

Dobra organizacija kretanja gledatelja osnovni je element njihove sigurnosti na stadionu. Površina vanjskog prilaznog prostora ovisi o smještaju stadiona. Teži se da ta površina bude tolika da može odjednom primiti sve gledatelje pri pražnjenju stadiona. Najmanja dopuštena širina prostora Š u metrima određuje se pomoću izraza

$$S = \frac{0,6 G_{\max}}{1000}, \quad (7)$$

gdje je G_{\max} najveći broj gledatelja.

Vrata na ogradi oko stadiona moraju biti široka najmanje 1,20 m, a grade se s uredajem za automatsko otvaranje. Preporučuju se odvojena vrata za ulaz i izlaz, pogotovo ako su ulazna vrata s automatskim brojačima gledatelja koji bi mogli smetati pri izlaženju. Na ulazna vrata širine 60 cm može ući 35 gledatelja u minuti.

Na putu do svojih mesta i na izlazu gledatelji se služe prodorima kroz konstrukciju tribina, prstenastim platformama ako je gledalište ukopano i radikalnim stubama koje prate nagib gledališta i razdvajaju ga u sektore te omogućuju pristup u redove sjedala. U pojedinom su sektoru u jednom redu 24...32 sjedala, a najčešće 26...28 sjedala. Najveća dopuštena udaljenost mesta u gledalištu od prolaza iznosi 20 m (u dvoranu 12,5 m). Najmanja širina radikalnih stuba je 90 cm, a uobičajena 120 cm. U velikim gledalištima s pristupom s gornje strane grade se mnogo šire radikalne stube (i do 4 m).

Brzina pražnjenja gledališta u paničnoj situaciji ovisi o mogućnosti da svaki gledatelj brzo i sigurno napusti svoje mjesto. Osnovni je element proračuna da stazom širine 60 cm prolazi 50 osoba u minuti. Prema tom se normativu računaju svi izlazi, obilazni prostori i svi putovi gledatelja. Da bi se izbjeglo mnogo izlaza, omogućuje se u slučaju incidenta izlaz gledatelja i u središnju arenu. Minimalna širina izlaza i hodnika iznosi 1,20 m. Širina pješačkog hodnika mora biti jednaka zbroju širina ulaza ili hodnika kojima se dolazi u taj pješački hodnik.

Srednja brzina kretanja niz stube nagiba 12° iznosi 100 m/min, a uz stube do visine od 10 m brzina je 30 m/min. Za svakih daljih 5 m visine brzina se uspinjanja smanjuje za 50%. Brzina kretanja rampom nagiba jednakog stubama veća je od brzine kretanja stubama.

Prema sadašnjim je propisima za evakuaciju 500 gledatelja dovoljna širina evakuacijskog puta 1 m na razini terena. Ako stube služe kao evakuacijski put, propusna im je moć 63% od te vrijednosti. Najmanja širina otvora na evakuacijskom putu iznosi 1,50 m na otvorenom, a 1,20 m u dvoranama.

Potrebitna ukupna širina (u metrima) svih prolaza za pražnjenje gledališta u zatvorenom prostoru određuje se formulom:

$$S_{uk} = \frac{G}{1,25t}, \quad (8)$$

gdje je G broj gledatelja, a t trajanje pražnjenja gledališta u sekundama. Obično se računa s trajanjem pražnjenja od 420...900 s (7...15 min). Prema britanskim propisima trajanje pražnjenja gledališta ne smije biti dulje od 480 s.

Vanjski prometni sustav uz stadion sastoji se od javnog prijevoza, parkirališta i prilaznih prostora s blagajnama. Stadioni međunarodnog značenja trebali bi imati izravan priključak na brzi gradski promet (vlak, metro, autobus, tramvaj).

Parkiralište za športske priredbe planira se za 20...25% gledatelja prema sljedećim normativima: bicikli za 3% gledatelja (1 m^2 po biciklu), motocikli za 1...2% gledatelja (3 m^2 po motociklu), osobni automobili za 9...15% gledatelja ($25 \text{...} 30 \text{ m}^2$ po automobilu, 3 gledatelja po automobilu) i autobusi za 5...6% gledatelja ($60 \text{...} 80 \text{ m}^2$ po autobusu, 40 gledatelja po autobusu). Parkiralište za navijače gostujuće nogometne momčadi treba se potpuno odvojiti od ostalog parkirališta i izravno spojiti na međugradske prometnice. Najveća dopuštena udaljenost ulaza u parkiralište od ulaza u

stadion iznosi 200 m, iznimno 300 m za 35% parkirališnih mjeseta. Ta udaljenost za stadione do 10000 gledatelja ne smije biti veća od 100 m. Putovi za izlaz vozila s parkirališta omogućuju izlaz 2500 vozila na sat.

