989. Putevi za prijevoz drva u Sloveniji i njihovo prometno opterećenje.- Mehani-zacija šumarstva, 7-8, s. 135 - 139.
- KUONEN, V., 1983. Wald und Güterstrassen.- Pfaffhausen, s. 743.
- POTOČNIK, I., 1994. Periodično vzdrževanje gozdnih cest.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 44, 1994, s. 107 - 124.
- POTOČNIK, I., 1996. Mnogonamenska raba gozdnih cest kot kriterij za njihovo kategoriza-cijo.- Doktorska disertacija, Biotehniška fakul-teta Ljubljana, XV+241 s.
- 1994. Program trajnostnega razvoja gozdov v Sloveniji.- Poročevalec DZ R Slovenije, 20, s. 55 - 65.
- 1994. Statistični letopis Republike Slovenije 1994.- Zavod Republike Slovenije za statistiko, Ljubljana, 652 s.
- 1972. Zgodovina cest na Slovenskem.- Republiš-ka skupnost za ceste, Ljubljana, 304 s.
- 1994. Zckon o gozdovih s komentarjem.- RS Mi-nistrstvo za kmetijstvo in gozdarstvo, Ljublja-na, 43 s.

172 = 41042774



FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO
INSTITUT PROMETNIH VED
IN CENTER ZA INTERDISCIPLINARNE
IN MULTIDISCIPLINARNE RAZISKAVE
IN ŠTUDIJE UNIVERZE V MARIBORU

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE FOR TRAFFIC SCIENCES
AND RESEARCH AND
STUDIES CENTRE
UNIVERSITY OF MARIBOR

4. MEDNARODNI
ZNANSTVENI IN STROKOVNI
KOLOKVIJ

4th INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL
CONFERENCE ON

UPRAVLJANJE TRAFFIC PROMETA MANAGEMENT

IZOBRAŽEVALNI CENTER PEKRE
EDUCATION CENTRE PEKRE

ZBORNIK PROCEEDINGS

Uredil / Editor
Martin Lipičnik

DRUŠTVO
ZA POSLOVNO
LOGISTIKO



22.-23. april 1997

MARIBOR, SLOVENIJA

Dr. Igor POTOČNIK, dipl.ing.gozd.
Biotehniška fakulteta Oddelak za gozdarstvo
Večna pot 83, Ljubljana

Gozdne ceste v Sloveniji - značilnosti prometa in upravljanja z njimi

POVZETEK

Gozdne ceste opravljajo tako osnovne kot dodatne naloge. Ocenjena prometna obremenitev zaradi gospodarjenja z gozdom znaša 0.75 prihodov vozila na 1ha gozda letno. Če so na gozdnih cestah lokalno prisotne intenzivne negozdarske rabe, se bistveno spremeni slika prometne obremenitve celotnega gozdnega predela. Glede prometne obremenitve morajo gozdne ceste zadostiti različnim kvalitnim standardom. Lastniki gozdov, država in lokalne skupnosti participirajo za vzdrževanje gozdnih cest.

ABSTRACT

Forest roads maintain elementary and additional tasks. The estimated traffic load due to forest management amounts 0.75 of vehicle arrivals per 1 hectare per year. The presence of intensive nonforestry use of forest roads changes the situation regarding the traffic load in the whole forestry area. According to the traffic load forest roads have to fit different standards of quality. The forest owners, state and local communities participate for maintenance of the forest roads.

1 UVOD

Za gospodarjenje z gozdom so potrebne gozdne prometnice: gozdne ceste, gozdne vlake in stalne žičnice. Med njimi so gozdne ceste najpomembnejše, ker predstavljajo osnovo za povezovanje drugih prometnic v gozdu. Na sedanji stopnji tehnološkega razvoja prav gozdne ceste omogočajo racionalen prevoz lesa, materiala in ljudi s kamioni in lahкими motornimi vozili.

Iz vidika mnogonamenske vloge gozda mora biti gozdna cesta taka namenska prometnica, ki je bila načrtovana in grajena skladno s funkcijami, ki naj bi jih gozd opravljal v določenem predelu. Ker je gozd mnogonamenski, morajo biti tudi gozdne ceste mnogonamenske, čeprav je lesnoproizvodna raba gozdnih cest še vedno večinska.

Naloge, ki jih morajo opravljati gozdne ceste, so **osnovne** in **dodatne** [1].

Osnovne naloge gozdnih cest so:

- omogočanje racionalnega odvoza lesa in drugih gozdnih proizvodov iz gozda,
- omogočanje dovoza mehanizacije in materiala v gozd zaradi gospodarjenja z gozdom,
- omogočanje transporta ljudi zaradi gospodarjenja z gozdom,
- omogočanje hitrega dostopa v primeru naravnih nesreč (npr. požari, plazovi),
- odpiranje gozdov za negozdno-gospodarske namene (npr. šport in rekreacijo, turizem, kmetijstvo, nabiralništvo itd.),
- odpiranje kmetij in zaselkov v gozdnih predelih.

Dodatne naloge gozdnih cest so:

- delovni prostor za dodelavo gozdnih lesnih sortimentov,
- prostor za namestitve mehanizacije,
- prostor za mehanizirano nakladanje gozdnih lesnih sortimentov,
- izogibališče,
- parkirišče.

Na gozdnih cestah se odvija različen promet. Nekatere gozdne ceste tako dnevno uporabljajo vsi: od gozdarjev do uporabnikov v tranzitu, druge občasno samo gozdarji - če omenimo samo skrajni situaciji. Očitno je, da morajo prometno bolj obremenjene gozdne ceste zadostiti zahtevnejšim pogojem glede tehničnih elementov, vzdrževanja, prevoznosti, opreme itd. Prometno manj obremenjene gozdne ceste so lahko do neke mere bolj preproste. Pri tem igra še dodatno vlogo struktura prometa na gozdnih cestah (gozdarski in negozdarski oz. javni).

S pojavljanjem novih nalog, ki jih morajo opravljati gozdne ceste, se spreminja tudi dosedanje pojmovanje in vloga gozdnih cest [2]. Posebej bo treba upoštevati navzočnost in omogočanje uresničevanja različnih socialnih funkcij gozda. Površine gozdov torej ne bodo omejene samo na gospodarske gozdove in dolžine gozdnih cest ne samo na produktivne dolžine iz vidika pridobivanja lesa. Za negozdarske rabe gozdnih cest, ki nastajajo zaradi gozda, ni najpomembnejša gospodarska kategorija gozda, ampak obstoj gozda samega. Prav tako je za negozdarske rabe gozdnih cest manj oz.

nepomembno ali je možno spravilo lesa neposredno na gozdno cesto, pač pa ali gozdna cesta vodi do primernege mesta v gozdu, ki je izhodišče za različne negozdarske aktivnosti.

Poleg klasičnih proizvodnih nalog morajo gozdne ceste opravljati tudi vrsto neproizvodnih nalog, ki so posledica sodobnega načina življenja, bega od industrializacije, hrupa in smradu k neokrnjeni naravi. Posledice teh teženj se bodo na gozdnih cestah kazale v povečanem prometu osebnih vozil, povečala se bo tudi možnost nesreč. Povečan promet bo povečeval stroške vzdrževanja gozdnih cest, pojavile se bodo tudi zahteve po večji prometni varnosti na gozdnih cestah in boljši prometni opremljenosti. Tako bo nastajalo vse več stroškov, ki jih ne bi bilo oz. bi bili manjši, če ne bi bilo negozdarske rabe gozdnih cest. Obstoječe gozdne ceste imajo praviloma skromne tehnične elemente, ki ne ustrezajo zahtevam povečanega osebnega prometa. Gozdarstvo samo zanesljivo ne bo zmoglo povečanega pritiska negozdarskih rab na gozdnih cestah in zadovoljivo skrbeti za njihovo vzdrževanje.

2 PROMETNA OBREMENITEV GOZDNIH CEST ZARADI GOSPODARJENJA Z GOZDOM

O rabi gozdnih cest obstaja nekaj domačih raziskav, ki upoštevajo samo gozdarsko rabo gozdnih cest in ugotavljajo povprečno število prihodov v gozd. Tako je povprečno letno potrebno 0,86 prihodov v gozd/ha, pri čemer 42,6% vseh prihodov v gozd odpade na prevoz lesa [3].

Za leto 1988 je bila podrobneje analizirana gozdarska raba gozdnih cest [4]. Zaradi gospodarjenja z gozdom je bilo leta 1988 v Sloveniji potrebno 612.003 prihodov v gozd oz. 0,61 prihodov na vsak hektar gozda. Od tega je bilo 50,8% prihodov v gozd zaradi prevoza lesa.

Konkretne razmere gozdarske rabe gozdnih cest pa so bile proučevane na primeru Kamniške Bistrice [5].

Iz podatkov o površini gozdov ter njihovem etatu smo sklepali na minimalno potrebno število prihodov v gozd zaradi gospodarjenja z njim. Upoštevali smo dela pri gozdno-gospodarskem načrtovanju, odkazovanju, obnovi, negi in varstvu gozda, sečnji in spravilu, prevozu in drugih strokovnih opravilih. Iz literature [6] smo uporabili normative za posamezna gozdarska dela - preglednica 1.

Iz navedenih podatkov smo izračunali povprečno letno potrebno število prihodov v gozd zaradi gospodarjenja z njim. Izračunali smo, da zaradi gospodarjenja z gozdovi pripelje povprečno letno 281 vozil, od katerih je 154 (54,8%) tovornih. Na vходу v sistem gozdnih cest tako znaša prometna obremenitev zaradi gospodarjenja z gozdovi 562 vozil letno oz. 0,55 prihodov na hektar letno. Opozoriti je treba, da so predvsem normativi sečnje in spravila postavljeni relativno visoko za težavne razmere za gozdno delo v predelu Kamniške Bistrice.

Če domnevamo, da se vsa proizvodnja v gozdu odvija kar celo leto, to pomeni povprečno dnevno prometno obremenitev 1,5 vozila v Kamniški Bistrici. Če enak

izračun naredimo z dejarsko izkoriščenimi dnevi za delo v gozdu - okoli 182 dni letno - [7], znaša prometna obremenitev zaradi gozdarske rabe v Kamniški Bistrici 3 vozila/dan

zmogljivostmi transportnih sredstev in nenazadnje s fizičnim ohranjanjem gozdnih cest.

Preglednica 1 Izhodišča za izračun potrebnega letnega števila prihodov v gozd na 1 ha zaradi gospodarjenja z njim

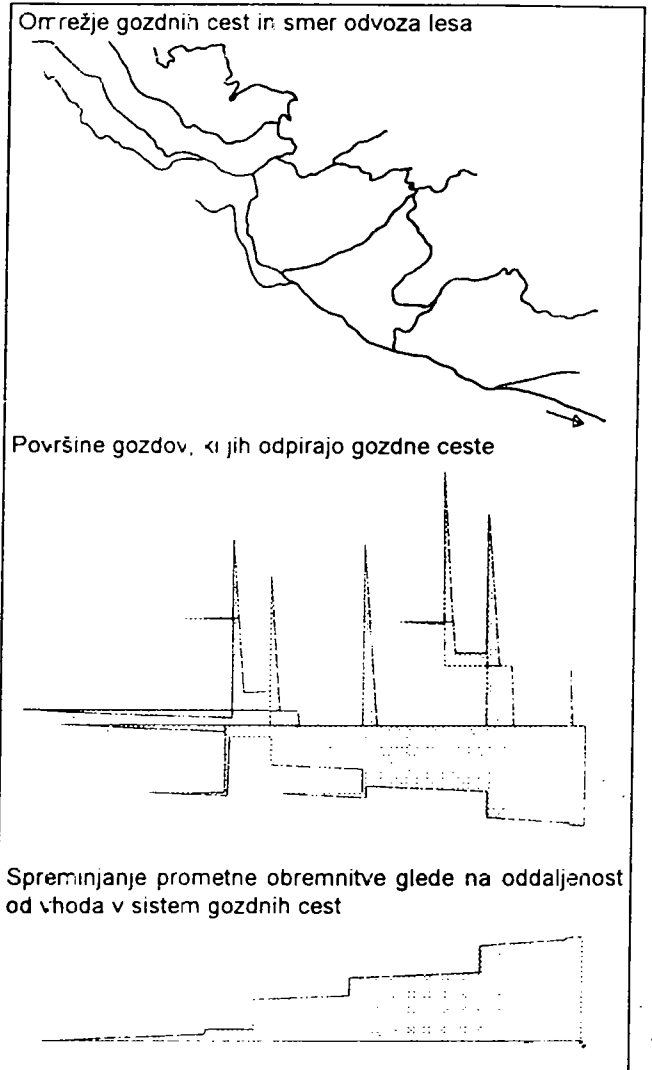
Lastništvo	100% državna last
Površina gozdov	513 ha
Lesna zaloga	209 m ³ /ha
Letni posek	2.1 m ³ /ha
Struktura poseka (igl.: list)	45% : 55%
Sečnja	igl.: 10.7 m ³ /dan lis.: 12.6 m ³ /dan
Prevoz lesa	solo kamion (7 m ³)
Spravilo	adapt. traktor IMT 560 igl.: 22.6 m ³ /dan lis.: 16.6 m ³ /dan
Gozdnogospodarsko načrt.	0.33 h/ha
Obnova, nega, varstvo	DS: 0.68 h/m ³
Odkazilo	DS: 0.113 h/m ³

2.1 Prometna obremenitev gozdnih cest zaradi gospodarjenja z gozdom

Površine gozdov, ki jih odpirajo gozdne ceste shematsko predstavljamo na primeru kompleksa gozdov na Mežakljah [1]. Posamezni kraki gozdnih cest predstavljajo površino gozdov iz katerih poteka spravilo na posamezne gozdne ceste. Ker iz dosedanjih raziskav ocenjujemo, da je potrebno število prihodov na en hektar gozda zaradi gospodarjenja z njim letno v povprečju okoli 0.75, lahko na ta način tudi ocenimo prometno obremenitev posameznih krakov gozdnih cest (grafikon 1). Pri tem seveda predpostavimo, da je gozdna proizvodnja enakomerno razporejena po vsej površini gozdnega kompleksa in da ne gre za izjemne razmere oz. sanacije (vetrolom, snegolom, žledolom, napada lubadarja itd.)

Prikazan primer kaže tipične gozdarske razmere in ne upošteva negozdarskih rab gozdnih cest. Le-te pa so lokalno zelo spremenljive [2]. Pri predpostavljani samo gozdarski rabi gozdnih cest se njihova prometna obremenitev spreminja (znižuje) od vhoda v sistem gozdnih cest proti zadnjim kapilaram. Na koncu ceste je teoretično prometna obremenitev nič. V praksi pa so na koncu cest izvedena obračališča tako, da je tudi tu določena (vendar zelo nizka prometna obremenitev).

Taka razmišljanja nas pripeljejo do zaključka, da v takih sistemih gozdnih cest kot je opisani, ni treba, da so vsi odcepi in kraki gozdnih cest enake kvalitete glede tehničnih elementov, vzdrževanja ter prometne signalizacije. Na vstopu v sistem gozdnih cest, kjer je prometna obremenitev zaradi gospodarjenja z gozdom tudi največja, mora biti tudi kvaliteta gozdnih cest iz različnih vidikov najvišja. Bolj se odmikamo proti robovom gozdnega kompleksa, manjša je prometna obremenitev zaradi gospodarjenja z gozdom in nižje so lahko zahteve po kvaliteti gozdnih cest. Seveda pa obstaja spodnji kvaliteten nivo gozdnih cest, ki je pogojen z varnostjo vožnje, ekološko stabilnostjo območja,



Grafiikon 1: Sistem gozdnih cest, odprte površine gozdov in prometna obremenitev gozdnih cest

Situacija pa je popolnoma spremenjena, če so na gozdnih cestah v pomembnem deležu njihove skupne rabe prisotne negozdarske rabe. Med njimi so najpogostejše odpiranje kmetij in zaselkov, turistična, športna in rekreativna, nabiralniška, kmetijska raba itd. Lovsko rabo gozdnih cest iz vidika gozdnega ekosistema in celovitega gospodarjenja z gozdom prištevamo k gozdarski rabi gozdnih cest - gre za integralno gospodarjenje z gozdom in ne samo z enim negovim delom. Pomembne negozdarke rabe na gozdnih cestah bistveno spreminijo prometno obremenitev gozdnih cest. Zamislimo si npr., kakšna bi bila prometna obremenitev gozdnih cest, če bi na skrajni kapilari (kjer je prometna obremenitev zaradi gospodarjenja z gozdom silno majhna) bila gorska kmetija, zaselek, naravna znamenitost ipd. Posamezne negozdarske rabe gozdnih cest imajo različno sezonsko komponento. Nabiralništvo in kmetijska raba sta tipični sezonski rabi medtem ko je raba odpiranja kmetij ali zaselkov tipična celoletna raba. Tem dejstvom morajo biti prilagojene tudi gozdne ceste s

svojimi tehničnimi elementi prometno signalizacijo in predvsem režimom vzdrževanja. Večino gozdnih cest pozimi praviloma ne plužimo, razen v izjemnih primerih, ko ne moremo drugače organizirati gozdne proizvodnje. Povsem drugače pa je, če gozdna cesta odpira kmetijo ali zaselek, ki mora biti praktično vsakodnevno povezan z doino.

