

Prof. Ninoslav Lovrić
Šumarski fakultet,
Z a g r e b

RACIONALNA IZGRADNJA KOLNIČKIH KONSTRUKCIJA ŠUMSKIH PUTOVA U SUVREMENOM GOSPODARENJU ŠUMAMA

U novije vrijeme postignut je znatan napredak u izgradnji kolničkih konstrukcija javnih putova u pogledu postupaka izgradnje, konstrukcionih principa i racionalizacije izgradnje. Taj napredak je rezultat znanstvenih istraživanja i stečenih iskustava na području izgradnje javnih putova.

Navedeno se može uspješno primijeniti i na izgradnju kolničkih konstrukcija šumskih putova, čime se postiže bolji tehnički učinak u izvedbi i ekonomičnosti izgradnje. Uspjeh je tim veći ako se postigne kvaliteta izvedba uz što manje troškove. To je sa stanovišta gospodarenja šumama teško postići međusobno uskladiti budući da kvaliteta izvedba zahtijeva i veće troškove izgradnje.

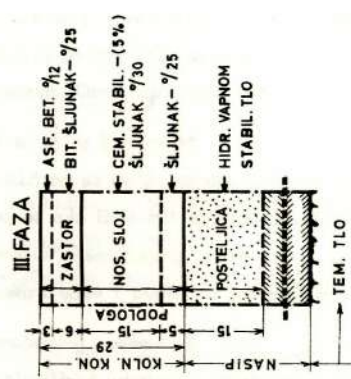
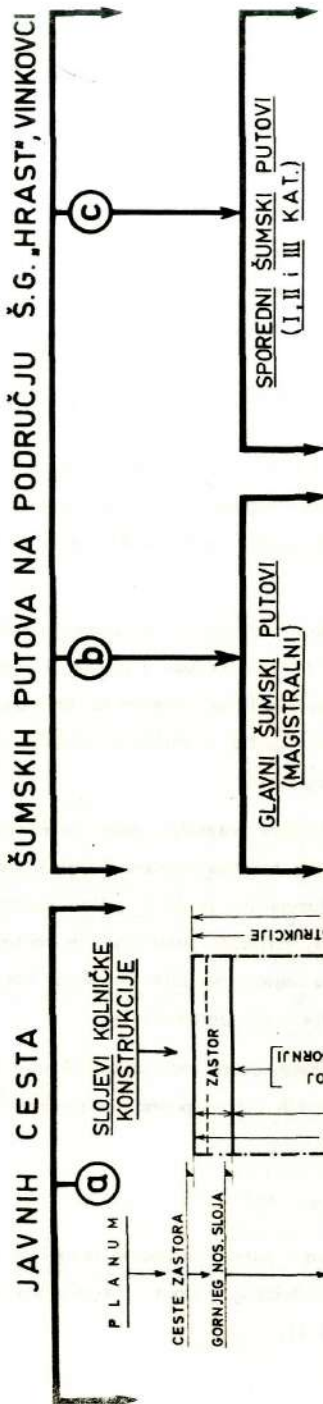
Suvremeno gospodarenje šumama postavlja, pored ekonomičnosti kao primarnog zahtjeva, i potrebu korištenja odnosno trajanja kolničke konstrukcije u predviđenom ili još dužem vremenskom periodu. Razumljivo je da je pritom nužno postaviti ispravne i jasne koncepcije trajnije vrijednosti. Prilikom realizacije tih koncepcija, kod projektiranja odnosno izgradnje šumskih putova nastaju različite poteškoće kao npr. topografske, geotehničke i klimatske, koje, takodje treba ispravno riješiti.

Na temelju izloženog, u ovom će se radu prikazati neka racionalna rješenja izgradnje kolničkih konstrukcija šumskih putova prema novijim konstrukcionim principima i postupcima izvedbe.