Nova generacija stadiona. Sve češći televizijski prijenosi, nedovoljno komforna gledališta, učestalom nasilju na utakmicama i aktivnije provođenje slobodnog vremena glavni su razlozi što se u posljednje vrijeme smanjuje posjet športskim priredbama. Već danas kabelna televizija mnogim zemljama prenosi tijekom čitavog dana sve važnije športske događaje. Sve je to pridonijelo da gradnja velikih stadiona postaje anakroničnim luksuzom, jer je sve teže osigurati sredstva za ulaganje u zemljiste, instalacije i gradnju, a pogotovo u stalno održavanje stadiona. Čini se da je gradnja i uređenje 12 stadiona uz trošak od 2000 milijuna švicarskih franaka za svjetsko nogometno prvenstvo u Italiji 1990. bila rezultat euforije i nedovoljne promišljenosti. Tako su neki gradovi sada prisiljeni održavati velike i skupe, a uglavnom prazne stadione.

Tek rekonstrukcijom sadašnjih i gradnjom novih stadiona prema novim sigurnosnim propisima omogućilo bi se udobnije praćenje priredaba i veća sigurnost, pa bi to moglo pridonijeti povratku gledatelja na velike športske priredbe. Kriteriji za promet i distribuciju gledatelja posljednjih su se godina poštirili, što uzrokuje promjene u opremi i izgledu stadiona. Zbog toga se više ne grade vrlo veliki stadioni, pa suvremenii stadioni građeni za Olimpijske igre i svjetska prvenstva nemaju više od 60000...80000 sjedala.

Prema novim propisima dio gledališta za stajanje potpuno je odijeljen od onoga za sjedenje. Organizira se odvojen promet i gledalište dijeli na potpuno odvojene sektore u koje se može smjestiti do 3500 gledatelja. Sektori se odjeljuju pregradama visine 0,70 m na koje se mogu dograditi dodatne pregrade do ukupne visine od 2,20 m. Svaki sektor mora imati svoj ulaz, bife i sanitarni čvor. Najmanje jedan sektor mora imati mjesta za hendikepirane osobe, i to za ~3% od ukupnog broja gledatelja. Između igrališta i gledališta grade se kanali ispunjeni vodom i žičane ograde, te prolazi koji olakšavaju intervenciju policije i prve pomoći.

LIT.: F. Roskam, Bauten für Sport und Spiel. Bertelsmann Fachverlag, Gütersloh 1970. – D. Fabian, Bäderbauten. Callwey, München 1970. – Knjiga o sportu I. i II., urednik Ž. Susić. Mladost, Zagreb 1971. i 1972. – M. Wimmer, Bauten der Olympischen Spiele. Verlag Ernst Wasmuth, Tübingen 1976. – J. Dawes, Design and Planning of Swimming Pools. The Architectural Press, London 1979. – Ph. Drew, Tensile Architecture. Granada Publishing, London 1979. – G. A. Perrin, Design for Sport. Butterworths, London 1981. – A. Konya, Sports Buildings. Architectural Press, London 1986. – B. Alaušović i drugi, Modeli fizičke kulture, sv. VII. RSIZFK, Zagreb 1987. – S. Inglis, The Football Grounds of Europe. Willow Books, London 1990.

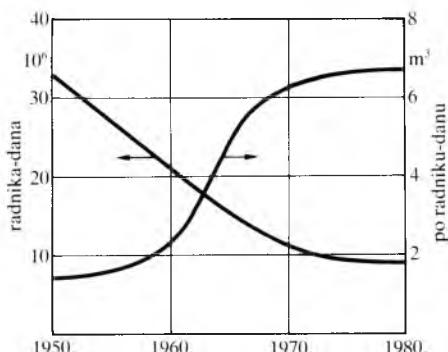
K. Ivanš

ŠUMARSKI STROJEVI, strojevi za mehanizaciju radova u šumarstvu. Potpuna je mehanizacija u šumarstvu moguća tek u dijelu radova koji se obavljuju na mehaniziranim skladištima. S mehanizacijom u šumarstvu najdalje se stiglo u eksploraciji šuma, i to u prvoj i drugoj fazi: rušenju, sjeći i izradbi, privlačenju i prijevozu drva s potrebnim utovarno-pretovarnim radovima.