3 UPRAVLJANJE IN GOSPODARJENJE Z GOZDNIMI CESTAMI V SLOVENIJI

Razmišljanja v prejšnjih poglavjih nas vodijo k zaključku, da se morajo gozdne ceste razlikovati med seboj glede na najpomembnejše rabe. S tem pa je povezano upravljanje in gospodarjenje s cestami. V principu je glede lastninskega statusa gozdnih cest možne: gozdna cesta je del gozda ali gozdna cesta je javno dobro [2].

3.1 Gozdna cesta kot del gozda

Če je gozdna cesta del gozda, zanjo veljajo enaki lastninski pogoji kot za gozd. To pomeni, da je lastnik gozda hkrati tudi lastnik gozdnih cest, ki potekajo preko njegovih gozdnih parcel. Za normalno gospodarjenje z gozdom vsi gozdni posestniki potrebujejo gozdne ceste. Nekateri posestniki v ta namen uporabljajo lastne gozdne ceste, drugi ne. Problem nastane, kdo komu dovoli prehod preko lastne posesti, ker ima v tem primeru gozdna cesta znanega lastnika.

Gozdna cesta preko gozdne posesti ima za lastnika ugodne in neugodne posledice. Ugodne posledice so krajša pravilna razdalja in s tem nižji stroški spravila. Krajši je tudi porabljen čas za prihod in odhod na posest in daljši je produktivni delovni čas posestnika oz. najetih delavcev na gozdni posesti. Gozdna cesta preko gozdne posesti predstavlja podlago za intenzivnejše gospodarjenje z gozdom in pridobivanje vrednejšega lesa (zaradi kvalitetnejših gojstvenih del in manjših poškodb lesa pri spravilu na krajših razdaljah). Z gozdno cesto se torej povečuje renta iz gozda.

Po drugi strani je gozdni posestnik zaradi gozdne ceste prizadet, ker je z njo izgubil rastno površino gozda in s tem lesno maso in prirastek. Pri krčenju dreves na trasi gozdne ceste sicer napade nekaj lesne mase, kar predstavlja določen, vendar le enkratni dohodek gozdnemu posestniku. Poleg izgube rastne površine in donosa zaradi gozdne ceste le-ta ostaja del gozda. Zanj veljajo enaki (davčni) pogoji kot za gozd - čeprav tam gozd ne raste več. Kot gozdni posestnik mora lastnik gozda in gozdne ceste skrbeti za vzdrževanje gozdnih cest. Lastnik gozda je odgovoren za vzdrževanje gozdnih cest. Vzdrževanje gozdnih cest ne zajema samo vzdrževanja vozišča (krpanje udarnih jam, obnova obrabne plasti) ampak vzdrževanje celotnega cestnega telesa, še posebej elementov za odvodnjavanje. Poleg naštetega k vzdrževanju gozdnih cest sodi tudi najnujnejša prometna signalizacija. Čeprav je lastnik gozda izgubil rastno površino lastnega gozda, mora še dodatno nositi stroške za vzdrževanje gozdnih cest. Pri tem ne bi smeli pozabiti, da je gozdni posestnik vsaj sofinanciral gradnjo gozdnih cest v lastnem gozdu. Gozdna cesta lastnike gozdov s tem tudi obremenjuje.

Gozdna cesta kot del gozda ima lahko različne režime rabe. Režim rabe gozdnih cest pomeni določen način in namen rabe, po katerem je možno koristiti (uporabljati) gozdne ceste. Režim rabe je lahko tak, da je

- raba gozdnih cest prosta,
- raba gozdnih cest omejena

V prvem primeru so gozdne ceste v prosti uporabi vseh uporabnikov gozdnih cest. Lastništvo gozda in gozdne ceste ne omejuje pravice nelastnikom gozda do uporabe gozdnih cest. Lastniki gozdov so odgovorni za vzdrževanje gozdnih cest, katere nemoteno lahko uporabljajo vsi - lastniki in nelastniki gozdov. Lastniki gozdov, predvsem tisti, ki so tudi lastniki gozdnih cest (gozdna cesta poteka čez njihovo posest), so na ta način oškodovani, ker morajo oni sami prispevati za (praktično) skupno dobro. Gozdne ceste služijo različnim tudi negozdarskim namenom, skrb zanje pa je le na ramenih lastnikov gozdov. Razmere so v smislu rabe precej podobne primeru, ko ima gozdna cesta status javnega dobra, vendar ne v smislu upravljanja in vzdrževanja. Tak režim rabe glede pravic in dolžnosti očitno ni do vseh uporabnikov gozdnih cest enak.

Naslednji primer je, ko je gozdna cesta del gozda, njena raba pa je omejena. Omejenost rabe gozdnih cest se v tem primeru ne nanaša na lastnike gozdov ter izvajalce del v gozdu, ampak na negozdarski del prometa po gozdnih cestah. Raba gozdnih cest je lahko:

- popolnoma omejena,
- delno ali začasno omejena.

Če je raba gozdnih cest popolnoma omejena, gozdna cesta dejansko opravlja samo tiste funkcije, ki so povezane z lastništvom gozda oz. z gospodarjenjem z gozdom. Popolna omejenost rabe negozdarskega prometa na vseh gozdnih cestah bi ohromila opravljanje socialnih funkcij gozda in ne bi mogli več govoriti o mnogonamenskem gozdu in gospodarjenju z njim. V ospredju ostaja le opravljanje proizvodnih in ekoloških funkcij gozda. Na tak način razdelimo ljudi na dve skupini: na tiste, ki smejo v gozd s prevoznim sredstvom in na tiste, ki tega ne smejo. Praktična relevantnost izvedbe te možnosti je vprašljiva.

Druga možnost predpostavlja delno oz. začasno omejitev rabe. V tem primeru je treba izdelati merila, ki bodo opredeljevala, kdaj, kje, za koliko časa in pod kakšnimi pogoji je možno določeno gozdno cesto ali omrežje zapreti za negozdarski promet. Na drugi strani se postavlja vprašanje, ali ni za gozd, gozdne ceste in prstoživeče živali bolj primerno v določenih obdobjih popolnoma prepovedati tudi gozdarski promet. Po spomladanski odjugi bi za določen čas omejili vožnjo s težkimi kamioni, ker povzročijo velike poškodbe spodnjega ustroja gozdnih cest na zmehčanih in zato slabo nosilnih tleh. Tudi spravilo lesa po razmočenih gozdnih tleh ne prispeva k stabilnosti gozda. Proizvodnjo v gozdu bi bilo potrebno podrediti zahtevam o omejitvi dovoljenega osnega pritiska. S tem bi težili načelo kontinuirane proizvodnje v gozdu. Časovno planiranje gozdarskih del bi s tem pridobilo še dodaten precej nedefiniran in neodvisen dejavnik proizvodnje v gozdu. Nekatere prstoživeče in ogrožene živalske vrste so v določenem obdobju posebej občutljive in promet po gozdnih cestah negativno vpliva nanje.



3.2 Gozdna cesta kot javno dobro

Druga nakazana možnost lastninskega statusa gozdnih cest je, da imajo status javnega dobra. S tem statusom je prekinjeno vsako lastninsko razmerje med lastnikom gozda in gozdno cesto na njegovi posesti. To praktično pomeni, da so gozdne ceste izločene iz gozdne površine in postanejo ceste v gozdu, za katere skrbi upravljalec gozdnih cest kot javnega dobra. V tem primeru gozdne ceste sodijo v nižje kategorije občinskih cest, zato je za njihovo vzdrževanje in opremljanje odgovorna občina. Za površino cestnega telesa gozdne ceste je treba pridobiti in plačati spremembo namembnosti zemljišča, ker gozdno zemljišče postane gradbeno zemljišče. Pri tem je lastnik parcele zaradi spremembe namembnosti zemljišča upravičen do odškodnine zaradi izgube zemljišča. Cestno telo in novo nastale parcele, ki so nastale zaradi prečkanja gozdne ceste, je treba geodetsko odmeriti in vključiti v zemljiško knjigo. Novo nastale parcele so ne glede na neposredno bližino gozdne ceste izgubile vrednost zaradi drobljenja. Lastnik gozda ni nujno zainteresiran zanje. Površine so praviloma majhne, prirastek se zaradi šoka (posek, gradnja gozdne ceste) začasno zmanjša. Vsaj en rob parcele je cestna brežina, ki otežuje spravilo lesa oz. podaljšuje pravilne razdalje, če ni možno podiranje direktno na gozdno cesto. Vprašanje je, kdo bo prevzel novo nastale parcele. Predmet izločitve iz gozda, spremembe namembnosti in odškodnine je namreč samo cestno telo ne pa tudi novo nastale parcele. Nevarno je, da s takimi površinami ne bo gospodaril nihče, čeprav so ekološko izredno občutljive in pomembne za stabilnost gozdne ceste. Možno je, da te površine sprejme v upravljanje upravljalec gozdnih cest kot javnega dobra vendar brez spremembe namembnosti zemljišča ob določeni (nižji) odškodnini. Zaradi tega bi upravljalec gozdnih cest pridobil v upravljanje še določen pas ob cestnem telesu gozdne ceste, ki bi moral stabilizirati gozdno cesto v prostoru.

3.3 Zakonska ureditev statusa gozdnih cest v Sloveniji

Slovenski zakon o gozdovih iz leta 1993 opredeljuje gozdne ceste kot del gozda in jim daje javni značaj. Gozdne ceste so del gozdne infrastrukture, kamor sodijo še vlake, žičnice ter drugi objekti v gozdovih, ki so namenjeni predvsem gospodarjenju z gozdovi. Vse gozdne ceste lahko uporabljajo tudi uporabniki izven gozdarstva, čeprav niso opremljene in usposobljene za javni promet. Vsi uporabniki lahko uporabljajo gozdne ceste v skladu s predpisanim režimom rabe, ki ga določa Zavod za gozdove v sodelovanju z lastniki gozdov.

Zakon tudi dopušča možnost začasne ali trajne zapore gozdnih cest, kar ne velja za prebivalce, ki so dnevno vezani na uporabo teh cest. Izjema so potrebne zapore zaradi proizvodnje v gozdu.

Za vzdrževanje gozdnih cest so odgovorne lokalne skupnosti. Sredstva za vzdrževanje gozdnih cest zagotavljajo lokalne skupnosti iz lastnega proračuna, lastniki gozdov s plačevanjem pristojbine za vzdrževanje gozdnih cest ter Republika Slovenija iz proračuna. Pristojbina, ki jo plačujejo lastniki gozdov za vzdrževanje gozdnih cest, je prihodek proračuna lokalne skupnosti

Zbrana sredstva so namenska. Višino pristojbine predpiše Vlada Republike Slovenije glede na višino katastrskega dohodka gozdnih zemljišč in gostoto gozdnih cest. Višina pristojbine za vzdrževanje gozdnih cest sedaj znaša 6,9 % katastrskega dohodka gozdnih zemljišč. Pristojbin za vzdrževanje gozdnih cest ne plačujejo lastniki varovalnih in z gozdnimi cestami neodprtih gozdov. Lastnikom gozdov, kjer potekajo gozdne ceste, se katastrski dohodek gozdnih zemljišč obračuna iz površine gozdov zmanjšane za površino cestnega telesa. Država pa uresničuje svoje interese za obstoj negozdarskih rab na gozdnih cestah ter za opravljanje ekoloških in socialnih funkcij gozda s pr. spevkom za njihovo vzdrževanje.

4 POVZETEK

Gozdne ceste opravljajo poleg osnovnih še dodatne funkcije, ki so prisotne predvsem zaradi gospodarjenja z gozdom. Na gozdnih cestah se odvija različen promet, ki pa je odvisen od lokalnih razmer. Promet zaradi gospodarjenja z gozdom je odvisen predvsem od intenzivnosti gospodarjenja, negozdarski promet pa od lokalnih značilnosti - kmetije, zaselki, naravne znamenitosti, izletniške in planinske točke itd. Prometna obremenitev gozdnih cest zaradi gospodarjenja je ocenjena na približno 0,75 prihodov na 1 ha gozda letno. Na konkretnem primeru je prikazano spreminjanje prometne obremenitve gozdnih cest zaradi gospodarjenja z gozdom. Z oddaljevanjem od vhoda v sistem gozdnih cest proti cestnim kapilaram se prometna obremenitev na vsakem odcepu zmanjša, na koncih kapilar pa je le še minimalna - vse velja za prometno obremenitev zaradi gospodarjenja z gozdom. Če pa so na gozdnih cestah prisotne intenzivne negozdarske rabe, se prometne razmere bistveno spremenijo neodvisno od lege ceste - na močnejši vpliv imajo lokalne razmere.

Gozdne ceste imajo lahko različen lastninski status, od tega pa je odvisen način njihovega upravljanja in vzdrževanja. Možna sta statusa, da je gozdna cesta del gozda oz. da je cesta javno dobro. V prvem primeru sta možni še različici, kjer je raba cest prosta ali omejena (popolnoma ali delno). V vseh primerih je skrb za vzdrževanje gozdnih cest na ramenih lastnikov gozdov. Če pa je gozdna cesta javno dobro postane le-ta cesta v gozdu za katero skrbi upravljalec javnega dobra.

Slovenski zakon o gozdovih daje gozdnim cestam status dela gozda in jim daje javni značaj. Gozdne ceste so praviloma odprte za vsa vozila, čeprav je predvidena možnost začasne ali trajne zapore gozdnih cest - vedno v sodelovanju Zavoda za gozdove z lastniki gozdov in lokalno skupnostjo. Lastniki za vzdrževanje gozdnih cest prispevajo predpisan delež od katastrskega dohodka iz naslova gozdne posesti, država pa štiti svoj interes za obstoj negozdarskih rab na gozdnih cestah (možnost prcstega prometa) s posebnim namenskim prispevkom.

VIRI IN LITERATURA

- [1] DOBRE, A., 1995. Gozdne prometnice. -Skeletno študijsko gradivo, BF oddelek za gozdarstvo, 69 s.

- [2] POTOČNIK, I., 1996. Mnogonamenska raba gozdnih cest kot kriterij za njihovo kategorizacijo. -Doktorska disertacija, BF oddelek za gozdarstvo, XV+241s.
- [3] DOBRE, A., 1989. Putevi za prijevoz drva u Sloveniji i njihovo prometno opterećenje -Mehanizacija šumarstva, 7-8, s. 135-139.
- [4] POTOČNIK, I./ ŠINKO, M./ WINKLER, I., 1991. Ekonomska narava naložb v gozdne ceste. -BF oddelek za gozdarstvo in oddelek za lesarstvo in GIS, Zbornik gozdarstva in lesarstva 38, s. 199-234.
- [5] POTOČNIK, I. 1996. Prometna obremenitev gozdnih cest - primer Kamniške Bistrice. -BF oddelek za gozdarstvo in oddelek za lesarstvo in GIS, Zbornik gozdarstva in lesarstva 48, s. 193-218.
- [6] KAVČIČ, S. in sod. 1989. Merjenje gospodarske zmogljivosti gozdnogospodarskih območij v SR Sloveniji. -BF VTOZD za gozdarstvo in IGLG, Strokovna in znanstvena dela 103, 218 s.
- [7] KOŠIR, B. in sod. 1993. Stanje mehanizacije ter storilnosti in izkoriščanja delovnega časa delavcev v neposredni proizvodnji gozdarstva RS konec leta 1992. -Gozdarski inštitut Slovenije, Strokovna in znanstvena dela 114, 86 s.
- [8] - 1994. Zakon o gozdovih s komentarjem. -RS Ministrstvo za kmetijstvo in gozdarstvo, Ljubljana, 43 s.

**GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
ODDELEK ZA GOZDNO TEHNIKO IN EKONOMIKO**

**UNIVERZA V LJUBLJANI - BIOTEHNIŠKA FAKULTETA -
ODDELEK ZA GOZDARSTVO
GOZDNOTEHNIŠKA ZNANSTVENO - PEDAGOŠKA ENOTA**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU - ŠUMARSKI FAKULTET
ZAVOD ZA ISKORIŠĆIVANJE ŠUMA**

**IZZIVI GOZDNE TEHNIKE
(ZBORNİK POSVETOVANJA)**

**IZAZOVI ŠUMSKE TEHNIKE
(ZBORNİK SAVJETOVANJA)**

**PROGRESSES IN FOREST OPERATIONS
(PROCEEDINGS)**

8. maj 1993
Ljubljana, Slovenija

GDK 31:661:907

ENVIRONGENTLE FORESTRY OPERATIONS - POSSIBLE OR A MUST?