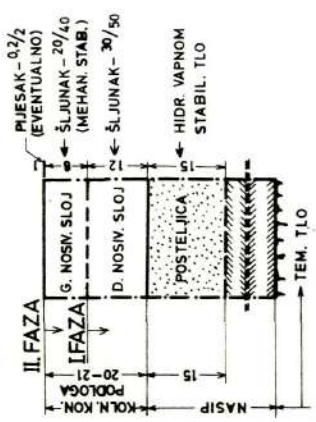
1. KOLNIČKE KONSTRUKCIJE ŠUMSKIH PUTOVA

Kolnička konstrukcija javnih putova obično se izvodi od dvoslojnog gornjeg sloja (habajućeg i veznog), tzv. kolničkog zastora, i dvoslojnog nosivog sloja (gornji i donji), koji nazivamo podlogom (sl.1).

SISTEM VERTIKALNE IZGRADNJE KOLNIČKIH KONSTRUKCIJA



PODACI:
 PROJEKTI BIRO, PALMOTIČEVA 45,
 ZAGREB, ING. M. JUZBAŠIĆ,
 ING. P. JURIĆ



PODACI:
 PROJEKTI BIRO Š. G. HRAST*
 OSIJEK, ING. J. MAZANEK

Slika 1

S obzirom na vrstu upotrijebljenog veziva i materijala, navedeni konstrukcioni slojevi mogu biti učvršćeni odnosno izvedeni na sljedeće načine:

- vodom kao vezivnim sredstvom,
- ugljikovodičnim (tamnim) vezivom,
- cementom, vapnom, vodenim staklom i ostalim vezivnim sredstvima,
- taracanjem prirodnim ili umjetnim kamenom odnosno različitim drvnim materijalom, što rijetko dolazi u obzir za šumske putove.

U nekadašnjim sistemima ekstenzivnog gospodarenja šumama, prije pojave motornih vozila, izvodile su se kolničke konstrukcije šumskih putova upotrebom tucanika, kamene siđeži, pijeska, šljunka i kamena lomljenjaka s vodom kao vezivnim sredstvom, dakle, bez ostalih vezivnih sredstava, npr. bitumena (asfalta) ili cementa. Kod nas se, međutim, u novije vrijeme, iako ne u velikom opsegu, izgrađuju glavni odnosno magistralni šumski putovi kao suvremeni javni putovi u slojevima, tj. sa zastorom i podlogom, uz primjenu bitumena kao vezivnog sredstva. Kolničke konstrukcije sporednih šumskih putova, s manjim prometom, također se izvode uz ostala vezivna sredstva i s vodom, ali se pritom izgrađuju samo s nosivim slojem.

Do izgradnje kvalitetnijih kolničkih konstrukcija šumskih putova došlo je zbog tehničkog razvitka u izgradnji putova, odnosno zbog povećanja raspoloživih tehničkih sredstava za gradnju i uvođenja visokog stupnja ekonomičnosti u gospodarenje šumama. Modernom tehnikom gradnja je mehanizirana, a za gradnju šumskih putova upotrebljavaju se naprave i gradjevinske mašine velikog radnog učinka, kao i kod izgradnje javnih putova.

Potreba primjene mehaniziranih sredstava, a i vozila s težim osovinskim pritiskom u suvremenom i racionalnom gospodarenju šumama, također je uvjetovala gradnju kvalitetnije mreže šumskih putova. Ukoliko su putovi kvalitetniji, povećavaju se troškovi gradnje, ali se smanjuju troškovi održavanja putova i povoljnije se iskorištavaju prometna sredstva (manji troškovi za gorivo i popravke vozila). Na kvalitetno izvedenim putovima motornim vozilima je omogućen veći utovar i veća brzina kretanja, čime je postignuta ušteda u radnom vremenu. Kao primjer navodimo izgradnju šumske putne mreže na području Š.G. "Hrast" u Vinkovcima, gdje su kolnici putova izvedeni od

asfalta, tucanika i šljunka uz stabilizaciju tla, već prema potrebama prometa odnosno gospodarenja (sl. 1).