Mehanizacija šumskih radova upotrebom strojeva i uredaja započeta šezdesetih godina različito se razvijala u razvijenim i nerazvijenim zemljama. Na sl. 1 prikazan je porast proizvodnosti rada u švedskom šumarstvu za razdoblje od tridesetak godina. Nagli je porast proizvodnosti u razdoblju 1960–70. ostvaren upotrebom strojeva za sjeću i izradbu, zatim za privlačenje drva, te naposljetku i pri uzgoju šuma (priprema staništa, sadnja, rasadništvo i dr.). Istodobno je mehaniziran i prijevoz drva s utovarem i istovarem. S porastom proizvodnosti rada smanjivao se i uloženi rad (broj radnika-dana) u švedskom šumarstvu. Šumarstvo u Jugoslaviji približno je na razini šumarstva u Švedskoj polovicom

ŠUMARSKI STROJEVI

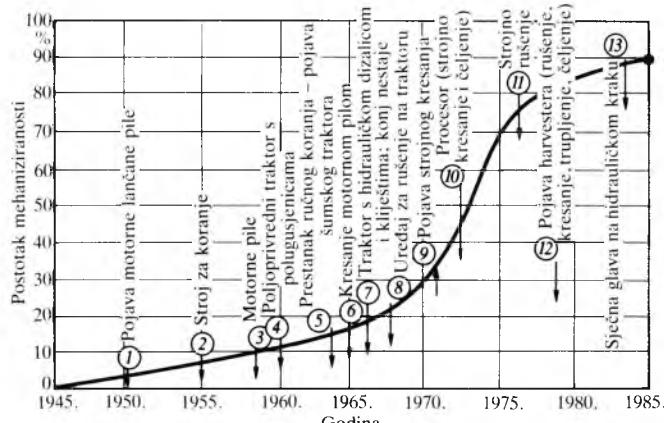
šezdesetih godina (sl. 1). U posljednjem je desetljeću, uz nadgledavanje rada stroja, psihologija rada postala osnovnim predmetom istraživanja. Pri uvodenju različitih tehnoloških procesa i metoda rada, posebno su proučavani organizacija rada i upravljanje.



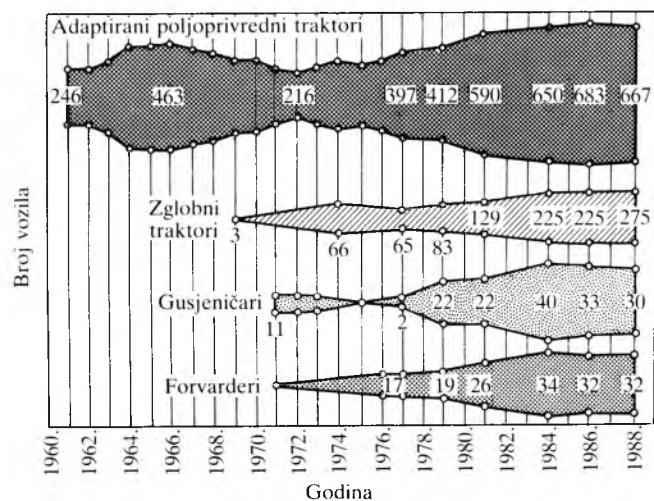
Sl. 1. Razvoj uloženog rada i proizvodnosti rada u švedskom šumarstvu

Praćenje uvođenja specijalnih strojeva omogućuje praćenje stupnja mehaniziranosti eksploracije šuma (sl. 2). Tijek krivulje sličan je onome za proizvodnost rada. Upotreba strojeva i uređaja u šumarstvu Hrvatske (sl. 3) može se usporediti s upotrebom strojeva u razvijenim zemljama, barem u procesu privlačenja drva, inače najskuplje faze među šumskim radovima.

Pri uvođenju strojeva u šumarstvo uvijek se mora uzeti u obzir povezanost uzgajanja i eksploracije šuma s okolišem. Naime, šume, osim što daju drvo, utječu na preuzimanje



Sl. 2. Razvoj mehaniziranosti u eksploraciji šuma u Švedskoj nakon drugoga svjetskog rata s naznakom upotrebe strojeva i uređaja



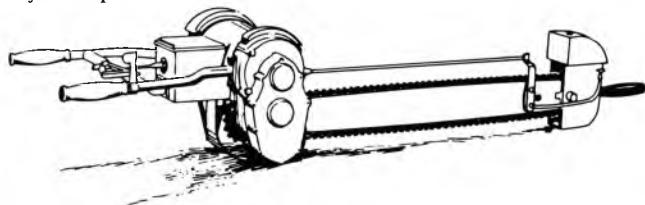
Sl. 3. Prikaz broja traktora za privlačenje drva u šumarstvu Hrvatske u razdoblju od 1961. do 1988. godine

uglik-dioksida iz atmosfere, stvaranje kisika, zaštitu tla od erozije, zadržavanje oborinskih voda i dr.

STROJEVI ZA EKSPLOATACIJU ŠUMA

Pila lančanica, stroj za piljenje drva u sjeći i izradbi, sastoji se od pogonskog motora i radnog dijela koji su povezani spojkom. Prema vrsti pogona razlikuju se motorne lančanice (pogonski je motor dvotaktni Ottov motor) i elektrolančanice (pogonski je motor elektromotor). Prve se upotrebljavaju za rad u šumi i na stovarištima drva, a druge na mehaniziranim skladištima i sl., gdje se može dovesti električna energija.