Ivan WASTERLUND

Abstract

In forestry an active concern about the environment is often synonymous with new silvicultural paradigms or landscape planning with elements of ecological high values. Common human appreciation is more directed towards aesthetic values, i.e. landscape beauty which may be in conflict with some of the ecological goals. Meanwhile, it is forgotten we need timber from the forest, seen e.g. as universal decrease in funding for technical development in forestry. How to cut and extract timber in a gentle way should be one of the first aspects to consider. How should the operation be done in both ecological and economical acceptable way is of vital importance. What methods and machinery can be used to fulfil the envirogentle guidelines should be discussed further more. Maybe this paper can be a kick-off in that respect!

Key words: forest operations, harvesting, generally beneficial functions, protection of environment

1 ENVIRONMENT

The Agenda 21 from the Rio Conference, Helsinki agreement for European countries (WCED 1987, Anon. 1993) and other documents, states that we should care for sustainability and biodiversity in the forestry practise. The interpretations of those political statements may, however, differ from one country to another as well as from one type of interpreters to another. In forestry the general interpretation shows we have to do some modifications to our silvicultural regimes towards smaller clear-cut areas and more thinning operations, including both traditional cutting from below to cutting from above, as well as different selection cuttings. The extreme on one side is the old-growth to be left untouched opposite to the farm forestry with intense management. The general objective is somewhere in the middle having a multipurpose forestry.

All these things are not foreign to a forester although the economic handling of the harvesting operation has forced us to make it efficient, e.g. by using large scale operations. Certification of the forest products is one of the later invented things we have to fulfil, meaning we must declare that the forest products come from a sustainable forestry. In many eyes - including the general opinion - the major stress should be put on certification rules and on creation of a landscape fitting to the biodiversity principles. Experiments and research funds are spent on flora and fauna investigations,

silvicultural regimes to fit the requirements for biodiversity as well as landscape planning for biodiversity. Many of these are right things to do but not the only ones. I have two major objectives about the present trends and these are:

- a) Aesthetic values
- b) We still must harvest the timber!

2 AESTHETIC VALUES

Since many endangered species live on or they need dead or half-dead trees, we are supposed to leave such trees at harvesting operations or even create such elements (Fig. 1). In Sweden we notice more and more clearcuts where dead trees are left on the site or trees are cut on 2 meters height to give owls and insects the necessary places. I do not mean this is wrong but I am waiting for the common people to start complaining about it. First of all, it is dangerous to walk in those places on a windy day when branches may fall off onto someone's head. Secondly, it is difficult to walk in such areas because of the lying trees and slash. Thirdly, the view is not beautiful because dead snags and seed trees (or shelterwood) shade the view.

In Europe, research concerning what the common public appreciate in forest is not well developed and therefore we have only vague ideas how these new silvicultural trends should be taken. In western USA a research group has been tried to put the public opinion into a formula to give the aesthetic appreciation more concise



Picture 1: A modern clearcut area should have a number of dead trees, high stumps etc. (Lämås 1996). It may be good for the biodiversity but the question is if the common people like the view.

figure of what people like in forestry views (Schroeder / Daniel 1981) and they named it "Scenic Beauty Estimates (SBE)".

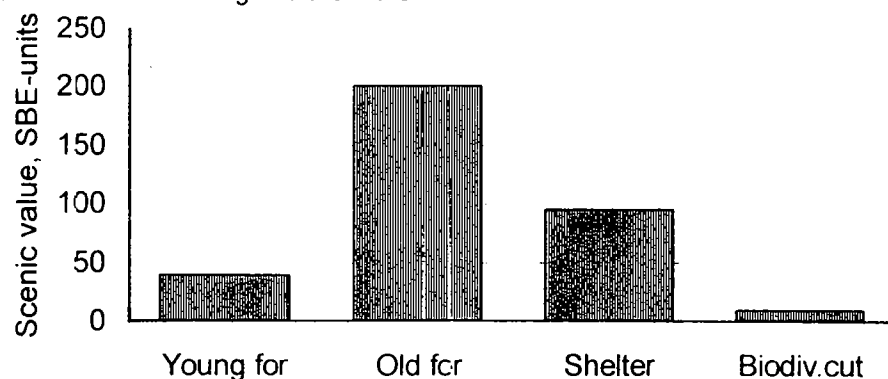
Using their formula to calculate some common forestry views in Europe (and a number of estimated values of the parameters), the general trend is clear: Old forests and shelterwoods get high scores but a young plantation forest has a low beauty value. More surprisingly is the low scores received for a "modern environmentally friendly" clearcut area (Picture 1). According to the formula the amount of dead trees and logging debris gave the most negative scores together with small living trees left on place.

To sum up the environmental aspects: We should care for biodiversity in our forests in addition to the continuity of forest growth that foresters are generally well trained for and regard it as obligatory in the management. It is the other principle I would like to raise the attention on: it might be a negative public reaction on the amount of snags left on the

harvested area. Let diversity not be only for flora and fauna but also for the common people by means of varied management regimes to fit the human eye in some cases. The second aspect is that nowadays we talk mainly about the silvicultural regimes that fit the biodiversity principles and we forget we still need both paper and timber. Products that are possible to recycle and do not harm the environment must be taken out from the forest. Little was spoken about how to get the products out of the forest.

3 DEMANDS ON THE HARVESTING TECHNIQUES

The annual cut in Europe in 1986 was 350 mio. m³ sold under bark (Anon. 1986) of which 84% was for industrial usage. The consumption of forest products has been increasing and in future we can expect the demand to be at least on the same level as now, regardless the silvicultural trends and increased recycling of forestry



Graph 1: Scenic Beauty Estimates (SBE) according to the formulas given by Schroeder and Daniel (1981) for appearance of young forest, old forest, shelterwood and a cut area with remaining dead trees, slash and small trees (biodiverse cut).

products. Thus, there is no doubt we must continue to cut the selected trees but the discussions about how to do it is almost absent.

An attempt to introduce guidelines for forestry operations was made by Wästerlund and Hassan (1995) by giving some new definitions:

- (1) **Environmentally sound (friendly):** a degree of disturbance to the ecosystem due to the entry of some kind of human activity for the utilisation of natural resources where the ecosystem functions can be recovered naturally within a reasonable part of its lifecycle.
- (2) **Environmentally friendly forest harvesting operation:** removal of selected trees or other products with minimal impact on the biodiversity, sustainability, and aesthetic values of the forest ecosystem.

In the same time we should also think about those who depend on the forest for their living. Webb (1994) stated: "Forest management operations should maintain/enhance long-term social and economic well-being of forest workers and local communities".

A number of demands on the forest operation can be deduced from these statements (Wästerlund / Hassan 1995). The important question is if we are able to handle both small and large trees selectively without damaging the remaining stand (both in respect of tree quality and stand growth). Removal of the selected trees without soil and tree damage in the remaining stand is the first task. The second task is to be able to operate over large areas, since less volume will be taken out per hectare. The third task is to keep the forest enterprise profitable without jeopardizing the health of the forest workers. In most cases it means increased use of machinery and development of more efficient harvesting systems to make the harvest cheaper.

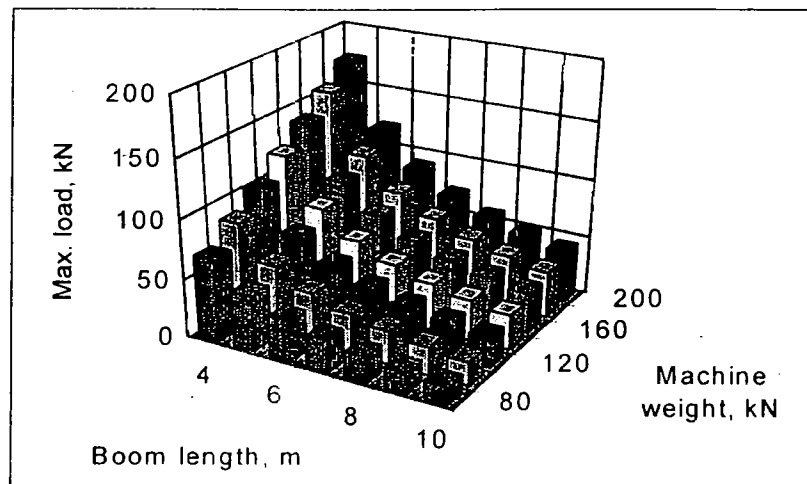
So far it has been remarkably silent about the machines used in the forest. Most comments say they are too big and they damage the ground. The introduction of Life Cycle Assessment for the car industry may cause other branches to follow. According to Society of Environmental Toxicology and Chemistry (Setac 1993) a life cycle assessment is divided into four phases:

1. Goal definition and scoping
2. Inventory analysis
3. Impact assessment
4. Improvement assessment.

In Europe the LCA has started as a tool for classification of environmentally friendly products for the European Union. There are ongoing analyses for forestry products (chairs of wood etc.) and when doing such analyses it is recognised almost nothing is done for the chain from harvest to factory inlet. Thus I expect a demand for such analyses for harvesting operations. In that case there may be a major pressure on using friendly materials used daily, e.i. oils, fuels and cleaning substances.

Finally, only a few comments about big machines. If we only consider the possibilities to operate within a stand at selection cutting with minimal impact on soil and tree roots then we should choose a small but competent machine. A machine less than 2 m wide, with a mass less than 6-7 tons and with less than 60 kPa of average ground pressure would be able to operate in almost any thinning stand and cause almost invisible ruts on soils with moderate to strong bearing capacity (Wästerlund 1994). However, at selection cuttings we are dealing with large trees too, and the living mass of a tree 30 cm in diameter and 27 m high could be well over one ton and a 50 cm tree with the height of 30 m could be almost 3.5 tons. Preferable the machine should not run all over the forest area and then it should be able to handle the tree from distance with a boom. Calculations show a simple fact that a harvester must be heavy just to counter balance on the lever effect (Graph 3). Then it is to observe that in the calculated case we have to put a harvester unit on the boom and one such managing 60 cm cutting diameter may have the mass of 1,200 to 1,400 kg.

To sum up the points concerning harvesting: We still need to cut the trees and technique for environmentally friendly harvesting operations is needed. New demands for sound operations will need further development of technical research and the present cut down on fundings for such research is unwise. The challenge for the future research is to develop systems also to efficient on small logging areas but be able to handle both small and large trees.



Graph 2: Theoretical calculation of the maximum lifting capacity of a forestry machine when lifting in front direction with a boom of different length without turning over. The principle model for the calculations is a machine with four wheels on pendulum arms and the boom placed in the middle of the machine. The mass of the boom is assumed to be 1,500 kg.

4 SYSTEMS AND TRENDS IN SWEDEN

During the last 50 years, the yearly cuttings in Sweden have been around 60 mio. m³ on bark and presently we are cutting about 70 mio. m³ (1995). However, the present growth is much higher (~100 mio. m³) than the annual cut. From the middle of the sixties till the middle of the eighties most of the mechanization effort was put on clearcut operations reaching a mechanization degree of 80% in 1985 (Nordlund 1996) mainly with the help of the two-grip harvester. Very little effort was put on thinning operations and in 1971/72 only 17% of the annual cut came from thinnings (Anon. 1977). Assortment method has been prevailing the whole time and today 95% of cuttings are shortwood.

To avoid future lack of mature timber the harvest from thinning operations had to be increased in the middle of the seventies. Experiments on a single-grip harvester in the beginning of the eighties gave a break-through of that technique at the end of the eighties. Presently we are close to reality with the slogan "No man on the ground" with almost total mechanization of the harvesting operations in both clearcuts and thinning operations (Nordlund 1996). Today the single-grip harvester is the most used machine type for clearcuts (60%) as well as for thinning operations (90%). Although a quite an increase in the salaries for the forest workers, the harvesting costs has actually gone down the last years thanks to increased mechanization

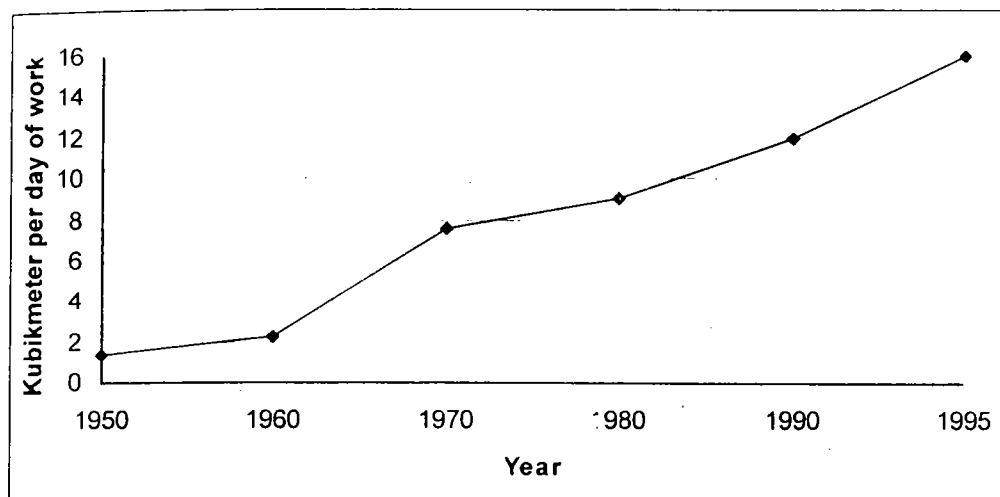
(Fig. 4). A good team consisting of a two-grip harvester and a forwarder and four men working in shift on the machines can produce up to 45,000 m³ per year.

With a new Forestry Act from 1993 stating equal importance between maintenance of biodiversity and timber production and a public pressure towards alternative methods, we see some changes in the used methods. The use of seed trees and shelterwood has increased considerably (17 and 6% resp. compared to 12 and 1% seven years ago) but the share of thinnings has decreased to only 19% from about 25% 10 years ago (Nordlund 1996). The size of the area per clearcut operation has during the same time decreased considerably (about 25%) (Anon. 1995). Many of the large scale companies demand the machines operating on their contracts to be fitted with biodegradable hydraulic oils (85% decomposed within 21 days) and diesel fuel of high environmental class (eg. almost no sulphur content).

Bioenergy (incl. logging residues and peat) is an important issue and amount nowadays to 16% (70 TWh) of the total energy supply (Anon. 1995).

5 THE FUTURE

An important task in future is to balance the questions about productivity, harvesting costs, decent working conditions and care for the environment. The task should be integrated between personnel, organization forms,



Graph 3: Total yearly cut volumes divided with number of total working hours per year in the forestry (Mainly after Andersson 1990).

planning and techniques. Most likely we will see an increased use of the shortwood method in other countries too, because it gives us better opportunities to care both for the stand (e.g. less traffic), sort material direct on the cutting place and be able to cut and buck according to an order from a sawmill at the place. On the other side this vision demands application of machines with "high tech" (or to put it the other way: it is the drawback of that method).

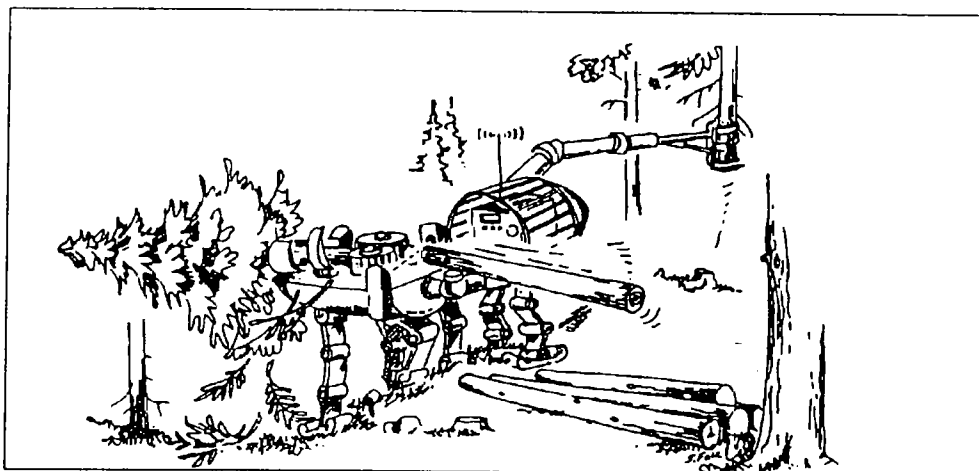
It is important to look over the working process. Average transport distance for roundwood in Sweden is about 100 km and roughly 50% of the transported mass is of no value. Bark is burnt in the heating central at the pulp mill but the benefit is very low and water content in the logs could be reduced down to 35% without any problems for the pulp process. We have ideas to solve these questions, but that is for another paper! Another question is why we work so hard to delimb the top part of the trees. Actually, we put more effort to delimb the parts with less value. In Denmark it has been introduced a feller-buncher-chipper (Kofman 1993) and the machine has been found interesting but not efficient enough. Such machine could be e.g. converted to a delimber for the timber part, leave the timber logs on the site, and chip the rest of the tree.