2. GOSPODARSKI PRINCIPI IZGRADNJE KOLNIČKIH KONSTRUKCIJA

Šumski putovi su privredni objekti te troškovi njihove izvedbe i održavanja terete proizvodnju, odnosno uključeni su u cijenu proizvoda. Prema tome, kod izgradnje šumskih putova od prvenstvenog su utjecaja biološko-ekonomski faktori, dok su ostali faktori, npr. tehnički, češće od manjeg značenja i realiziraju se ukoliko je tu nužno potrebno. Svakako, pritom nastojimo da što više smanjimo troškove izgradnje i time postignemo veći stepen ekonomičnosti. U nastojanju da se tome zahtjevu udovolji, potrebno je kod izgradnje kolničke konstrukcije uzeti u obzir sljedeće gospodarske principe širereg značenja:

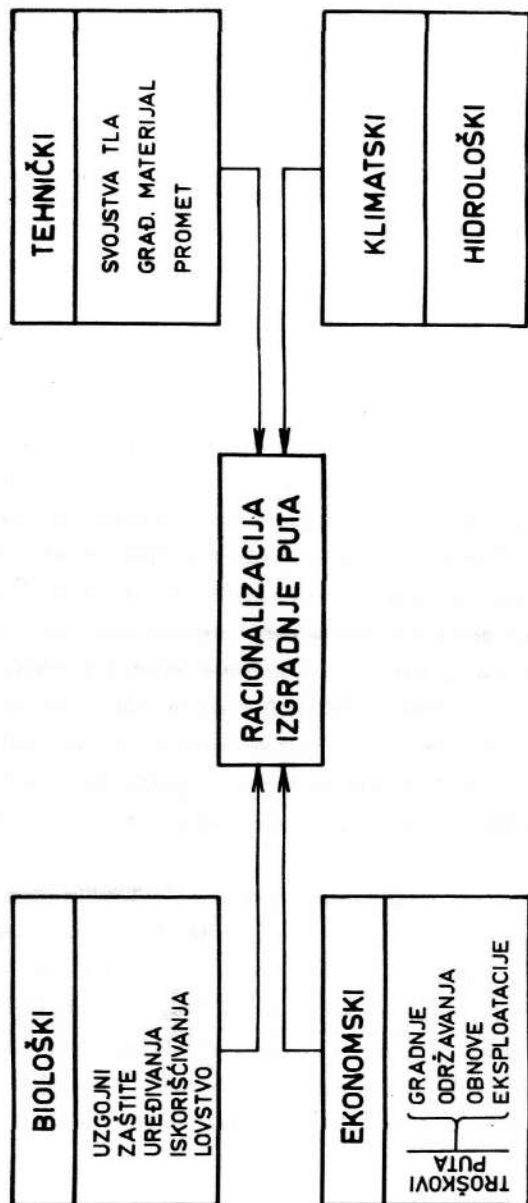
- Projektom koncepcijom nužno je predvidjeti upotrebu lokalnih materijala kao osnovnih, uz ostale dopunske koje treba dopremiti sa većih daljina. Primjena novih materijala je opravdana samo u slučaju konkurentne prednosti;
- Izabrani tip izgradnje kolničke konstrukcije puta treba riješiti optimalno prema prometnim odnosno funkcionalnim potrebama;
- Izgradnju kolničke konstrukcije potrebno je izvršiti uz primjenu optimalne tehnologije izvodjenja.

Ovi principi služe kao okvirima podloga kod projektiranja i kod izvedbe različitih oblika kolničkih konstrukcija šumskih putova, jer su uvjet uspješne racionalizacije.

3. PRIMJENA NOVIH KONSTRUKCIJSKIH PRINCIPIA I POSTUPAKA U RACIONALNOJ IZGRADNJI KOLNIČKIH KONSTRUKCIJA

Uspješna rješenja izgradnje šumskih putova odnosno kolničkih konstrukcija dobivamo ako put promatramo u odnosu na utjecajne faktore njegove okoline. U tom slučaju razabiremo da postoje međusobni odnosi i uzajamne zavisnosti sastavnih elemenata kolnika pod uvjetom utjecaja mnogobrojnih faktora koji variraju i često ne podliježu kontroli. Pregled tih utjecajnih faktora prikazan je na sl.2.