Motorna lančanica danas je najčešći stroj u šumarstvu. Za upotrebu starijih pila bila su potrebna dva radnika (sl. 4). Pedesetih je godina počeo nagli razvoj pila kojima upravlja jedan radnik. Tome su posebno pridonijeli sljedeći pronašasci: a) membranski rasplinjač koji omogućuje rad pile lančanice u bilo kojem položaju (dotad se okrećao rezni uredaj, a pila se držala u vodoravnom položaju), b) lanci s lopatičastim (srpastim) zubima kojima se postiže veći učinak piljenja, a oštrenje je mnogo jednostavnije nego dotada upotrebljavanih trokutastih zubi, c) antivibracijske ručke pile koje smanjuju vibracije što se prenose na radnikove ruke (1965), d) elektronički uredaj za prekidanje u sklopu magnetskog sustava za paljenje goriva umjesto mehaničkog prekidanja (1968), e) kočnica lanca (oko 1972), uredaj za zaustavljanje lanca prilikom njegova odsoka, tzv. povratnog udara, f) automatsko podmazivanje lanca koji se giba vodilicom ili u njoj, g) grijanje ručki motora, h) zapor gasa koji sprečava nehotično ubrzavanje motora (1976), i) štitnik prednje (obično povezan s aktiviranjem kočnice lanca) i stražnje ručke (njezin donji dio), j) svornjak (klin), hvatalo lanca koje sprečava da puknuti lanac zahvati prostor stražnje ručke, k) znatno smanjenje mase pile povećanjem specifične snage motora (kW/kg), l) bočno napinjanje lanca (1984), m) primjena posebnih slitina i polimernih materijala za izradbu dijelova pile.



Sl. 4. Motorna lančanica za dva radnika

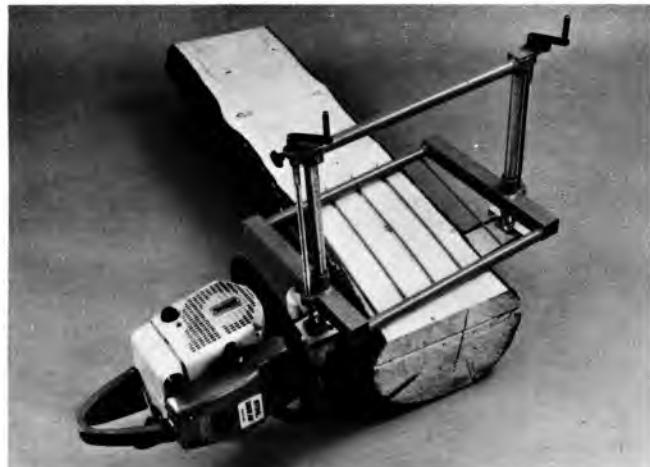
Suvremena motorna pila prikazana je na sl. 5. Dok je masa pile za dva radnika iznosila $40\cdots50$ kg s duljinom reza $90\cdots125$ cm, prve su pile za jednog radnika imale masu od 14 kg bez goriva (Stihl BL 1950 s okrećanjem rasplinjača i Stihl BLK bez membranskog rasplinjača) ili masu od ~ 12 kg s ugradenim membranskim rasplinjačem (npr. Stihl Contra 1959). Današnja generacija profesionalnih pile lančanica ima masu od ~ 8 kg, pa i manje. Brojne su pile namijenjene privatnim vlasnicima šuma (npr. tipovi Farmer, Farm Boss, Rancher, Farmsaw i dr.) ili hobij pile za piljenje drvnih materijala. Krajem osamdesetih godina u svijetu je upotrebljavano $\sim 5,5 \cdot 10^6$ motornih pile. Od toga $\sim 50\%$ u SAD, $\sim 38\%$ u Evropi, a $\sim 12\%$ u ostalim dijelovima svijeta. U



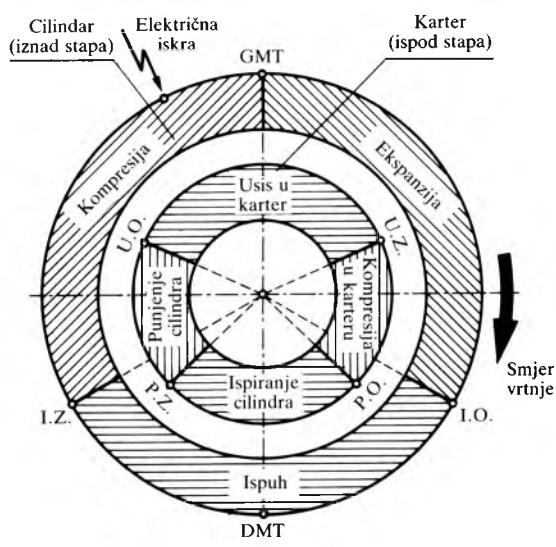
Sl. 5. Suvremena motorna lančanica za jednog radnika