A combined harvester-forwarder has been introduced by Valmet but studies have shown that the harvester head has not been good for loading of timber and driving to the landing and changing tools in the boom take too much time. Still, there is a lot of interest in such machines

to be used on small thinning operations and I do hope we will see a multi-purpose machine soon.

Walking machine has been introduced by the Finnish company Plustech Oy and I believe walking machines can be of great interest as tool carriers, e.g. harvester, cleaning machine, planting machine. This machine has showed very good walking performance and maybe that is the starting point for robotics machines. Imagine a number of rather small walking machines working like an ant society doing all the heavy work in the forest (Picture 2). If the task is too difficult for one robot, two or more can join and help each other. The idea is not so far from reality, because a small autonomous walking robot has been made in Canada which can orientated and distinguish between conifer and deciduous trees (Kourtz 1996). The idea is that the machine should be able to do clearing/spacing missions on its own. The genius Kourtz made the machine of parts costing all together just 8,000 CDN! However, we still need sensors to detect tree qualities, tree species and other parameters like root rots etc. It will take time to develop it!

The GPS technique is slowly coming to practise in forestry, which means that we can follow on line the machine movements indicating a possibility to control the whole machine operation from distance (cf. a robot). However, talking about environmental values, the GPS technique can also be used together with GIS to mark valuable places, trees etc. and present the map on a screen for the operator as something to observe for the operation.



Picture 2: May be the future operator in the forest: An autonomous robot?

6 CONCLUSIONS

General cut downs on technical development are wrong. Actually, the more we care for the nature the more we need technical development. It is the tool to do the forest operations both ecologically, aesthetically and economically possible. It has to be possible for the foresters to before politicians make it a must and then often with bad conditions both for nature and the forester. Remember: No planks or paper without forest technology!

7 REFERENCES

- Anon., 1977. Statistical yearbook of forestry 1975.- Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Anon., 1986. FAO Yearbook of Forest Products 1986. FAO, Rome.
- Anon., 1993. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Helsinki 1993. General declaration/Ministerial conference on the protection of forests in Europe.- 16-17 June 1993 in Helsinki. Helsinki.
- Anon., 1995. Statistical yearbook of forestry 1995.- Skogsstyrelsen, Jönköping, 1995.
- Andersson, S., 1990. Skogsteknik i förändring.- Sveriges lantbruksuniversitet, Skogsfakta konferens, Uppsala. No 16-1990: 4-9 (in Swedish).
- Kofman, P.D., 1993. Flishugning. Analyse af fremtidssystemer.-Skov- og Naturstyrelsen, Miljøministeriet. København. Maskinrapport Nr 13. (In Danish).
- Kourtz, P., 1996. Autonomous forestry robots for brushing and thinning in young conifer stands: Early Canadian experiences.- In: Gellerstedt, S, Asplund, C. & Wästerlund, I. (Eds): Documents from Robotics with applications to forestry.- Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. Operational Efficiency, Garpenberg. Research Notes No 285:25-38.
- Lämås, T., 1996. Forest management planning for biodiversity and timber production.- Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. of Forest Resource Management and Geomatics, Umeå. Report No 3. Diss.
- Nordlund, S., 1996. Drivningsteknik och metodutveckling i storskogsbruket.- Forskningsstiftelsen Skogforsk, Uppsala. Resultat Nr 4-1996. (in Swedish).
- Schroeder, H. / Daniel, T.C., 1981. Progress in predicting the perceived scenic beauty of forest landscapes.- Forest Sci., 27(1):71-80.
- Setac, 1993. Guidelines for Life-Cycle Assessment: A "Code of Practise".- Bryssel.
- Wced (World Commission on Environment and Development), 1987. Our future common.- Oxford University Press, Oxford.
- Webb, L., 1994. Green purchasing: Forging a new link in the supply chain.- Resource, 1(6):14-18.
- Wästerlund, I., 1994. Environmental aspects on machine traffic.- J. Terramechanics, 31(5):265-277.
- Wästerlund, I. / Hassan, A.E., 1995. Forest harvesting systems friendly to the environment.- Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. of Operational Efficiency, Garpenberg. Research Notes No 277.

SEZNAM OBJAV IN PRENOS ZNANJA

Ostalo (ekspertize, neobjavljeni referati, nastopi, posterji, ...)

Opomba: Kopirani so samo neobjavljeni referati (v seznamu podčrtani).

1. BOHINC, B., / KRAIGHER, H., / ROBEK, R., 1996. Quantification of the root system under the stress. Poster for Live sciences 1996 - 3rd International Conference, Gozd Martuljek, Slovenia, Sept. 21. - 26. 1996.
2. HORN, P., 1997. Isotope geochemistry in the biosphere with emphasis on plants.- Predavanje na Gozdarskem inštitutu Slovenije, 6. maja 1997, 30 minut.
3. MATTHIES, D., 1997. Latest developments in soil physical analysis: The dynamic computer tomography and Radon gas diffusion.- Predavanje na Gozdarskem inštitutu Slovenije, 6. maja 1997, 30 minut.
4. KRČ, J. / ROBEK, R. 1995. Program za terenski vnos podatkov na magnetni medij pri merjenju prečnih profilov cest.- GIS, Ljubljana
5. POTOČNIK, I., 1996. The Multiple Use of the Forest Roads and their Categorization. FAO/ECE/ILO in IUFRO Seminar on Environmentally Sound Forest Roads, Sinaia, Romunija, s. 1-9.
6. POTOČNIK, I., 1997. Izkoriščenost prevoznosti gozdnih cest kot kazalec njihove potrebne kvalitete.- Študijski dnevi Kakovost v gozdarstvu, Postojna.
7. POTOČNIK, I., 1997. Filling-in the Clearance of a Forest Road Cross-section. International Scientific Conference Forest - Wood - Environment '97, Zvolen, Slovakia.
8. ROBEK, R. 1995. Soil and tree disturbances due to forest operations - an unresolved, interdisciplinary issue.- Referat na mednarodnem Kolokviju o biindikacijskih metodah "BIOFOSP", Ljubljana, 28. August 1995. 15 min.
9. ROBEK, R. 1995. Merjenje in ocenjevanje negativnih vplivov gozdnih prometnic na gozd. Referat na predstavitvi dejavnosti gozdne tehnike in ekonomike, GIS, 4.5.1995.
10. ROBEK, R. 1996. Environmental effects of the tractor off-road logging in mountainous forests.- Presentation of the dissertation structure and methods. Swedish Landbruks Universität, 2. December 1996, Umeå, Sweden, 30 min.
11. ROBEK, R., 1997. Preverjanje kakovosti vzdrževanja gozdnih cest z analizo prečnih profilov - možnosti in omejitve. Referat na gozdarskih študijskih dnevih, Postojna 23.-24. januar 1997, 15 min.
12. ROBEK, R. 1997. Soil and tree disturbances due to forest operations - an unresolved, interdisciplinary issue. Predstavitev referata na XI. Svetovnem gozdarskem kongresu, 16. oktober 1997, Turkey, 5 pp.
13. WASTERLUND, I., 1996. Envirogentle forestry operations - possible or a must.- Predavanje gostujočega profesorja, Gozdarski inštitut Slovenije, 8. maj 1996, 45 minut.

Isotope Abundance Ratios of Main and Trace Elements in the Biosphere

Peter Horn¹⁾, Stefan Hölzl¹⁾, Wolfgang Todt²⁾, Dietmar Matthies³⁾

Introduction

In the last 20 years much knowledge accumulated with respect to the application of elements' isotopic signatures in the bio-sciences and ecology. Conventionally, the use of isotope ratios of the light elements or the so-called Stable Isotopes (hydrogen, helium, boron, carbon, nitrogen, oxygen, argon, and sulfur) was restricted to hydrology and geo-sciences. But, as instrumental sensitivity and precision increased new applications were found and brought new insights in the fields of agriculture, plant physiology and archaeometry, just to mention some. In that the principles of stable isotope work were developed, and had their first and successful applications in atmosphere studies, hydrology and in soil sciences, plant studies with isotopes directly benefit from the former studies because atmosphere, water and soil are the essential nutrients for plants.

In this short article we do not want to give a comprehensive overview on the subject. Instead, we want to explain some of the basic concepts and present some examples. We restrict ourselves to isotope studies on plants and plant products such as wine and leave connected disciplines such as palaeontology, archaeometry, and palaeoanthropology aside.

Atoms, isotopes, isotope abundance ratios, and the δ -notation

Most of the chemical elements which occur in Nature consist of at least two kinds of nuclides or atoms which differ in the number of neutrons (N) which are found in the atomic nuclei. These nuclides are "isotopic" each to the other, that is, they are different isotopes of a given element. The atomic number (A), or mass number of a nuclide, is given by the number of protons, Z, plus the number of neutrons, N. The chemical character of atoms is principally determined by the number of extranuclear electrons in the atomic shells of neutral atoms which, in turn, are equal to the number of protons (therefore also called nuclear charge number).

The shorthand notation to describe a nuclide is as follows: The chemical symbol of the respective element is written with a superscript which corresponds to the mass number and a subscript which is equal to the number of protons. For example, $^{14}_7\text{N}$ is the notation for nitrogen of mass 14, and $^{15}_7\text{N}$ is that for nitrogen of mass 15. The atom of this mass has one neutron more than the lighter one. In that $Z = 7$ means N (= nitrogen), it suffices to write only the chemical symbol (see Tables).

Atomic masses are given in multiples of the atomic mass unit (u) which is set by definition as 1/12 of $^{12}_6\text{C}$. Atomic weights of the elements - implicetely their isotopic compositions - are measured by various types of mass spectrometres. Depending on the mode in which the isotopes are analyzed one differentiates

1) Institut für Mineralogie, Petrologie und Geochemie der Ludwig-Maximilians-Universität, Theresienstraße 41, 80333 München, Germany; e-mail: horn@petro1.min.uni-muenchen.de

2) Max Planck Institut für Chemie, Mainz, Germany

3) Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik, Freising, Germany

Isotope Abundance Ratios of Main and Trace Elements in the Biosphere

Peter Horn¹⁾, Stefan Hölzl¹⁾, Wolfgang Todt²⁾, Dietmar Matthies³⁾

Introduction

In the last 20 years much knowledge accumulated with respect to the application of elements' isotopic signatures in the bio-sciences and ecology. Conventionally, the use of isotope ratios of the light elements or the so-called Stable Isotopes (hydrogen, helium, boron, carbon, nitrogen, oxygen, argon, and sulfur) was restricted to hydrology and geo-sciences. But, as instrumental sensitivity and precision increased new applications were found and brought new insights in the fields of agriculture, plant physiology and archaeometry, just to mention some. In that the principles of stable isotope work were developed, and had their first and successful applications in atmosphere studies, hydrology and in soil sciences, plant studies with isotopes directly benefit from the former studies because atmosphere, water and soil are the essential nutrients for plants.

In this short article we do not want to give a comprehensive overview on the subject. Instead, we want to explain some of the basic concepts and present some examples. We restrict ourselves to isotope studies on plants and plant products such as wine and leave connected disciplines such as palaeontology, archaeometry, and palaeoanthropology aside.

Atoms, isotopes, isotope abundance ratios, and the δ -notation

Most of the chemical elements which occur in Nature consist of at least two kinds of nuclides or atoms which differ in the number of neutrons (N) which are found in the atomic nuclei. These nuclides are "isotopic" each to the other, that is, they are different isotopes of a given element. The atomic number (A), or mass number of a nuclide, is given by the number of protons, Z, plus the number of neutrons, N. The chemical character of atoms is principally determined by the number of extranuclear electrons in the atomic shells of neutral atoms which, in turn, are equal to the number of protons (therefore also called nuclear charge number).

The shorthand notation to describe a nuclide is as follows: The chemical symbol of the respective element is written with a superscript which corresponds to the mass number and a subscript which is equal to the number of protons. For example, $^{14}_7\text{N}$ is the notation for nitrogen of mass 14, and $^{15}_7\text{N}$ is that for nitrogen of mass 15. The atom of this mass has one neutron more than the lighter one. In that Z = 7 means N (= nitrogen), it suffices to write only the chemical symbol (see Tables).

Atomic masses are given in multiples of the atomic mass unit (u) which is set by definition as 1/12 of $^{12}_6\text{C}$. Atomic weights of the elements - implicitly their isotopic compositions - are measured by various types of mass spectrometres. Depending on the mode in which the isotopes are analyzed one differentiates

1) Institut für Mineralogie, Petrologie und Geochemie der Ludwig-Maximilians-Universität, Theresienstraße 41, 80333 München, Germany; e-mail: horn@petro1.min.uni-muenchen.de

2) Max Planck Institut für Chemie, Mainz, Germany

3) Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik, Freising, Germany

between gas mass spectrometres, and solid source mass spectrometres often also referred to as thermal ionization mass spectrometres. Here, we refrain from reporting on this interesting discipline further but just state that modern mass spectrometres are highly sophisticated instruments with which it is possible to measure the isotopic compositions of the elements with high precision, accuracy, and sensitivity (FAURE, 1986; ASWATHANARAYANA, 1986; LAJTHA and MICHE-NER, 1994; WAGNER, 1995).

Table 1

Isotope Abundance Ratio	Notation and Standard ¹⁾	Range of δ -values in the Biosphere	Material	Objectives of Studies
$^2\text{H}/^1\text{H}$	$\delta\text{D} (\text{‰})$ VSMOW $1,5576 \times 10^{-2}$ (SLAP-Scale)	-450 - +70 precipitation (world); Antarctic: -450 - -200; Central-Europe: -160 - 0. climatic and geographic effects ²⁾	plants biogenic minerals -70 - +70	water-cycle, physiology, ecology
$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$	$\delta^{13}\text{C} (\text{‰})$ PDB (VPDB) $1,12375 \times 10^{-2}$	atm. CO ₂ : -6,5 (today: -8) food chain, plants → herbivore: biogenic apatite: $\Delta +12$	plants, animals: collagen, biog. minerals -35 - -5	physiology, ecology, pollution, carbon cycle
$^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$	$\delta^{15}\text{N} (\text{‰})$ atm. N ₂ $3,6765 \times 10^{-3}$	atm. N ₂ = 0 metabolism: per trophic level in the food chain -3,4	plants, animals, collagen -10 - +15	physiology, pollution, ecology, N-cycle
$^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O} (\text{‰})$ VSMOW $2,0052 \times 10^{-3}$	atm. O ₂ : +23,5 precipitation in M-Europe: -25 - 0 geographic effects	plants, collagen, biog. minerals 0 - +35	physiology, H ₂ O-cycle, ecology, climatology
$^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$	$\delta^{34}\text{S} (\text{‰})$ CDT $4,4994 \times 10^{-2}$	-60 - +48 biog. sulfides - pore water in oceanic sediments, Ocean water: +21 volcanic SO ₂ : -5 - +5	plants collagen +10 - +30	ecology, pollution- sulphur- cycle

data are from various publications and handbooks

VSMOW = Vienna Standard Mean Ocean Water

SLAP = Standard Light Antarctic Precipitation = -428/VSMOW

PDB = Pee Dee Belemnite (will be replaced by Vienna-PDB, VPDB)

CDT = Canyon Diablo Troilite (a sulfide from the meteorite C. D.)

1) for δ -notations see text; numerical values for standards are isotope abundance ratios

2) climate: temperature and/or precipitation rate; values the more negative the higher the geographic latitude and/or topographic altitude; the more negative the farther from the ocean (continent effect) and/or the colder the climate; the more positive the higher the rate of precipitation

Isotopic compositions of elements are either reported as absolute isotope abundance ratios, e. g. $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, or - relative to a standard -, as deviations of its isotopic ratio from the numerical value for the isotope abundance ratio of an appropriate standard (see Table 1):

$$\delta(\text{‰}) = (R_{\text{sample}} - R_{\text{standard}})/R_{\text{standard}} \times 1000 \quad \text{or} \quad (R_{\text{sample}}/R_{\text{standard}} - 1) \times 1000$$



This δ -notation (delta-n.) is usually used in studies with light elements where one uses so-called ratio-mass spectrometers whereby the isotopic ratio of samples and that of the standard are measured sequentially. This procedure minimizes analytical uncertainties which may arise from instrumental drifts and similar inconveniences.