UTICAJNI FAKTORI NA IZGRADNJU PUTA



Slika 2

Zadatak nije jednostavan pošto treba odrediti, katkada samo približno procijeniti, utjecaj pojedinih faktora i uskladiti ih na takav način, da odabrana kolnička konstrukcija bude od najvećeg učinka u biološko-ekonomskom i tehničkom pogledu za predviđeno vrijeme upotrebe.

Ovisno od izbora kolničke konstrukcije, postoje različiti postupci izvođenja, odnosno postoje mnoge kombinacije kod primjene materijala. S tim u vezi uzet će se u obzir samo mogućnosti novijeg načina izgradnje kolničkih konstrukcija šumskih putova, koji su se pokazali racionalnima, i to na osnovu već izloženih gospodarskih principa.

3.1. Lokalni i novi materijali u izgradnji kolničkih konstrukcija

Korištenje lokalnog građevnog materijala (npr. šljunka ili kamena) za gradnju kolničke konstrukcije nije uvijek moguće, jer materijal mora zadovoljiti kvalitetom i nalaziti se na odgovarajućoj ekonomskoj udaljenosti u potrebnim količinama. U Gorskom Kotaru i nekim drugim područjima smatra se da je daljina dopreme materijala u izgradnji šumskih putova povoljna ako iznosi 10 do 15 km. U manje povoljnim slučajevima potrebno je računsko-ekonomski uporediti upotrebu lokalnog, određenim postupkom poboljšanog materijala, s dopremom vrijednijeg materijala iz veće daljine. Prednost upotrebe lokalnog materijala je u prvom redu u smanjivanju daljine dopreme, pa je, prema tome, opravdana i primjena različitih postupaka poboljšanja postojećeg tla na mjestu gradnje, odnosno građevnog tla u obližnjim nalazištima. To skraćivanje transportne daljine od osobitog je značenja ako se radi o transportu većih količina materijala.

U novije vrijeme u nekim šumskim gospodarstvima, npr. u Š.G. "Hrasti" Vinkovci, dolazi do sve veće upotrebe stabiliziranih materijala u izgradnji pojedinih nosivih slojeva kolničke konstrukcije (Sl. 1.b i c). Tom stabilizacijom poboljšavaju se određenim postupcima osobine lokalnog materijala koji se ugrađuje, a zatim se tim materijalom, uz naknadnu primjenu tehnološkog radnog procesa, izrađuju sastavni nosivi slojevi kolnika. Na taj način stabilizacijom materijala iz lokalnih izvora znatno se smanjuju troškovi izrade nosivih slojeva kolnika u usporedbi s klasičnim načinom gradnje.

Kod kemijskog načina stabilizacije materijala različitim vezivima upotrebljavaju se hidraulična (cement, vapno) i ugljikovodična veziva (bitumen, katran) kao glavna veziva s različitim dodacima, odnosno dopunskim materijalima. Ti materijali pozitivno djeluju na poboljšanje kemijsko-fizikalnih svojstava stabiliziranog tla, a ujedno se uštedjuje na glavnom vezivu. Kao dopunski materijali kod nas se najčešće upotrebljava "leteći" pepeo, zgura i šljaka iz visokih peći i otpadni ili prirodni rudni drobljenac.

"Leteći" pepeo je otpadni mineralni ostatak dobiven sagorijevanjem ugljenog praha u termoelekttranama s pucolanskim svojstvima, a dodaje se cementu i vapnu kao vezivu za stabilizaciju tla. S tehničko-ekonomskog stanovišta primjena tog materijala za stabilizaciju tla naročito je opravdana kod izgradnje putova u blizini termo elektrana. Na taj način ne samo što se znatno uštedjuje na glavnom vezivnom materijalu već i dobivamo kvalitetniji stabilizacioni materijal u pogledu mehaničkih svojstava.

Takodje je za stabilizaciju tla u izgradnji putova od značenja i upotreba otpadnih materijala preradivačke i kemijske industrije. Na primjer, postoji mogućnost korištenja sulfite podlužnice, dobivene otpadne vode iz tehnološkog procesa sulfatnog bijeljenja celuloze i papira.