Sl. 6. Motorna bušilica priključena na motor lančanice



Sl. 7. Tzv. mala pilana, uređaj za piljenje pilom lančanicom



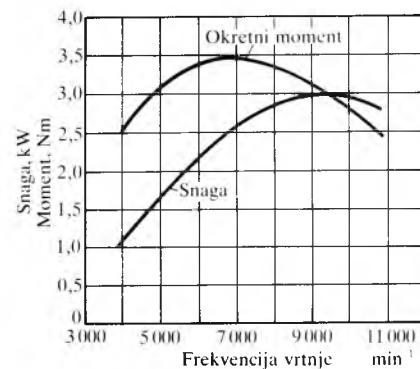
Sl. 8. Razvodni dijagram dvotaktnog Ottova motora za pogon motorne lančanice

Hrvatskoj je koncem osamdesetih godina u šumskim gospodarstvima upotrebljavano ~8500 pila. Procjenjuje se da se u Hrvatskoj u privatnom vlasništvu upotrebljava još ~40000..50000 pila.

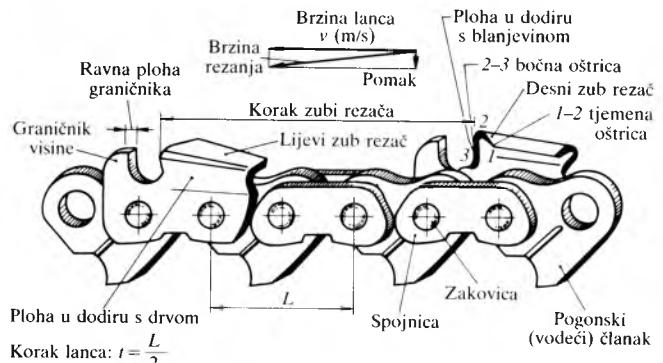
Snaga pogonskog motora motorne lančanice iznosi od ~1..6 kW. Duljina je vodilice od 30..53 cm, a moguća je i duljina od 90 cm. Pritom se pod duljinom vodilice razumijeva moguća duljina reza.

Pogonski se motor motorne lančanice često upotrebljava za priključak motorne kose (čistila), bušilice za tlo i drvo (sl. 6), brusnog parala za kovine i asfalt, »male pilane« (sl. 7) i dr.

Pogonski je motor pile lančanice dvotaktni Ottov motor (v. *Motori s unutrašnjim izgaranjem*, TE 9, str. 1). Razvodni dijagram takva motora prikazan je na sl. 8. Specifičnost je takva dvotaktnog motora da mu se proces odvija i iznad i ispod stapa (dva koncentrična kruga u dijagrame). Za svaki okretaj postoji i radni dio procesa ostvaren ekspanzijom plinova izgaranja. Budući da su brzine vrtnje posljednje generacije dvotaktnih motora pri najvećoj efektivnoj snazi ~9000 min⁻¹, podmazivanje je motora moguće samo mješavom goriva (obično ulja i benzina do 92 oktana u omjeru 1:20 do 1:25). Na sl. 9 prikazane su pogonske karakteristike motora.