Rather frequently, and especially in cases when there is only one radioactive isotope of an element which is of interest for dating purposes (e. g. ^3H , or T = Tritium, ^{10}Be , ^{14}C , ^{39}Ar , ^{85}Kr), this isotope is measured by radiometric methods and techniques and its isotopic proportion is calculated from its amounts and known isotopic proportions of the stable isotopes in the element.

Principles of isotope studies: light and heavy elements, and cosmogenic nuclides

The atomic weights of specific elements might be different at different places or in different molecules and compounds because the numbers of constituent isotopes may be different.

Light Elements: That there are differences in the numbers of isotopes is due to the fact that upon chemical reactions and during physical processes isotope effects can lead to isotope fractionation because there exist said mass differences between isotopes. It is evident that in reactions or processes with 100 % efficiencies mass fractionations will not show up – even when very large isotope effect (or mass fractionation factors) occur in the course of the reactions.

As an example for simple mass fractionation, we consider the water molecule, H_2O , which due to the two stable hydrogen isotopes, H (or Protium), and D (Deuterium), and the three stable isotopes of oxygen, ^{18}O , ^{17}O , and ^{16}O , possess 9 different possible isotope combinations. The vapour pressures of these different water molecules are inversely proportional to their masses. Therefore, water vapour in equilibrium with its liquid phase is enriched in ^{16}O and Protium, while the liquid is enriched in the heavier isotopes. Such isotope fractionations are due to *isotope exchange effects* where the dependences on temperature are inherently rather significant.

In the biological world, however, the more important fractionation processes are summarized among *kinetic isotope effects*. Here, for example in physicochemical reactions through cell membranes or in metabolic processes, the bonds of lighter isotopes are weaker and therefore enter more easily the product reactants. The scientific potentials which are inherent to the various factors which control biological isotope effects allow to recognize and differentiate between enzymatic- and other physiological pathways an element uses in living matter.

In short, the types of mass-fractionations which take place with the light elements are *process-specific* (there are a number of other isotope effects of this kind which have to be considered in Nature – such as diffusion and even nonmass dependent isotope effects; but they are minor in importance – see e. g. HOEFS, 1987).

Heavy Elements: Because the maximally possible mass fractionation through isotope effects is proportional to the square root of the mass ratios, $\sqrt{m_2/m_1}$, it is controlled by relative mass differences $\Delta m/m$. Accordingly, in light elements mass fractionation occurs readily. In contrast to this, in heavy elements above atomic numbers of approximately 60, where mass differences of the isotopes are relatively small, naturally occurring isotope effects which may lead to mass fractionation are negligible. Nevertheless, also in heavy elements variations in their isotopic ratios (and atomic weights) are observed.

The cause for this is that in addition to the occurrence of primordial nuclides (those which were created or formed at the time when the universe came into existence some 15 Ga ago) radiogenic daughter nuclides are continuously formed by nuclear transmutations of radioactive mother nuclides (i. e. by radioactive decay). The amounts of mother nuclides differs from rock to rock and amongst minerals and hence it is a consequence of the amount of mother nuclides present at a given time in the past and the geological age of a rock, how many daughter nuclides were formed.

Therefore, the absolute and relative number of radiogenic isotopes of an element varies from place to place on the Earth (the isotopic compositions of elements with radioactive nuclides - but without radiogenic and nucleogenic ones - are the very same everywhere because the rate of decay is constant under all circumstances!).

The resulting abundance ratio of isotopes with a radiogenic contribution to an appropriate reference isotope (whose amounts did not change throughout the geological history through radioactive decay, nor through radiogenic accumulation, nor through nucleogenic processes) is very specific for a given geological situation. It will not be altered but by admixture of the same element with a different geological history. From the rocks soil is formed and the elements are taken up by plants in exact the same isotopic proportions in which they are present in a plant-available form in the soils. Therefore, these isotope abundance ratios may be used as excellent provenance indicators or as tracers (e. g. HORN *et al.*, 1992).

Table 2

Mother-Nuclide (atom-%) ¹⁾	Mode of decay	Half-Life $T_{1/2}$ (a)	Daughter-Nuclide (atom-%) ²⁾	Ref. Isotope (atom-%) ²⁾	Range in Ratio ³⁾
⁴⁰ K (0,01167)	E.C.	$1,193 \times 10^{10}$	⁴⁰ Ar (~99,6)	³⁶ Ar (~0,34)	295,5 - >1000
⁸⁷ Rb (27,8346)	β^-	$4,88 \times 10^{10}$	⁸⁷ Sr (~7,04)	⁸⁶ Sr (~9,87)	0,702 - >1,
¹⁴⁷ Sm (14,996)	α	$1,06 \times 10^{11}$	¹⁴³ Nd (~12,2)	¹⁴⁴ Nd (~23,8)	0,510 - 0,514
²³² Th (100)	6 α + 4 β^-	$1,40 \times 10^{10}$	²⁰⁸ Pb (~52,4)	²⁰⁴ Pb (~1,40)	33,0 - 52,0
²³⁵ U (0,720)	7 α + 4 β^-	$7,04 \times 10^8$	²⁰⁷ Pb (~22,1)	²⁰⁴ Pb (~1,40)	14,0 - 24,0
²³⁸ U (99,275)	8 α + 6 β^-	$4,47 \times 10^9$	²⁰⁶ Pb (~24,1)	²⁰⁴ Pb (~1,40)	13,0 - 25,0

1) % of element 2) radiogenic, mean terrestrial value 3) daughter/ref. ratios in common rocks, soils, and plants

Table 2 lists some of the important radioactive and radiogenic nuclides which are used normally for age determinations in geochronometry and whose isotope abundance ratios are useful tracers in plant studies. The half-lives of the mother and reference nuclides are so long (see table) that within our lifetimes no significant changes in isotopic ratios will occur.

By using more than one of the isotopic systems aimed at determinations of provenances, one would have a means of isotopic fingerprinting (see Figure 1) for almost all natural (and industrial) substances - taken the fact that traces of the relevant elements are found widespread and that the sensitivity of the mass spectrometrical analysis is rather high (absolute amounts of some tens of nanogrammes for the elements will be sufficient).

Cosmogenic nuclides: In addition to the indicated processes which lead to variabilities in isotopic compositions of elements, there are important others. These are the result of interactions of terrestrial elements with primary or secondary cosmic rays. The product nuclides are the so-called cosmogenic nuclides (Figure 2). We do not want to discuss the uses of these nuclides here, but just want to mention that all of them are also found in plants. The most prominent of these nuclides is ^{14}C which is produced via a (n,p)-reaction from ^{14}N in the atmosphere and finds wide use in radiocarbon dating of plant and animal remains.

Applications of isotope abundance ratios of light elements (some examples)

In Figure 3 the ranges in δD - and $\delta^{13}\text{C}$ - values for a number of common plants are depicted. The reasons for the differences and groupings are found in plant physiological processes and are described, e. g., in a special booklet (LAJTHA and MICHENER, 1994 - and literature cited therein). Analogous diagrams (not presented here) include all the other isotopes of light elements. Here, we only want to mention some of the practical applications of this wealth of knowledge.

Hydrogen isotopes:

Isotope effects in hydrogen could potentially lead to mass fractionation of 41.4% in single stage evaporation processes. As water enters plants no fractionation occurs; furthermore there is no fractionation until it reaches the leaves or needles and evaporates (thus leading to higher δD in the leaf's tissues). Studies of xylem sap therefore allow the decision from which pool water is used in the plant if the potential sources show different signatures.

In a study on this subject the proportions of rain- to ground water in white pine trees were determined for the 8 days which followed a rain event (WHITE *et al.*, 1985): rain water contributed some 85% one day later - a value which changed to approx. 100% ground water after 6 days. $\delta^{18}\text{O}$ values would also show this trend.

Boron isotopes:

Although boron isotopes, $^{11}\text{B}/^{10}\text{B}$, can be measured best by mass spectrometry, there are other means to do so. The nuclear magnetic resonance method

(NMR) which has the advantage of being nondestructive and noninvasive is almost routinely used for wine analyses (H, D, ^{13}C), it may also be used for boron compound speciation. LUTZ *et al.* (1991) successfully applied the method to identify boric acid esters in wine. While the element boron is essential for plant growth, it might be harmful for humans and therefore one must search for means of analyzing boron or its compounds.

Carbon isotopes:

In long-term photosynthetic water-use efficiency (*WUE*) studies in C_3 plant ecology, the traditional A/E (ratio of net photosynthesis to transpiration) measurements can be replaced by $\delta^{13}\text{C}_{\text{leaf}}$ analyses and is routinely applied with considerable success (LAJTHA and MARSHALL, 1994) in a variety of ecosystems and climates.

Furthermore, the different naturally labelled carbon isotopic species (from the atmosphere, groundwater, precipitation, litter, and from the soil) allow carbon mass-balance calculation for, e. g., forest- or grassland systems.

Nitrogen isotopes:

By using distinct nitrogen fertilizers (naturally or artificially labelled) at different times and seasons one has an instrument at hand which allows the determination of pathways of nitrogen and the time-scales of uptakes (FAUST, 1982; HÜBNER, 1986).

Nitrogen cycling in forest ecosystems was subject of a review (NADELHOFFER and FRY, 1994) and treated, for example, under which conditions N might be lost (with concomitant high $\delta^{15}\text{N}$) or retained (low $\delta^{15}\text{N}$) in a forest.

Temperature effects, climate and marine influences on $\delta^{15}\text{N}$ of plants were studied by HEATON (1987).

Oxygen isotopes:

The use of $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, or $\delta^{18}\text{O}$, is in principle the same as noted for hydrogen-, carbon-, and nitrogen isotopes. Methodologically, however, there is an important difference. Because oxygen has a third stable isotope, ^{17}O , the mass of which is intermediate between the others, one has means at hand to control mass fractionation processes in Nature and in the mass spectrometre much better than for elements with only two isotopes. This leads to an increase in precision of the analyses. High precision analyses are required if palaeotemperatures are to be determined.

To know climates and temperatures from past times in ecosystems is important if one wants to understand, e. g., how vegetation and animals which live on plants react to long-term temperature changes on the Earth. Wood or other plant tissue is not well preserved under normal conditions. Therefore, if one goes back in time thousands or even millions of years one will hardly find any remains from plants. But, as animals (and man) have resistant hard tissues such as bone and teeth enamel - one can study these fossil substances.

Because $\delta^{18}\text{O}$ of plants and its dependence on climate (humidity, temperature, etc.) are as well known as are the transfer factors $\delta^{18}\text{O}(\text{plant}) \rightarrow \delta^{18}\text{O}(\text{hard tissue of animals})$, one implicitly has also informations about the palaeodiet of animals and palaeotemperatures in the animals' and plants' past environments. Such rather sophisticated examples for applications of isotope studies are given by, e. g., KOCH *et al.* (1994), KOHN *et al.* (1996), and IACUMIN *et al.* (1996) for oxygen, and by FIZET *et al.* (1995) for carbon and nitrogen.

Sulphur isotopes:

Relatively little work has been done with sulphur isotopes in plants - although S is an important element in the biosphere. There is application in studies where the question is whether a species utilizes marine sulfate sulphur or volcanic vent sulphur (CONWAY *et al.*, 1994). Furthermore, as there are distinct isotope signatures for pedogenic "organic sulphur" and industrial emission sulphur the analyses should provide clues as to the contribution of anthropogenic sulphur (SO_2) to forest decline (see also MACKO and OSTROM, 1992).

Applications of isotope abundance ratios of heavy elements (some examples)

Provenance determinations of wine:

For provenance determinations of wines and fruit juices the methods of stable isotope analyses (δD , $\delta^{18}\text{O}$) are frequently applied (by utilizing geographical effects, see Table 1); in order to determine undue adding of cane sugar or alcohol made from sugar the analysis of $\delta^{13}\text{C}$ is useful. But often respective values for different wine- or juice producing regions overlap and a decision cannot be made.

To help in such ambiguous cases we adapted $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ analyses for provenance determinations (HORN *et al.*, 1993). With this method it is possible to recognize false declarations if the soils in the various wine-producing regions show different $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ and which, fortunately, is practically always the case (the precision of $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ determinations is on the order of some 20 ppm and no soil is identical to that of other regions with respect to $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ - although the general chemical compositions might be very similar).

In Figure 4 a comparison of Sr isotopic signatures of wines with those for slightly acidic aqueous soil-extracts from the respective vineyards (to mimic "acid rain") is presented. In most cases the wine's ratios fall into the expected range for soils. In some cases the match is far from perfect and it was found out (by double-blind studies) that the wines were falsely declared.

In other cases, however, we do not totally understand the discrepancies yet. They might be due to inhomogeneously distributed phosphate fertilizers (with very high Sr-concentrations and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ very different from that of the soils), or to undue sampling of the soil horizons (wine has exceptional deep roots). Alterations of pristine Sr signatures by wine handling and preparation must be considered, too. In any case, the vine wood matches that of the wines (see Figure 2, with one example, and where the quartz-rich soil is totally different in $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ from the

ratios in wood and wine). Relevant systematic studies are only in its beginning. For an empirical determination of wine provenances, however, the method works very well and should be used in conjunction with the other methods (ESCHNAUER *et al.*, 1994) and could be extended to all food-stuffs.

History of environmental lead (Pb-) contamination by tree-ring analyses?

In that the widths and densities of tree-rings reflect environmental conditions such as climate, we analyzed a spruce fir's growth rings from Bavaria (experimental forest Scheyern - remote from direct industrial emissions) for lead isotopes and for concentrations of some indicator elements for pollution. The tree was planted in 1930 and sawed in 1990.

We expected to find Pb-isotopic signatures and increased concentrations of heavy metals and other contaminants which are known to be deposited via atmospheric transport (Pb, Zn, Cu, S, Mn) from the year 1950 on and where environmental pollution started to become significant also in relatively remote areas. The rationale for using Pb isotopes was that industrial- and traffic emissions (leaded gasoline!) show very different isotopic signatures from those of local soils (HÖLZL *et al.*, 1995) and hence allow to distinguish between these sources.

The results are presented in Figure 5 for $^{208}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$; additionally, we present a computer tomography (CT-) image of the wood segment analyzed in Figure 6 to show the good spatial resolution of this innovative imaging technique in forestry.

Interestingly, we do not recognize a change in the isotopic Pb-ratio from geogenic (pedogenic) lead values to more anthropogenic industrial ratios until only very recently. Furthermore, anthropogenic lead admixture to total lead is found only at the lignum/bark boundary and in the bark and in none of the inner tree rings. Similarly, the other potential indicators for pollution (metals and sulphur, see above) are found distributed in a non-systematic, growth-year independent manner in the tree. This becomes very evident in a β^- -ray-radiography image (not shown), and for which the whole wood slice was neutron-activated via the reaction $^{32}\text{S}(n,p)^{32}\text{P} \rightarrow \beta^- \rightarrow ^{32}\text{S}$ in a nuclear reactor and analyzed for the distribution of sulphur (through the courtesy of W. SPIEGEL, PICOLAB, GmbH, München). The sulphur is distributed in a very cloudy manner over the whole section analyzed.

From these (somehow frustrating) results we have to conclude that there is no straightforward conservation of past metal-burden or pollution in growth rings of the spruce-fir analyzed. Instead, it seems that one has to deal with radial redistributions or migrations of heavy metals and even more undefined and nebulous redistributions of the plant-essential element sulphur. This is in marked contradiction to many published studies on tree-ring records of environmental changes with respect to heavy metals and sulphur.

At least, and fortunately, we are not alone with our findings and interpretation. In a number of systematic and thoroughly controlled studies HAGEMEYER (1993, 1995) presented results and interpretations which pre-date and support our interpretation. More definitely, this author denies that "tree rings are reliable

sources of information for retrospective monitoring of past time pollution levels" (ibid., 1995).

Tree-root activity study with Sr-isotopes, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, as tracer

In a laboratory experiment aimed at the understanding of the physiological responses of tree roots to soil perturbations through intense compaction under heavy logging and hauling machinery, we used $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ as tracer. The underlying idea was that any changes in root activity will also affect Sr-uptake which - as an alkaline earth element - can well replace calcium; perhaps, Sr is even essential for plants although a strong discrimination against Ca is-observed during transfer from soil to plant. ^{87}Sr discrimination against ^{86}Sr (mass fractionation) does not occur.

In order to recognize even small consequences for root activities a Sr tracer was applied, the $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (= 87.43) of which was far above any possible isotopic ratio in the soils used for the experiments ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ = 0.7065 - 0.7086).

Plant species studied were young spruce and maple-trees from one single nursery. To prevent inter-plant and experimental biases 4 samples each were treated equally (with respect to temperature, lighting, amount of irrigation water, etc.) and experiments were carried out during the vegetation period; the analytical results for the different samples were combined into one mean value, whereby reproducibility between the independently treated samples proved to be excellent. The plants had been irrigated with normal rain water (+ soil water = unlabelled water in Figure 7) for an extended time-span before the soil compaction experiment was started.