Da bi se što više povećalo fizikalno-kemijsko djelovanje glavnog veziva na tlo, odnosno da se spriječe reverzibilni procesi, koriste se kod stabilizacije tla i različiti kemijski dodaci (aditivi), npr. dodatkom masnih kiselina (0,3%) kod proizvodnje živog vapna dobiva se vrlo hidrofobno gašeno vapno.

Iz dosadašnjeg izlaganja je vidljivo da kod stabilizacije tla većinom dolaze u obzir klasični materijali, ali je nova njihova priprema, izrada i primjena u izgradnji putova i na taj se način postižu veći tehničko-ekonomski efekti.

U novije vrijeme u gradnji putova primjenjuju se sa uspjehom plastične mase kao prostirači (trake) za zaštitu od zamrzavanja tla ili kao pregradni filter-slojevi. Takav prostirač, pored toga, sprečava propadanje nasutog materijala iznad pregradnog sloja u slabo nosivu donju podlogu, a postiže se i bolja raspodjela

opterećenja na slabo nosivo tlo, smanjuju se deformacije i usporava zamor materijala^{*)}.

Izbor građevnog materijala nije jednostavan. To zahtijeva određen nivo stručnosti i ne može se rješavati po nekom ustaljenom receptu, već je potrebno za svaki pojedini slučaj provesti iscrpnu ekonomsku analizu i proračun.

3.2. Izgradnja kolničke konstrukcije

S obzirom na veliki broj utjecajnih faktora, kod izgradnje kolnika postoji više kriterija za izbor najpovoljnijeg tipa kolničke konstrukcije. Kolničku konstrukciju treba tako izvesti da omogućuje siguran promet, što zahtijeva izvedbu odgovarajuće nosivosti koja prenosi opterećenja vozila na donji stroj puta u temeljno tlo. Pri tome treba voditi računa da nosivost sloja mora biti veća ukoliko se taj sloj nalazi bliže završnoj površini kolnika. Prema tome, nosivost kolničke konstrukcije kao cjeline treba odrediti na osnovu dimenzioniranja pojedinih slojeva. Primjenom postupka stabilizacije, ugradjivanjem materijala u pojedine slojeve kolnika, omogućen je takav način izgradnje, tj. postepenim opadanjem nosivosti slojeva od površine prema donjem stroju puta.

Za izgradnju kolnika šumskih putova koristi se mehanička i kemijska stabilizacija tla. Kod mehaničke stabilizacije većinom se upotrebljava šljunčani materijal; kod kemijske stabilizacije dolazi u obzir kao vezivni materijal građevinsko vapno i cement, odnosno njihova smjesa, a vrlo rijetko bitumen, iako bi trebalo upotrebljavati i ostale navedene materijale. Stabiliziranje se vrši po postupku "Mix in place" (uz upotrebu pokretnih strojeva), dok postupak "Mix in plant" (uz upotrebu stabilnih strojeva) rijetko dolazi u obzir.

Sastav i dimenzije kolnika odnosno debljina pojedinih slojeva određuju se metodama koje se primjenjuju kod javnih putova. Te metode primjenjuju se

*) Kod nas na području Šumarije Vrbovec (Š.G. "Mojica Birta" Bjelovar) u šumi Česmi prikazala je na muljevitom i slabo nosivom tlu austrijska tvrtka Chemie Linz A.G. pokusnu ugradbu, odnosno izgradnju šumskog puta s tim novim materijalom pod nazivom "Linz - PP-Vliesmatten", TS 400. Također, i neke druge tvrtke, npr. u Francuskoj Rhone-Poulenc-Textile, proizvode takav plastični materijal pod nazivom "bidim".

modificirane ili na drugi način, jer je namjena šumskih putova specijalna, a utjecaj je prometnih faktora u većini slučajeva manji u uspoređenju s klimatskim i ostalim faktorima. No, u svakom slučaju, potrebno je dimenzionirati kolnike barem glavnih šumskih putova, a ne uzimati njihove debljine na osnovu praktične ili subjektivne ocjene. Na taj način dobit će se tehničko-ekonomsko uporište i pratična verifikacija izvedenog dimenzioniranja, odnosno steći znatna iskustva na tom području.