Sl. 9. Pogonske karakteristike motorne lančanice

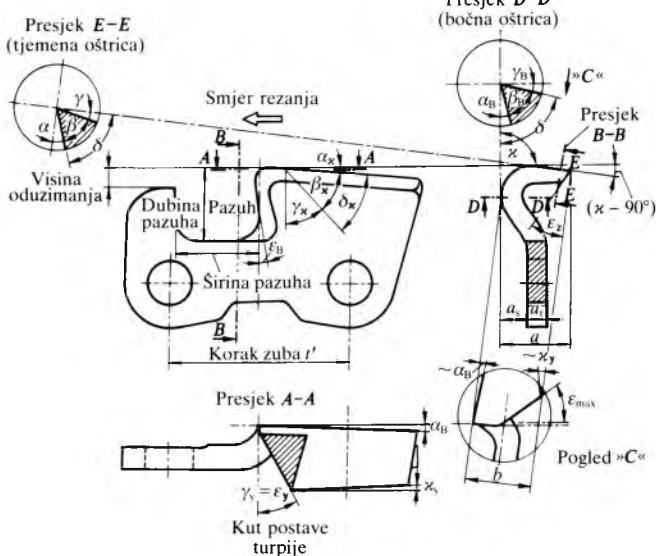


Sl. 10. Rezni lanac motorne lančanice

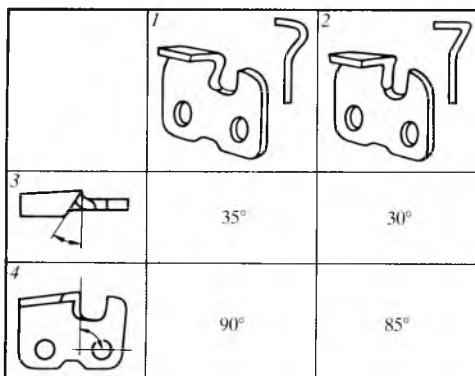
Više tipova motornih lančanica nema ugrađen regulator frekvencije vrtnje. Zbog toga frekvencija vrtnje raste i preko vrijednosti koja odgovara najvećoj snazi. Jednostavnim namještanjem rasplinjača frekvencija se vrtnje iznad najveće snage može i udvostručiti pa se uvijek namještaju tri frekvencije vrtnje: najmanja ~2000 min⁻¹, uz najveću snagu ~9000 min⁻¹ i najveća 11000..12000 min⁻¹.

Osnovni su dijelovi reznog alata pile lančanice: lanac, vodilica lanca i lančanik. Motornom se pilom može izraditi za njezina radnog vijeka ~2000..2500 m³ drva, uz utrošak ~10..15 lanaca. Lančanik približno izdrži dok se utroše 2 lanca, a vodilica 3..4 lanaca. Nakon trokutastih zubi za rezanje, razvili su se lopatičasti zubi. Uz pokušaj sa samooštivim Zubima (Power Sharp System, PSS), u praktičnoj je primjeni važan samo razvoj lopatičastih zubi. Dijelovi reznog lanca kakav se obično upotrebljava za pile lančanice vide se na sl. 10, dok su na sl. 11 prikazani kutovi reznih zuba sa

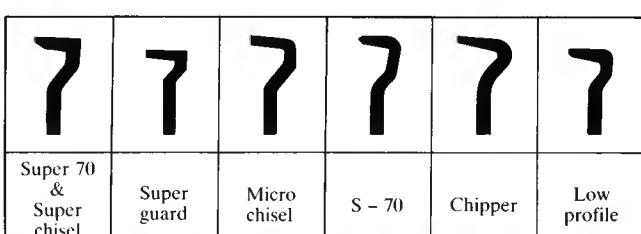
standardnim presjecima i oznakama. Na sl. 12 vide se dva tipa često upotrebljivanih zubi: standardni lopatičasti (srpasti) rezni zub i oštrobridni, tzv. četrvrasti zub. Na slici su označeni kutovi oštrenja i bočne oštice. Rezni je zub na svojoj gornjoj i bočnoj strani kromiran. Prema obliku prijelazne plohe između gornje (tjemene) i bočne rezne oštice, nastale su tri temeljne vrste zubi: srpasti, skošeni i četrvrasti, s mnogim prijelaznim oblicima. Na sl. 13 prikazani su tipovi reznih zubi što ih proizvode dva najveća svjetska proizvođača lanaca, Oregon (SAD) i Stihl (Njemačka). Lanac tvore rezni zubi spojeni spojnicama, pogonskim (vodećim) sastavnicama i zakovicama, često posebno oblikovanim radi lakšeg dotoka



Sl. 11. Rezni lopatični (srpasti) zub, oznake kutova i standardni presjeci. δ kut rezanja, α stražnji kut, β kut oštice, γ prednji kut, ϵ kut nagiba oštice, ζ prisloni kut oštice

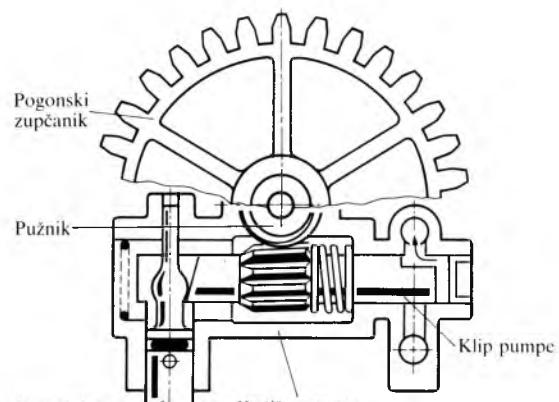


Sl. 12. Kutovi oštrenja reznog zuba. 1 standardni srpasti zub, 2 oštrobridni četrvrasti zub, 3 kut oštrenja, 4 kut bočne oštice



Sl. 13. Profili reznih zubi lančanica proizvođača Oregon i Stihl

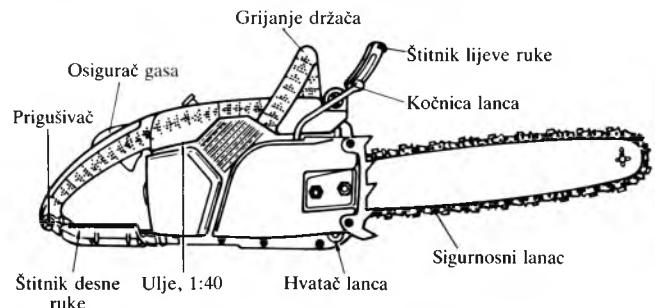
ulja do zglobova lanca. Na sl. 14 prikazan je jedan od tipova uljne pumpe za podmazivanje lanca. Upotrijebljena je klipna rotirajuća pumpa za potiskivanje ulja u utor vodilice, odakle se ulje razvodi do sastavnica lanca.