The samples were then arbitrarily and randomly divided into three populations. One of these was subjected to heavy mechanical load and soil-shear in their containers by pistons which should simulate load by heavy machines as they are used in forestry. Then, irrigation of the plants (but those referred to as "reference-plants" - which were further irrigated with unlabelled water) was continued with Sr-labelled water for some time until new shoots appeared.

From the results presented in Figure 7 (samples were ashed before analyzing for Sr-concentrations and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ determinations - the numerical results we do not present here) it can be inferred that the maple-trees increased in their apparent activities more than did the spruces after mechanical stress was applied. For both species the trunks had acquired a larger proportion of labelled Sr than the shoots.

Whether these results are due to mobilisation or increased mobility of Sr in the soil or to root-physiological and morphological changes which were induced by mechanical strain is not totally clear to us. As the experiments are not completed, we refrain from further interpretations. However, as such experiments are conventionally carried out by use of radioactive tracers it can be safely stated that isotopic labelling with non-radioactive $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ opens perspectives for field experiments.

References

- ASWATHANARAYANA, U.: *Principles of Nuclear Geology*. Balkema, 1986
- CONWAY, N. M., KENNICUTT, M. C., VAN DOVER, C. L.: Stable isotopes in the study of marine chemosynthetic-based ecosystems. In: K. LAJTHA and R. H. MICHENER (editors), *Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science*, Blackwell, 158 - 186, 1994
- ESCHNAUER, H., HÖLZL, St., HORN, P.: Isotopensignaturen schwerer Elemente als Parameter zur Charakterisierung von Weinen: Isotopen-Vinogramme. *Die Weinwissenschaft - Viticultural and Enological Sciences*, 3, 125 - 129, 1994
- FAURE, G.: *Principles of Isotope Geology*. John Wiley & Sons, 1986
- FAUST, H.: Stable Isotopes in Agriculture. In: H.-L. Schmidt, H. Förstel and K. Heinzinger (editors), *Stable Isotopes*, Elsevier, 421 - 431, 1982
- FIZET, M., MARIOTTI, A., BOCHERENS, H., LANGE-BADRE, B., VANDERMEERSCH, B., BOREL, J. P., BELLON, G.: Effect of Diet, Physiology and Climate on Carbon and Nitrogen Stable Isotopes of Collagen in a Late Pleistocene Anthropogenic Palaeoecosystem: Marillac, Charente, France. *Journ. Archaeol. Sci.* 22, 67 - 79, 1995
- HAGEMEYER, J.: Monitoring trace metal pollution with tree rings: a critical reassessment. In: B. Markert (editor), *Plants as biomonitors*. VCH Weinheim, 541 - 563, 1993
- HAGEMEYER, J.: Radial distributions of Cd in stems of oak trees (*Quercus robur* L.) re-analyzed after 10 years. *Trees*, 9, 200 - 203, 1995
- HEATON, T. H. E.: $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ratios of plants in South Africa and Namibia: relationship to climate and coastal/saline environments. *Oecologia*, 74, 236 - 247, 1987
- HOEFS, J.: *Stable Isotope Geochemistry*. (Minerals and Rocks; 9). Springer-Verlag, Berlin, 1987
- HÖLZL, St., TODT, W., SPIEGEL, W., MATTHIES, D., HORN, P.: Pb- and Sr isotopic ratios as tracers in tree growth studies. *Abstract IUG, Sraßburg*, 1 page, 1995
- HORN, P., HÖLZL, St., SCHAAF, P.: Pb- und Sr- Isotopensignaturen als Herkunftsindikatoren für anthropogene und geogene Kontaminationen. *Isotopenpraxis-Environment. Health Stud.*, 28, 3/4, 263 - 272, 1992
- HORN, P., SCHAAF, P., HOLBACH, B., HÖLZL, St., ESCHNAUER, H.: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ from rock and soil into vine and wine. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 196, 407 - 409, 1993
- HÜBNER, H.: Isotope Effects of Nitrogen in the Soil and Biosphere. In: P. Fritz and J. Ch. Fontes (editors), *Handbook of Environmental Isotope Geochemistry, Vol. 2, B*, Elsevier, 361 - 425, 1986
- IACUMIN, P., BOCHERENS, H., MARIOTTI, A., LONGINELLI, A. (1996): Oxygen isotope analyses of co-existing carbonate and phosphate in biogenic apatite: a way to monitor diagenetic alteration of bone phosphate? *Earth Planet. Sci. Lett.* 142, 1 - 6.

- KOCH, P. L., FOGEL, M. L., TURCOSS, N.: Tracing the diets of fossil animals using stable isotopes. In: K. LAJTHA and R. H. MICHENER (editors), *Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science*, Blackwell, 63 - 92, 1994
- KOHN, M. J., SCHOENINGER, M. J., VALLEY, J. W.: Herbivore tooth oxygen isotope compositions: Effects of diet and physiology. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 60, 3889 - 3896, 1996
- LAJTHA, K. and MICHENER, R. H. (editors), *Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science*, Blackwell, 1994
- LUTZ, O., HUMPFER, E., SPRAUL, M.: Ascertainment of Boric Acid Esters in Wine by ^{11}B -NMR. *Naturwissenschaften*, 78, 67 - 69, 1991
- MACKO, S. A., OSTROM, N. E.: Pollution studies using stable isotopes. In: K. LAJTHA & R. H. MICHENER (editors), *Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science*, 45 - 62, 1994
- NADELHOFFER, K. J. & FRY, B.: Nitrogen isotope studies in forest ecosystems. In: K. LAJTHA & R. H. MICHENER (editors), *Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science*, 22 - 44, 1994
- O'LEARY, M. H.: Carbon isotopes in photosynthesis. *BioScience*, 38, 328 - 336, 1988
- WAGNER, G. A.: *Alterbestimmungen von jungen Gesteinen und Artefakten*. Enke, 1995
- WHITE, J. W. C., COOK, E. R., LAWRENCE, J. R., BROECKER, W. S.: The D/H ratios of sap in trees: implications for water sources and tree ring D/H ratios. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 49, 237 - 246, 1985



Figure captions

Figure 1:

This figure illustrates that with at least three independent isotope ratios perfect isotopic fingerprinting in three-dimensional space can be achieved (in the strict sense of the expression, it should read "isotopic fingerprinting of elements"). Scales are not valid for nuclide systems in brackets

Figure 2:

Schematic display of some common interactions of terrestrial matter with cosmic rays which lead to the formation of radionuclides in the terrestrial environment and which are used in environmental studies for dating and provenance determinations.

Figure 3:

Depiction of some plants in the H/C- δ -diagram and which use the biochemical photosynthetic C₃-, C₄-, and CAM- biochemical pathways (Calvin-, Hatch-Slack-, and Crossulacean Acid Metabolism-; O'LEARY, 1988). All trees are C₃-plants and also, e. g., rice, wheat, barley, beans, tuber plants such as potatoes, maniok, cassava, and nuts. C₄-plants are, e. g., tropical grasses and grasses growing at the higher temperatures in moderate climatic zones. Corn and sugar-cane also belong to this group of plants. CAM-plants are found amongst night-active succulents in hot and dry regions (cactuses, agaves); their high δD -values can be explained by high mass fractionation through intense evapotranspiration. $\delta^{13}C$ in atmospheric CO₂ and CO shows decreasing values since the beginning of the industrial age due to burning of fossil carbon (coal and petroleum). At the same time (from about 1750 until today) the atmospheric CO₂ concentration increased from about 280 ppmv to approx. 360 ppmv (molecules/molecules of air, parts per million)

Figure 4:

See text for explanations; the soil- and vine-wood samples analyzed were collected in the field with the help of B. WULF-BÖHNISCH, Mainz

Figure 5:

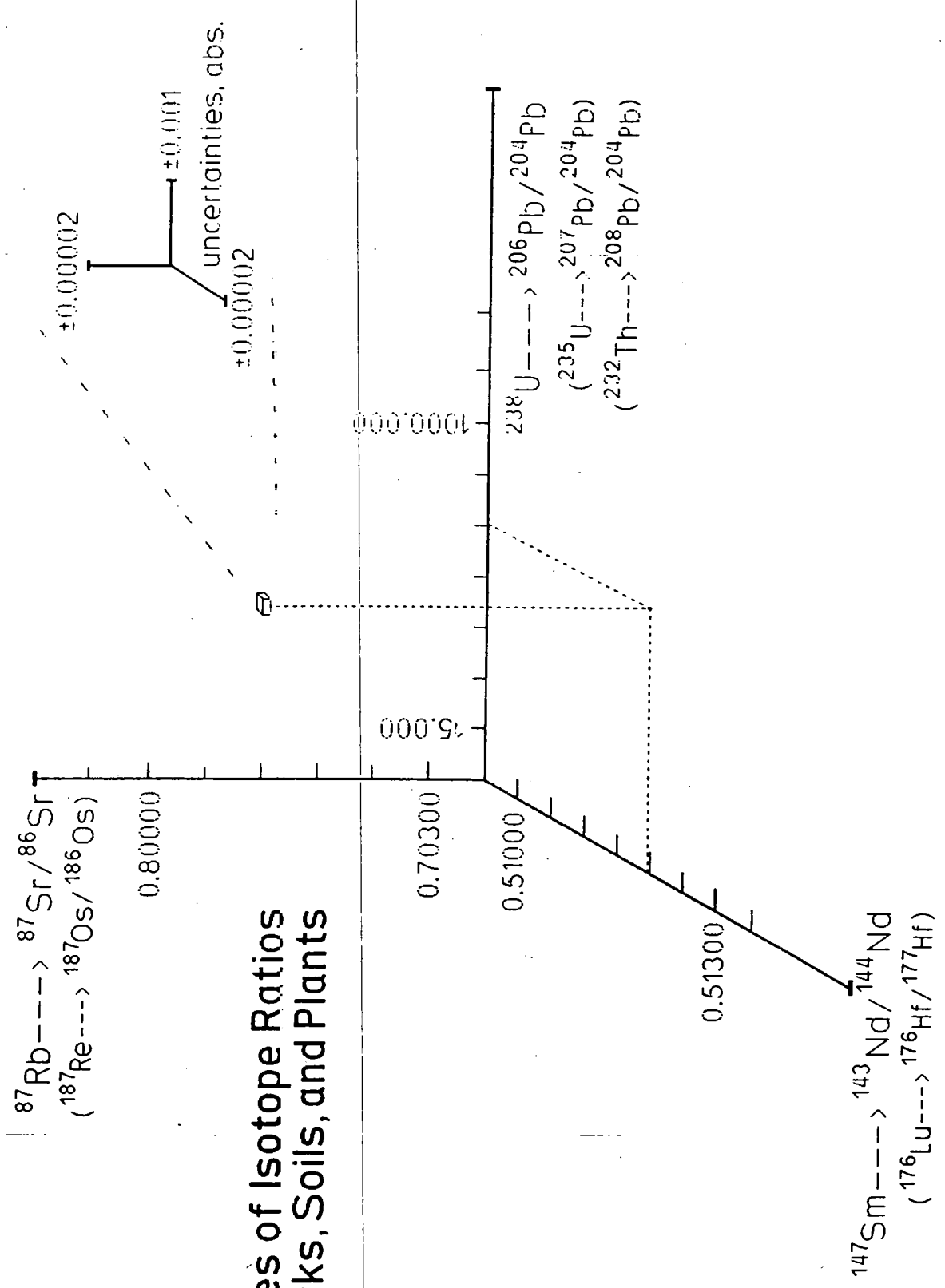
Thorogenic vs. uraniumogenic lead isotopes, $^{208}Pb/^{207}Pb$, in growth rings of successive years from a spruce-fir from Bavaria. By using $^{206}Pb/^{207}Pb$ or $^{206}Pb/^{204}Pb$, the interpretation that redistribution of lead took place until 1990 (the year of sawing the tree) or that anthropogenic lead never became fixed in the tree - would not be changed (see text). It is known from independent arguments that lead with anthropogenic isotopic composition was deposited beginning in 1950 at the site the tree grew

Figure 6:

X-ray Computer tomography (CT-image) of the tree-trunk disk analyzed for lead isotopes and elements (see Figure 5). The conditions for computer tomographic images are given in MATTHIES (this volume)

Figure 7:

Results of a Sr-isotope tracer experiment aimed at understanding tree-root activities after compaction of soil; the values displayed are arithmetic means from four independent samples each (see text for further explanations)



Ranges of Isotope Ratios
in Rocks, Soils, and Plants

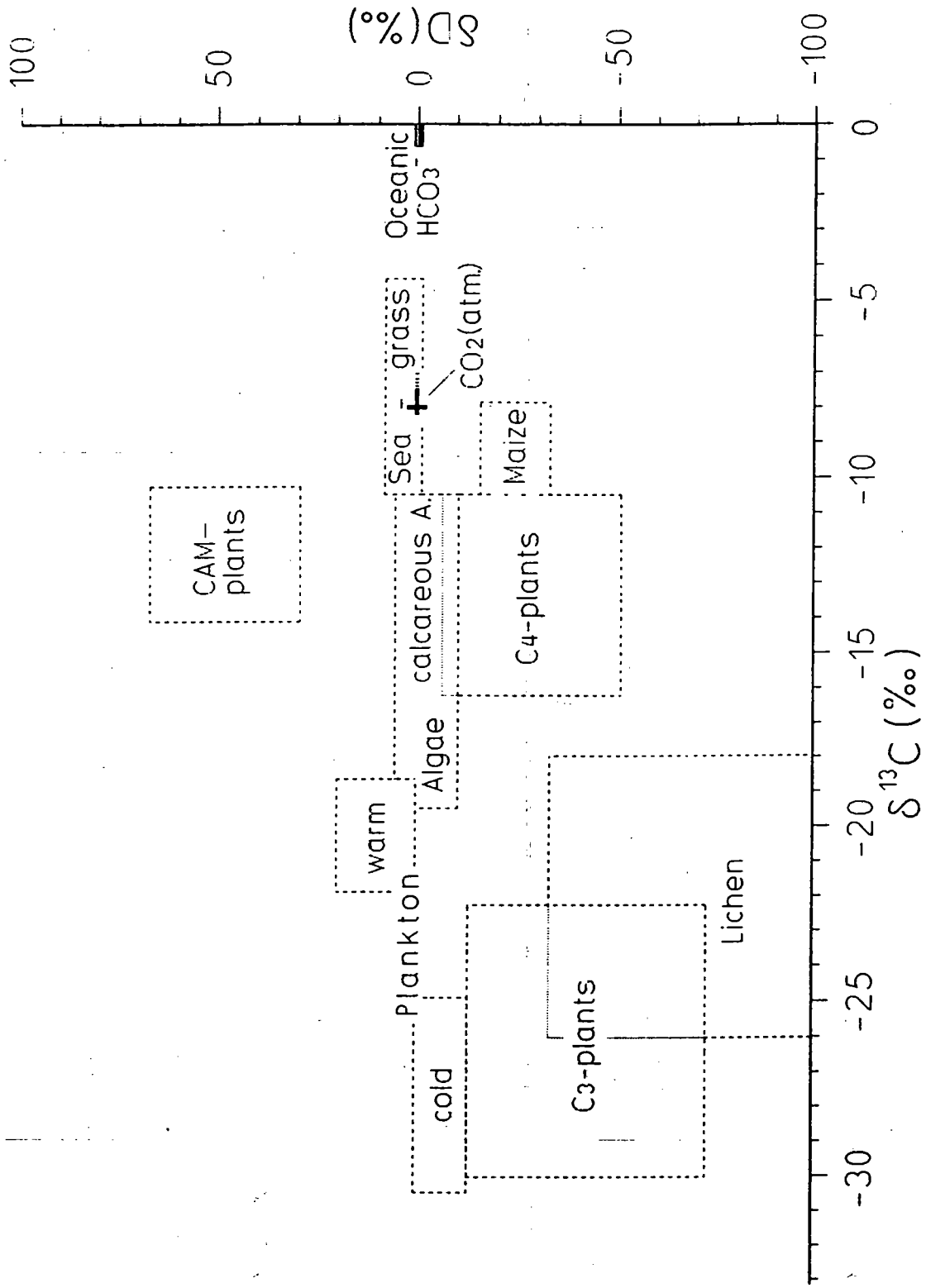
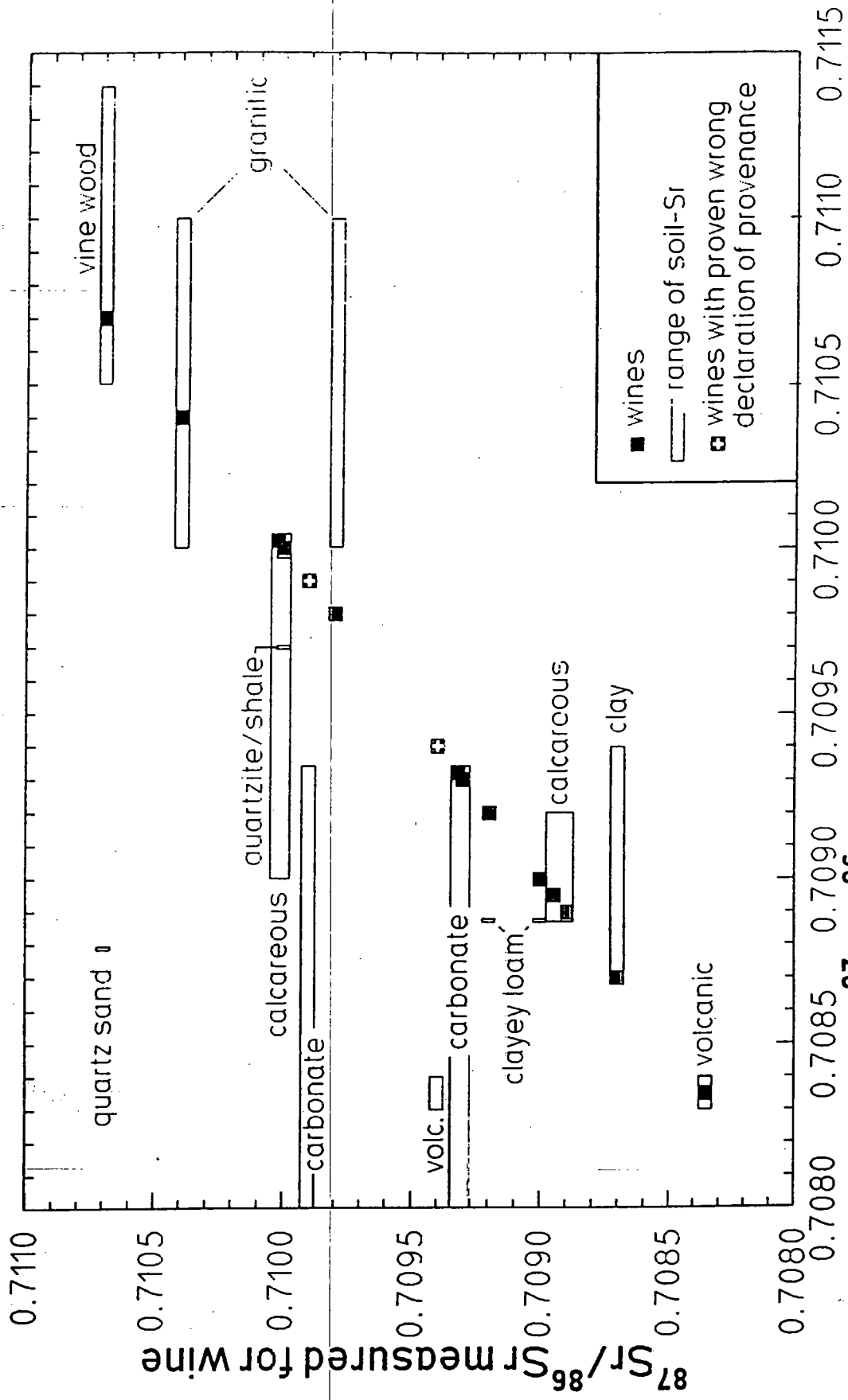