Kolnici šumskih putova izvode se za laki promet (1000 brutto tona na dan), a rjeđe za srednji promet (1000-3000 brutto tona na dan). Prosječna debljina podloge kolničke konstrukcije iz kamenog materijala s vodom kao vezivnim sredstvom iznosi za nesortirani kameni materijal do 30 cm, za šljunak do 25 cm, a za granulirani materijal do 20 cm. Podloga se izvodi na posteljici od stabiliziranog materijala debljine 15 cm.

Ukoliko postoji prometna potreba primjene ugljikovodičnog veziva, preporučuje se u pogledu načina obrade i izrade zastora kolnika šumskih putova upotreba površinske obrade (obične, jednoslojne ili dvoslojne i ojačane) zbog jednostavnosti izvedbe i održavanja, odnosno povoljnog tehničko-ekonomskog rezultata izgradnje.

Za izgradnju šumske putne mreže, odnosno kolničke konstrukcije, potrebno je investirati velika finansijska sredstva, jer potrebe racionalnog gospodarenja šumama zahtijevaju gustu mrežu putova, a jedinične cijene gradjenja su vrlo visoke. Nedostatna finansijska sredstva često diktiraju primjenu dinamike gradjenja šumske putne mreže u fazama. Izgradnja puta bi se mogla odvijati u tri faze, kako je prikazano na sl. 1b i c. U prvoj fazi izgradio bi se donji stroj puta s posteljom i donjim nosivim slojem. Tako bi se omogućila upotreba puta na nivou prometa sporednog puta. Zatim bi, u drugoj fazi, uslijedila izgradnja gornjeg nosivog sloja, a u završnoj fazi izgradio bi se zastor kolničke konstrukcije. Gradjenje po fazama opravdano je s tehničkog stanovišta pošto omogućava praćenje stanja kolničke konstrukcije prilikom eksploatacije, pa se različitim metodama može, prema potrebi pravovremeno dograditi novi sloj kolničke konstrukcije prije njenog razaranja. Pored toga, namijenjena finansijska sredstva za izgradnju druge odnosno treće faze mogu se investirati u gradjenje drugog puta, gdje bi ta sredstva bila racionalno iskorištena. Na taj način može se izgraditi veća dužina putnih pravaca i time povećati gospodarska vrijednost cjelokupne putne mreže.

3.3. Tehnologija izvodjenja kolničke konstrukcije

Glavni cilj racionalizacije jesu finansijske uštede kod izgradnje kolničke konstrukcije, a da se pritom ne gubi na kvaliteti izgradnje. Taj cilj se postiže poboljšanjem toka rada odnosno tehnologije izvodjenja, koja je zavisna od upotrijebljenog građevnog materijala i sredstava za rad, a osobito od izbora kompleta mehanizirane opreme.

Pored specifične namjene šumskih putova, postoje i neki posebni uvjeti njihove izvedbe, kao što je obraslost terena gustim šibljem, veliki broj panjeva raznih vrsta, relativno uzak planum puta, veći poprečni nagibi terena kod padinskih trasa, a pritom mala dužina objekta (1-5 km), te je zbog toga potrebno često skupo primještanje strojeva. U tim specifičnim uvjetima izgradnje šumskih putova danas se primjenjuju snažniji građevinski strojevi velikih kapaciteta kod izvedbe donjeg stroja - na velikim gradilištima s kontinuiranim radom tokom cijele građevne sezone - jer se pod tim uvjetima, povećanom radnom snagom strojeva, postiže smanjenje jedinične cijene izvršenog rada. Navedeni strojevi u mogućnosti su da u jednom hodu obavljaju nekoliko faza rada i da vrše radove kojima zamjenjuju manuelnu radnu snagu (primjenom teških buldožera, npr. omogućena je sječa šiblja i vadjenje panjeva^{*)}).

Kod izgradnje gornjeg stroja šumskih putova, pored upotrebe građevinskih strojeva, manjih i većih kapaciteta, dolazi u obzir i primjena takvih strojeva koji se mogu upotrijebiti ne samo za građevinske, već i za šumske radove. Među takve strojeve spadaju traktori i kamioni s raznim priključnim uređajima, npr. rotofreze, rasipači, vibracijski pločni nabijači itd.