Sl. 14. Uljna pumpa za podmazivanje lanca pila lančanica

Na sl. 15 prikazani su bitni dijelovi sigurnosne opreme pile lančanice. Rad motornom lančanicom spada među najrizičnije radove u šumarstvu, koje uz ruderstvo i građevinarstvo spada u struke s najviše nesreća na radu. Ozljede motornom pilom s obzirom na dio sjekačeva tijela vide se na sl. 16. Sigurnost se povećava ugradnjom kočnice lanca, kojom se zaustavlja njegovo gibanje pri povratnom udaru. U šumarstvu na sječu i izradbu otpada $\sim 70\%$ nesreća na radu, na pošumljavanje i njegu $\sim 15\%$, na gradnju putova $\sim 10\%$, a na ostale radove $\sim 5\%$ nesreća.

Na sl. 17 vide se dva tipa kočnice lanca. Kočnica se uključuje ručno, udarom ruke o štitnik prednje ručke, ili



Sl. 15. Neki sigurnosni elementi pile lančanice

Glava – ukupno	11%	Šljem
glava	7%	Usni štitnici
oci	4%	Očni štitnici

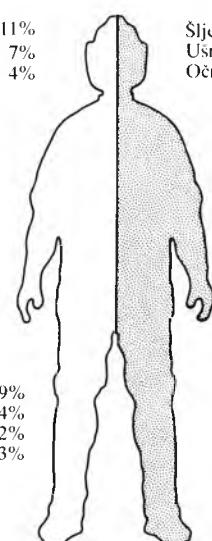
Trup 12%

Ruke 9%
gornji dio 5%
donji dio 4%

Šake 25%
šaka 11%
prsti 14%

Noge 29%
natkoljenica 4%
koljeno 12%
potkoljenica 13%

Stopala 14%



Prilegnuto
radno odjelo

Rukavice

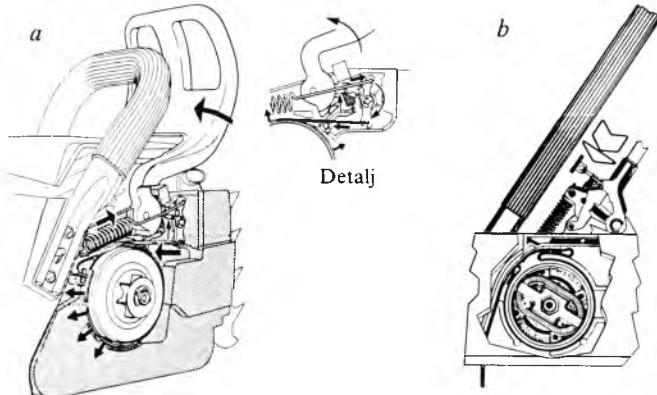
Najlonski
uložak
natkoljenice

Ćvrste cipele
s čeličnom
kapicom
Neklizav potplat

Sl. 16. Ozljede na dijelovima tijela radnika koji radi s pilom lančanicom i zaštitu od ozljeda

automatski, uključivanjem inercijskih sila pri povratnom gibanju vrha vodilice prema radniku određenim ubrzanjem. Zaustavljanje lanca koji se giba brzinom 15...25 m/s mora biti kraće od 0,1 s.

Buka motorne lančanice, uz vibracije koje se prenose na radnikove ruke i šake, znatno prelazi dopuštene granice. Tek mali broj pila ima buku od 100 dB(A), pri rezanju ona obično iznosi 104...105 dB(A).