Fig. 3



87Sr/86Sr measured for mobile soil-Sr

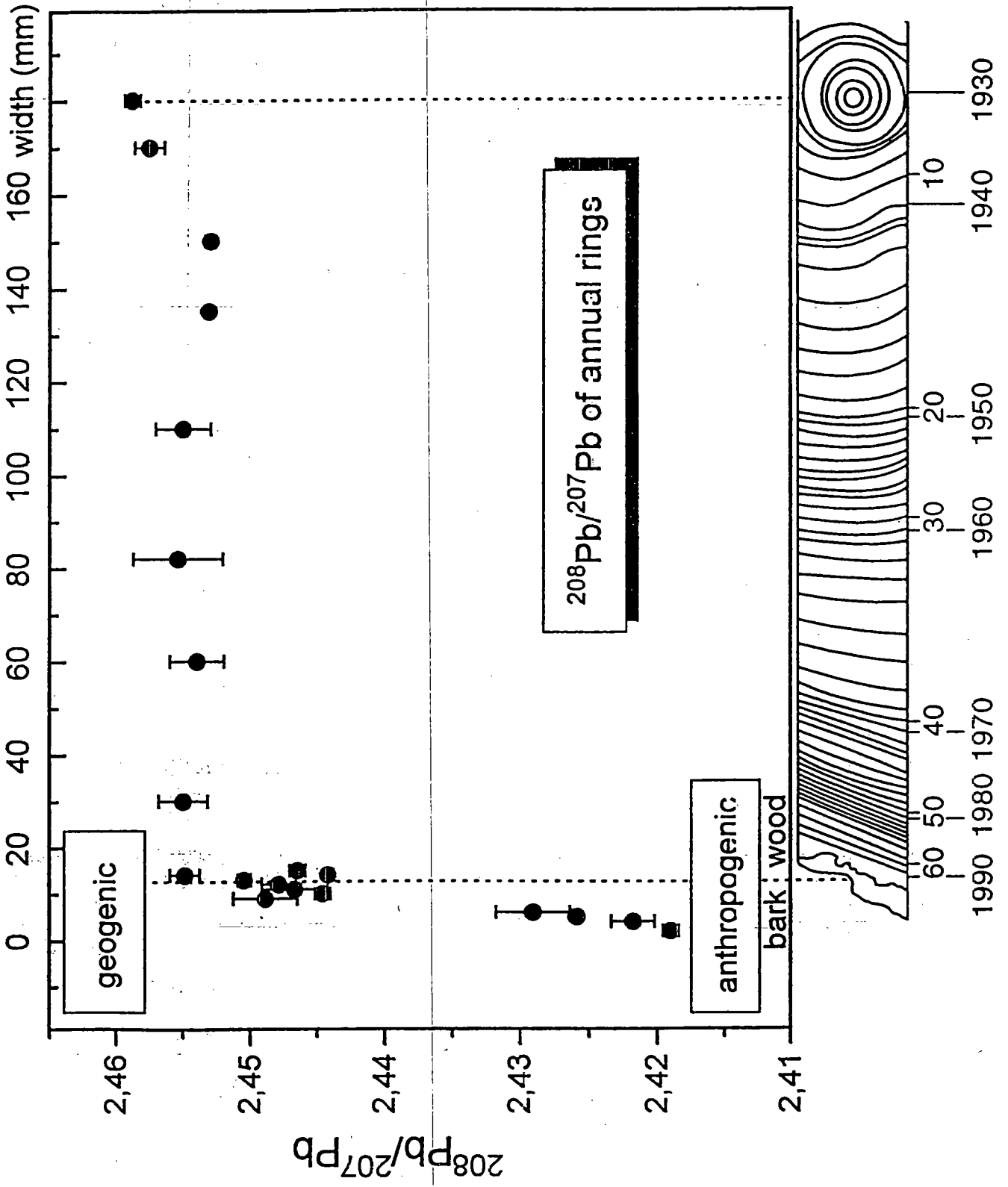


Fig. 5

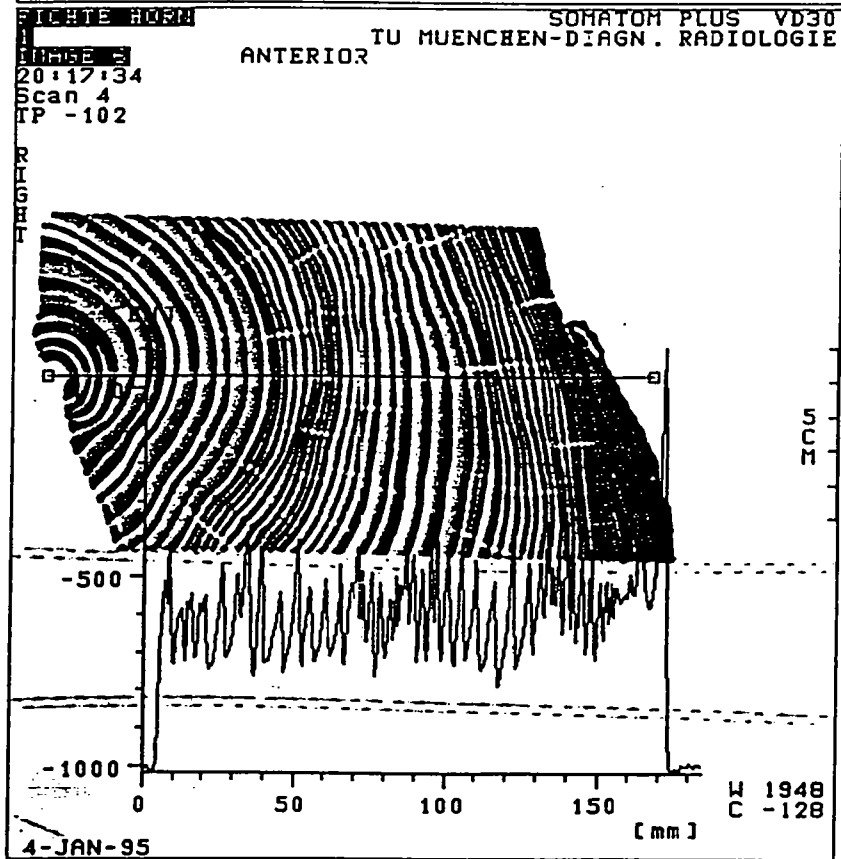
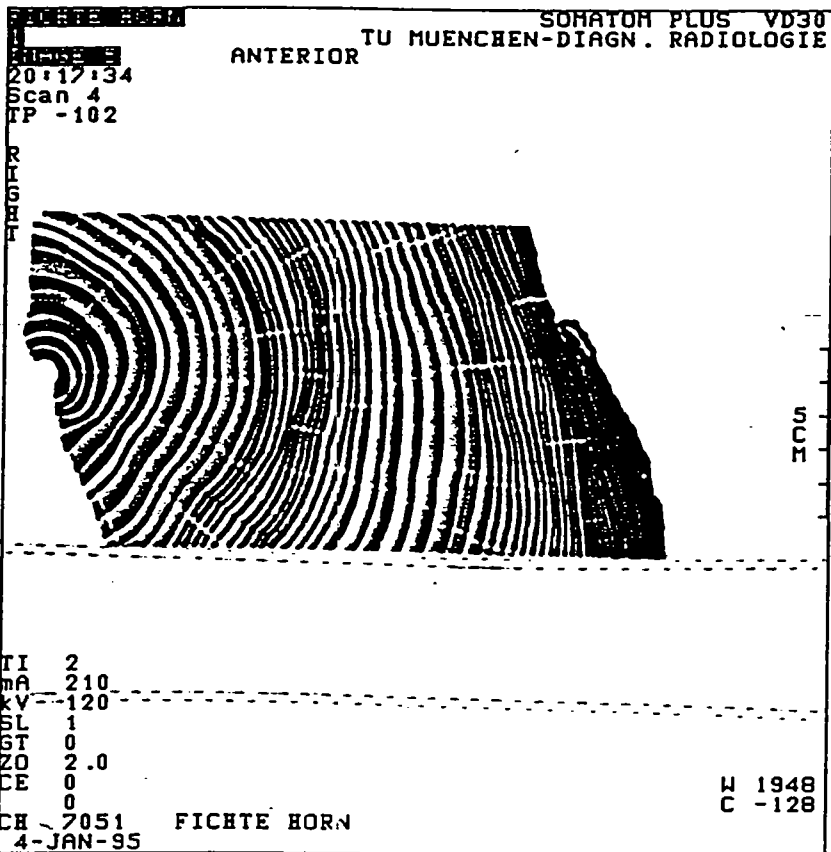
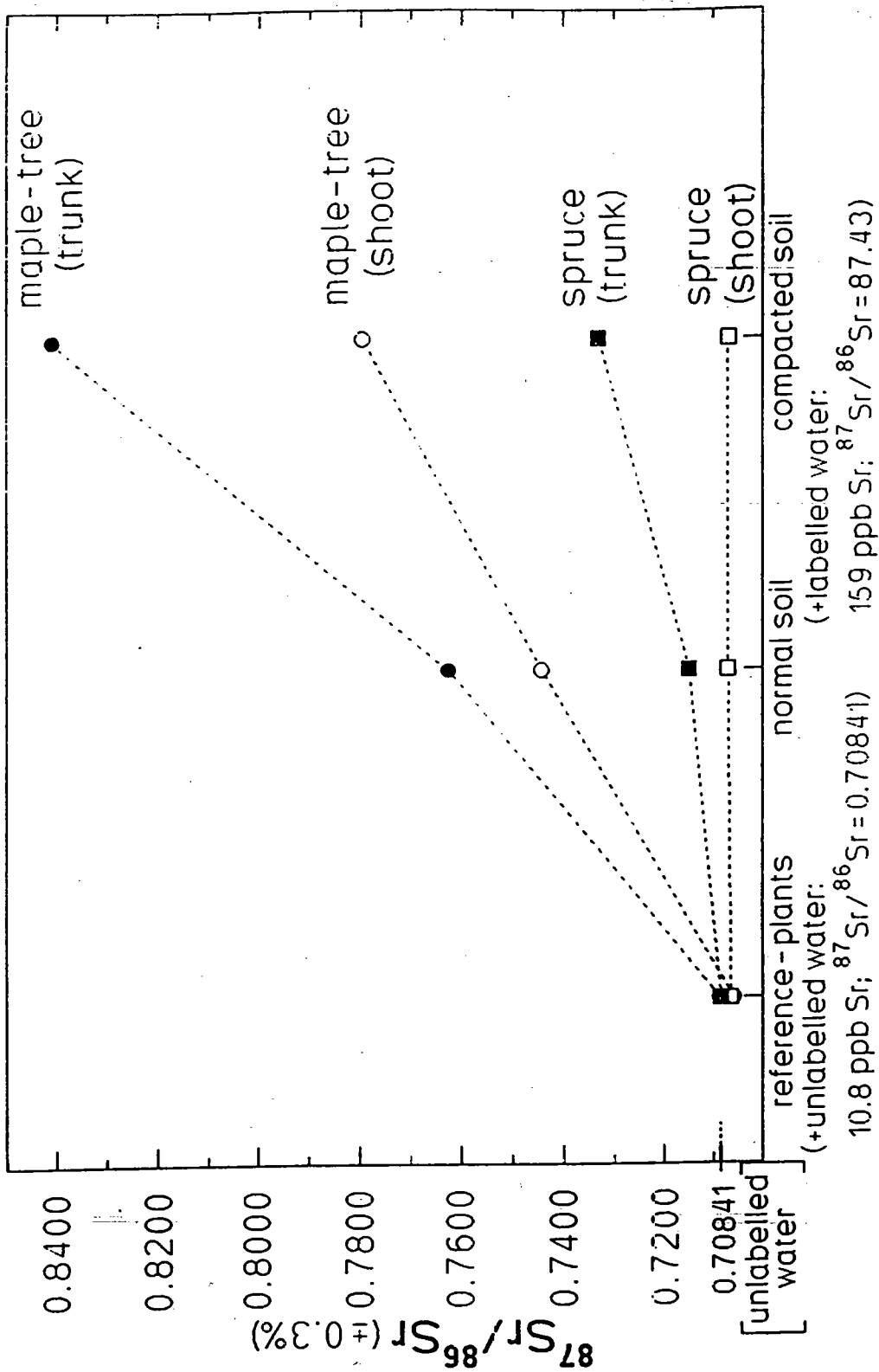


Fig 6



Material analyzed

THE MULTIPLE USE OF THE FOREST ROADS AND THEIR CATEGORIZATION

Igor Potocnik

Biotechnical Faculty, Department of Forestry

Ljubljana, Slovenia

Abstract

The article deals with the multiple use of the forest roads. Fifteen of the most frequent uses of the forest roads were analyzed from the sample 1/6 of all the forest roads in Slovenia. On an average the forest use is the most important, but from the local point of view some other uses of the forest roads could be more important. Forest roads are categorized on the base of exploited transportability. The framed standards of maintenance, road equipment and way of use are defined to the particular categories of the forest roads.