*) Pokusnim ispitivanjem (1974.g.) teškog buldožera Caterpillar D 8H od 270 KS na području ŠPP "Slavonska šuma" Vinkovci pokazala se mogućnost ekonomične primjene tog stroja za izvedbu donjeg stroja šumskih putova uz odgovarajuću organizaciju plana rada i potrebnih radnih sati godišnje 2.000.

5. ZAVRŠNE NAPOMENE

Namjera je ovog izlaganja da se prikažu neke mogućnosti racionalizacije i sniženja troškova izvedbe, koje se mogu korisno primijeniti na području izgradnje kolničkih konstrukcija šumskih putova. Ukoliko je ta namjera uspjela, bit će ostvaren doprinos boljim rješenjima u planiranju i izgradnji šumske putne mreže, povećat će se stupanj njene eksploatacije, tog važnog uvjeta suvremenog i racionalnog gospodarenja šumama.

LITERATURA I IZVORI

- Beneš, J.: Šumski stabilizacioni putovi; Jugoslavenski polj.šum. centar, Beograd, 1968.
- Bolsing, F., Schiele, E., Berens: Beitrag zur Technologie des Kalkes; Nr. 5/1972, Zement - Kalk - Gips;
- Boyton, R.S.: Erfahrungen mit Kalk-Bodenbefestigung; Nr.11/1970, Zement-Kalk - Gips;
- Jeličić, V. 1972.: Program izgradnje traktorskih putova; Izvedbeni projekt, Šumarski fakultet u Sarajevu;
- Klemenčić, A.: Dimenzioniranje gornjeg stroja; Institut građevinskog fakulteta, Zagreb, Zavod za prometne objekte;
- Kezdi, A. 1973.: Handbuch der Bodenmechanik; VEB Verlag für Bauwesen, Berlin;
- Linemann, K. 1966.: Erdstabilisierung in Theorie und Praxis; VEB Verlag für Bauwesen, Berlin;
- Lovrić, N. 1968.: O nekim tipovima vibracijskih nabijača s više ploča koji služe izgradnji i održavanju šumskih putova; Šum.list 1/2, str.50-59;
- Lovrić, N. 1974.: Dosadašnja izgradjenost i perspektiva izgradnje mreže šumskih putova na području jugoistočne Slavonije; Centar za znanstveni rad Jugosl.akademije znanosti i umjetnosti u Vinkovcima, str. 159-185;
- Mihač, B. i Kulušić, B. 1972.: Program iskorištavanja šuma; Izvedbeni projekt, Šumarski fakultet u Sarajevu (31 stranica);
- ŠPP "Slavonska šuma", Vinkovci, Razvojna služba, 1974.g.: Mogućnosti primjene teških buldožera na izgradnji šumskih cesta.

Ninoslav Lovrić, dipl.ing
Forstliche Fakultät Zagreb

DER RATIONELLE AUSBAU VON FAHRBAHNKONSTRUKTIONEN DER
WALDWEGE BEI DES ZEITGEMÄSSEN WALDWIRTSCHAFTUNG

Zusammenfassung

Ausser Wirtschaftlichkeit, der primären Forderung neuzeitlicher Forstwirtschaft, ist das Exploitationsbedürfnis d.h. die Dauerhaftigkeit der Fahrbahnkonstruktion in voraussehbarer oder möglichst noch längerer Zeitspanne, beinahe von ebenso grosser Bedeutung. Selbstverständlich müssen klare und richtige Konzeptionen von längerer Zeitdauer geschaffen werden. Bei der Realisation dieser Konzeptionen, d.h. bei Projektierung und Ausbau von Forstwegen, entstehen viele Schwierigkeiten wie z.B. topographischer, geotechnischer oder klimatischer Natur, welche auch beseitigt sein müssen.

Auf Grund des Obenerwähnten, werden in dieser Auslegung einige rationelle Lösungen des Ausbaus der Forstfahrbahnkonstruktionen, nach neuen Konstruktionsprinzipien und Ausführungsverfahren, dargestellt.