1 INTRODUCTION

Roads are closely connected to humanity. Old cultures have been aware in importance of good traffic connections for military and merchant purposes. Yet the first road connections in Slovenia come from the Roman's period. In that time forest represented the source of energy what had the great importance in 14th century for mining and iron-works. Glass works were also presented in Slovenian forests. Introduction of the steam machine meant a revolution - water saw-mills were moved closer to forests. Thus wood became the good. In 1849 Ljubljana and Trieste were connected by the railway what represented woods as the goods. The first notes about the forest roads arose from Trnovski gozd at the end of 19th century. Planning of the forest roads also comes from that period. Railway and carts put by animals to the carriage were substituted by motor wheels after 2nd World War. Forest roads were adapted to the means of wood transport. Opening up of the forests started by introduction of machine construction of the forest roads. Nowadays, there are approx. 12,650 km forest roads in Slovenia that perform the solid base for the quality forest management - what is hardly realized without forest communications (POTOCNIK 1993).

Forest communications (especially the forest roads) are necessary for the management with forests. The forest roads are the base for connections among other communications in the forests. Traffic on the forest roads rises from:

- the forest management which is the fundamental role of the forest roads,
- other users of the forest space (hunting, cattle-breeding, gathering, recreation, tourism, tripping, mountaineering, etc.),
- traffic through the forest space but not directly connected to it (opening up the farms, hamlets, villages, hunting cottages, etc.).

Forest roads with heavier traffic load have to be complied to higher demands in mean of quality, maintenance, transportability. On the other hand the forest roads loaded with lighter traffic could be more simple.

Demands for social and ecological functions of the forests are getting strength due to development of society. The forest roads must be adapted to demands - they perform many of non-production tasks which are the consequence of modern living way. The consequences of these trends will indicate as traffic increasing on the forest roads. The forest roads with heavier traffic load will have to be enabled for the increased traffic additionally. Higher share of non-forestry uses on the forest roads will demand higher standards of transportability, road equipment and maintenance of the forest roads. As a result of these reasons standards of maintenance, road equipment and using of the forest roads should be ordered for each category of the forest roads.

2 WORKING METHOD

We were deciding between analytical access (with extensive field measuring of the traffic load and traffic structure) and organized collecting information by the different users of the forest roads. We decided for a mixed type of the researching approach. The first part of the research will analyze the traffic of the forest roads in details. The second part of the research will give elements for framed analysis of using the forest road. Thereby we chose 2 field objects near Ljubljana where we observed traffic circumstances during the year 1994 and more than 1/6 of the forest roads in Slovenia were taken into the analysis.

3 RESULTS

3.1 Analysis of the forest roads' uses

We analyzed 15 of the most important uses of the forest roads:

1. forestry use
2. opening up the villages
3. hunting
4. opening up the cottages
5. opening the farms
6. opening the hunting cottages
7. opening the wildlife reserves
8. opening the mountain cottages
9. transit use
10. tourist use
11. police use
12. agriculture use
13. military use
14. gathering use
15. sport and recreation.

In sample of 2,172.6 km of the forest roads we found out 33% of main roads, 32% of turnings of the 1st level, 13% of dead-end turnings, 13% of turnings of the 2nd level, 6% of transit forest roads, 2% of

turnings of the 3rd level and 0% of turnings of the 4th level. Therefore Slovenian particularities are not wide forest areas but incorporation of minor forest areas into urban landscape.

Considering the different uses of the forest roads beside their presence is important in general their duration per year. Therefore we added the time dimension for measuring their relative importance. We implemented as an unit the product between the length of the forest road and the duration of the particular use per year (daykilometers - daykm). On an average we found 3.8 uses of the forest roads for each of the analyzed forest roads. We considered two most important uses of the forest roads as they contribute the most to the total traffic load of the forest roads.

Table 1: Contributions of particular uses and situations of the forest roads to total traffic use of the forest roads

USE OF FOREST ROADS	Main forest road	Turning of the 1 st level	Turning of the 2 nd level	Turning of the 3 rd level	Turning of the 4 th level	Dead-end turning	Transit forest road	TOTAL
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Forestry	15.90	12.30	4.10	0.53	0.07	4.71	2.47	40.08
Hunting	5.98	5.36	1.72	0.33	0.00	2.61	0.77	16.76
Farms	6.79	2.59	1.14	0.17	0.12	1.05	0.87	12.74
Wildlife reserves	1.49	2.46	1.84	0.04	0.00	0.34	0.24	6.41
Villages	2.39	0.67	0.15	0.00	0.00	0.93	0.96	5.11
Transit	1.10	1.49	0.25	0.05	0.00	0.00	1.00	3.89
Tourism	2.05	0.42	0.38	0.11	0.00	0.25	0.17	3.37
Sport+ Recreation	1.63	0.26	0.12	0.13	0.02	0.17	0.16	2.48
Cottages	1.00	0.54	0.04	0.02	0.06	0.53	0.02	2.21
Police	0.39	0.47	0.46	0.18	0.00	0.19	0.11	1.79
Hunting cottages	0.80	0.61	0.06	0.00	0.00	0.01	0.11	1.60
Gathering	0.46	0.28	0.12	0.00	0.02	0.17	0.14	1.19
Military	0.42	0.26	0.20	0.09	0.00	0.33	0.00	1.30
Agriculture	0.18	0.19	0.07	0.01	0.00	0.10	0.02	0.57
Mountain cottages	0.26	0.17	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.48
TOTAL	40.83	28.08	10.69	1.69	0.28	11.39	7.04	100.00

The forestry use of the forest roads is the most important. Other interests on the forest roads are strongly represented as well. Regarding the whole opening up of the farms and hunting are important. The main forest roads and turnings of the 1st level have the highest traffic load - 2/3 of uses of the forest roads perform on them. Turnings of the 2nd level and dead-end turnings have approx. 11% of the total use of the forest roads. Turnings of the 3rd and 4th level have the least traffic loading.

As a whole the forestry use of the forest roads presents 40% of the total use of forest roads. Hunting and opening the farms are the uses which are relatively important. Together they present 70% of the total use of the forest roads.

The forestry use of the forest roads performs 16% on the main forest roads and 12% on the turnings of the 1st level according to the total use of forest roads. There are also important the uses like hunting and opening the farms on the main forest roads and on the turnings of the 1st level and hunting on the dead-end turnings.

3.2 Analysis of the forest roads' transportability

The importance of the forest roads and the particular use of the forest roads were analyzed by the transportability of the forest roads (POTOCNIK 1996). We paid attention to examining the exploited transportability of the forest roads. Thereby we are able to compare the importance of the forest roads' uses from the local point of view. The majority of the uses of the forest roads exploit the transportability of the forest roads between 50% and 70%. The uses of opening the farms and villages perform the highest level of exploited transportability.

Main forest road

The uses of the forest roads at opening up of the farms and villages exploit transportability in whole. They are followed by uses like forestry, hunting and police with 3/4 of exploited transportability. 2/3 of available transportability exploit uses like tourism, transit, opening up of cottages and hunting cottages. 1/2 of available transportability exploit uses like sport and recreation, military and opening up of wildlife reserves. Agriculture and gathering exploit transportability of the forest roads to 1/3.

Turning of the 1st level

Opening the farms and villages exploit transportability of the forest roads completely. Agriculture and gathering exploit 1/4 of available transportability. Majority of uses of the forest roads exploit less available transportability comparing to the main forest roads.

Turning of the 2nd level

The level of exploited transportability is similar to turnings of the 1st level. Uses in opening up of the farms and villages exploit transportability most completely. We found out 2/3 of exploited transportability at uses like forestry, transit, police, military and opening up of wildlife reserves.

Turning of the 3rd level

There are uses of the forest roads which exploit available transportability completely (opening up of farms and mountain cottages, military and police). On the other hand there are uses with decreasing level of exploited available transportability (for instance forestry, hunting, gathering).

Turning of the 4th level

The absence of majority uses is significant. For all those, the uses of opening up of the farms and cottages exploit available transportability.

Dead-end turning

Transportability is well exploited by the uses of opening up of the farms, villages, military and worse exploited by both seasonal uses (agriculture and gathering). More than 1/2 of available transportability exploit the uses like police, opening up of cottages, hunting, tourism, forestry and opening up of hunting cottages.

Transit forest road

The majority of uses on the forest roads exploit the transportability between 1/2 and 2/3. Opening of the hunting cottages stands over an average and gathering stands below an average with 1/5 of exploited available transportability.

3.3 Categorization of the forest roads

On the base of the performed analysis we could conclude that the forestry use is the most important and - according to this statement - subordinate required technical elements, road equipment and maintenance of the forest roads. Beside that, a factor that would consider life interests for presence of the particular use of the forest roads, is missed. Earlier we discussed about the level of the exploited transportability of the forest roads. Exactly that factor is the one that contains the social point of view - interest.

Therefore we divided the uses of forest roads into 4 groups:

- Uses which exploit transportability of the forest roads by around 100% are presented: opening up of the villages and farms. The group presents 10.7% of the analyzed roads.
- Uses which exploit transportability by more than 75% - opening up of the mountain cottages, cottages and hunting cottages, military, police and transit. The group represents 9.8% of the analyzed forest roads.
- Uses which exploit transportability of the forest roads by 66% - forestry, hunting, tourism, sport, recreation and opening up of the wildlife reserves. The group represents 75.5% of lengths of the analyzed forest roads.
- Uses that exploit available transportability by less than 50% - seasonal uses (agriculture and gathering) are presented. The group represents 4% of the analyzed lengths of the forest roads.

According to the Slovenian forest legislation (1994, 1996) we merged the groups into three main categories of the forest roads.

Table 26: The united uses of the forest roads

USE OF THE FOREST ROADS	Length of the forest roads	Duration of the use of forest roads	Exploited transportability of the forest roads	Description
	(km)	(daykm)	(%)	
Villages	3.0%	5.2%	100.0%	Category 1 Marked public use, high level of exploited transportability; local communities take-over their management
Farms	7.7%	13.0%	99.1%	
Transit	3.5%	4.5%	89.2%	
Mountain cottage	0.4%	0.5%	87.9%	
Police	1.4%	1.8%	93.4%	Category 2 Important public use, level of exploited transportability is variable
Military	0.9%	1.2%	86.6%	
Cottage	2.0%	2.3%	79.2%	
Hunting cottage	1.6%	1.6%	74.7%	
Tourism	3.5%	3.3%	67.4%	
Sport and recreation	2.8%	2.4%	61.1%	
Agriculture	0.9%	0.6%	48.4%	
Gathering	3.1%	1.3%	31.0%	
Hunting	18.2%	16.7%	67.5%	Category 3 Marked forest management's use of forest roads including wildlife management
Wildlife reserve	8.2%	6.3%	37.7%	
Forestry	42.8%	39.2%	65.3%	

Category 1: Mark GI/1. Public use of the forest roads is stressed and predominated. Public traffic is presented daily and it is important for the life of people. Uses like opening up of the farms, villages, mountain cottages and other tourist objects and transit use of the forest roads are presented in the group GI/1. High level of the exploited transportability is significant. The group represents 14.6% of analyzed forestry roads' lengths. Calculating of all the forest roads in Slovenia the group GI/1 would present 1,850 km of the forest roads.

Category 2: Mark GI/2. Public use of the forest roads is important, but not as much as local communities would take-over their maintenance. The uses like tourism, sport, recreation, police, military, agriculture, gathering, opening up of the hunting cottages and cottages are presented. The group GI/2 represents 16.2% of the analyzed forest roads' lengths. The level of exploited transportability of the forest roads is variable and with a local character. Calculating of all the forest roads in Slovenia, the group GI/2 would include 2,050 km of the forest roads.

Category 3: Mark GII. Group is the most extensive and represents 69.2% of the analyzed forest roads' lengths (8,750 km in Slovenia). Uses are presented as rising due to management with forest's ecosystem (not only forest management but wildlife management as well). The combination of uses is professionally correct. According to the extension of the group it is reasonable to divide it into 2 subgroups: the main forest roads (GII) and the side forest roads (GIII). The average traffic load of 12 vehicles per forestry exploited day is proposed as a delimitation among the main and the side forest roads (counting at a junction of forest road to a public road).

4 STANDARDS OF MAINTENANCE, ROAD EQUIPMENT AND WAY OF USE OF THE FOREST ROADS

The group of the forest roads which has the different traffic load has to be complied to the specific requires (technical elements, standards of maintenance and road equipment). Forest roads with marked public traffic have to be complied to the different standards as those with marked forestry traffic. Therefore we defined wider frames of standards of maintenance, road equipment and way of use.

Category GI/1

Public traffic is predominated. Due to the character of the traffic local communities take-over their management. Regular maintenance and whole-year-lasting transportability should be ensured. In case that local communities are not available to take-over their management, roads are classified to the category GI/2.

Category GI/2

MAINTENANCE: roads should be transportable the whole year. Regular maintenance of carriageway, culverts, ditches, etc. and winter maintenance (ploughing, sanding) should be ensured.

ROAD EQUIPMENT: at the beginning of the forest road there are placed marks which are showing the road is a forest road, with necessary sign-posts, other warnings (speed limit, general warnings, allowed axle pressure, etc.). In front of the dangerous sites there should be placed signs of warnings and metal parapets.

WAY OF USE: no limits for personal traffic, the possibility of truck traffic regarding the temporary restriction of axle pressure (after long-lasting rains and during the period of thawing).

Category GII

MAINTENANCE: roads should be transportable the whole year. Regular maintenance of carriageway, culverts, ditches, etc. and winter maintenance (ploughing, sanding) should be ensured.

ROAD EQUIPMENT: at the beginning of the forest road there are placed marks showing that road is a forest road, the category of the forest road, necessary sign-posts, other warnings (speed limit, general warnings, allowed axle pressure, etc.). In front of the dangerous sites signs of warnings and metal parapets should be placed.

WAY OF USE: no limits for personal traffic, possibility of the truck traffic for temporary restriction of axle pressure (after strong rains and during the period of thawing).

Category GIII

MAINTENANCE: only regular maintenance of culverts, ditches, etc. should be ensured. Maintenance of carriage-way and winter maintenance are irregular - according to needs of the forest management. Roads are not necessarily transportable the whole year.

ROAD EQUIPMENT: roads have no signs and road furniture.

WAY OF USE: roads can be closed for the public traffic. Roads could be closed for the truck traffic after strong rains and during the period of thawing.

5 SUMMARY

Forest roads in Slovenia have the tradition of planning. They constitute an important part of the Slovenian road network. Forest roads are destined to forest managing and to other non-forestry users. In the present research 15 most frequent uses of the forest roads were analyzed. Intensive particular uses of the forest roads influence upon the quality of their maintenance, road equipment and way of their use. Considering this fact as a base we performed the categorization of the forest roads

The forestry use of the forest roads is the most important and presents 40% of the total use of the forest roads followed by the hunting (17%) and opening the farms (13%). 2/3 of the total use of the forest roads are performed on the main forest roads and turnings of the 1st level. The least loaded are the turnings of the 3rd and 4th level.

The local characteristics influence upon the importance of particular use. We improved the results of the previous analysis by the analysis of the transportability of the forest roads. The majority of the uses of the forest roads exploit the transportability between 50% to 70%. On the base of the exploited transportability we joined the uses of the forest roads into 4 groups:

- in the 1st group there are the uses which exploit the transportability of the forest roads by approx. 100% (opening the farms and villages),
- in the 2nd group there are the uses which exploit the transportability of forest roads by more than 75% (opening of the mountain cottages, cottages and hunting cottages, police and transit),
- in the 3rd group are appear the uses which exploit the transportability by around 60% (forestry, hunting, sport and recreation and opening the wildlife reserves
- in the 4th group are found the uses which exploit the transportability by less than 50% (agriculture and gathering).

Finally 4 groups were joined into 3 categories:

- marked public use, high level of exploited transportability, local communities take over their managing,
- important public use with variable level of exploited transportability,

- marked forest management's use including the wildlife management. According to the extension of the group, it is divided into 2 subgroups: the main forest roads (GII) and the side forest roads (GIII). The average traffic load of 12 vehicles per forestry exploited day is proposed as a delimitation among the main and the side forest roads .

The framed standards of the maintenance, the road equipment and the way of use are prescribed for the particular categories of the forest roads. The categories with important public (non-forestry) use should fit to higher demands as the categories with less intensive and first of all forestry traffic.

6 REFERENCES

1. POTOČNIK, I., 1993. - Economical Aspects of Forest Roads' Maintenance.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 41, p. 155 - 171.
2. POTOČNIK, I., 1994. Periodical Maintenance of Forest Roads.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 44, p. 107 - 124.
3. POTOČNIK, I., 1996. The Multiple Use of the Forest Roads as an Criterion for their Categorization.- Dissertation Thesis, Biotechnical faculty, Ljubljana, XV+241 p.
4. - 1996. Program razvoja gozdov v Sloveniji.- Ur.l. R. Slovenije, 14, p 981 - 994.
5. - 1994. Zakon o gozdovih s komentarjem.- RS Ministrstvo za kmetijstvo in gozdarstvo, Ljubljana, 43 p.