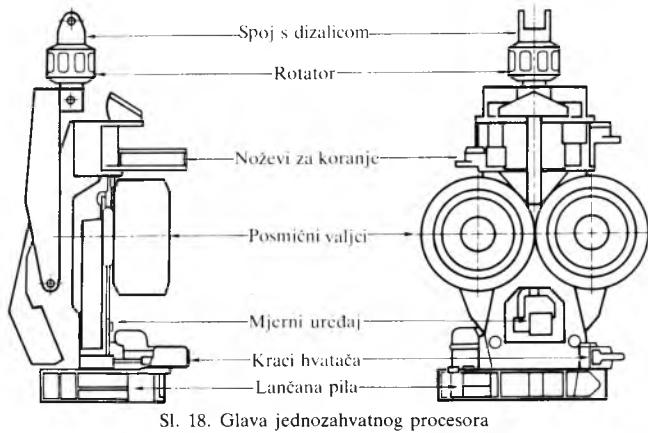
Sl. 17. Kočnice lanaca lančane pile. a Stihl (Quick-stop), b Husqvarna

Harvester je stroj za rušenje stabala i izradbu sortimenata (za sjeću i izradbu). Dok se pilom lančanicom mehaniziralo samo piljenje drva, harvesterom se mehanizira i posmično gibanje pri prepiljivanju drva. Harvester spada u samohodne pokretne strojeve. Pojavio se poslije 1950. Postoji nekoliko grupa harvestera. Oni su višenamjenski strojevi, jer obavljaju nekoliko radnji u koje je uvijek uključeno i rušenje stabala.

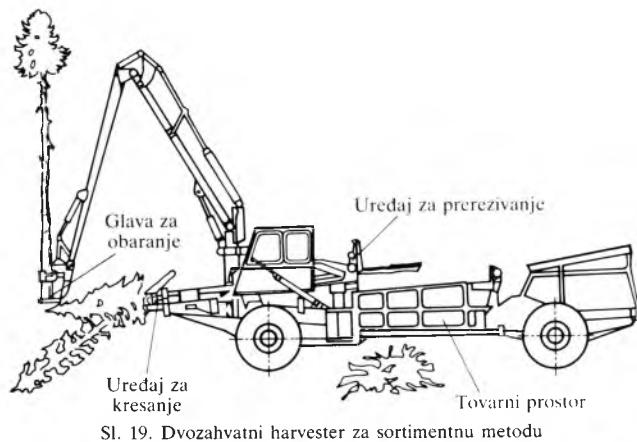
Strojevi za rušenje i sakupljanje (Feller-buncher) obično se ugraduju na kotačne ili gusjenične traktore, sa stabilizacijom ili bez nje. Radni uredaj sastoji od mehanizma za usmjereni rušenje stabala. Ako se stabla ne ostavljaju kraj panja, iznose se do mjesta slaganja u hrpe, slazu se pokraj stroja ili se sakupljaju u vlastite odjeljke. Drvo se siječe hidrauličkim škarama, pilom lančanicom, reznim svrdлом, glodalom i dr.

Strojevi za rušenje i vuču ili izvoženje drva (Feller-skidder, Feller-forwarder) samohodni su strojevi za mehanizirano rušenje stabala i vuču drva položenog po tlu ili s jednim podignutim krajem, odnosno njegovo izvoženje.

Strojevi za sjeću i izradbu služe za rušenje stabala te za kresanje grana, prepiljivanje, slaganje u hrpe izrađenog drva te njegovo sakupljanje ili izvoženje. Bitna im je razlika da li su namijenjeni za deblovnu ili sortimentnu metodu. Prema tome da li obavljaju rušenje ili koju drugu radnju s jednim ili s dva agregata, takvi se strojevi rade kao jednozahvatni (sl. 18) ili dvozahvatni (sl. 19). Dvozahvatni harvesteri s jednom reznom glavom i s hvatalom na kraju dizaličnog kraka stavlju oborenou stablo u procesorsku jedinicu, gdje se nalazi drugo hvatalo.



Sl. 18. Glava jednozahvatnog procesora



Sl. 19. Dvozahvatni harvester za sortimentnu metodu



Sl. 20. Harvester za prorjeđivanje sastojine

Prema radnji koja slijedi nakon rušenja stabla, takvi se strojevi izvode u različitim kombinacijama. Harvester (sl. 20) služi za rušenje tankog drva pri prorjeđivanju sastojina, za kresanje grana i krojenje drva na određene duljine. Takvim se strojem može drvo nakon rušenja i sakupljati u hrpe. Osnovna mu je namjena da radi u sastojini izvan putova.

Većina harvestera ima mjerila duljine i promjera drva te računalo za obračun obujma, učinka stroja i dr.

Procesor, stroj za kresanje grana, trupljenje, sortiranje i odlaganje sortimenata u hrpe i dr. Najčešće se upotrebljavaju za četinjačka stabla. Mjesto im je rada sjećina (sl. 21), traktorski put, šumska cesta (sl. 22) ili stovarište. Osim na specijalne šumske traktore, kao nosioce procesora, oni se ugrađuju i na druga vozila ili pak na specijalno konstruirana samohodna vozila za kretanje izvan putova. Hvatalo vlastite dizalice služi za prinošenje i umetanje stabala u procesorsku glavu, a i za eventualno prethodno grubo kresanje. Umjesto



Sl. 21. Procesor Logma, rad u sastojini

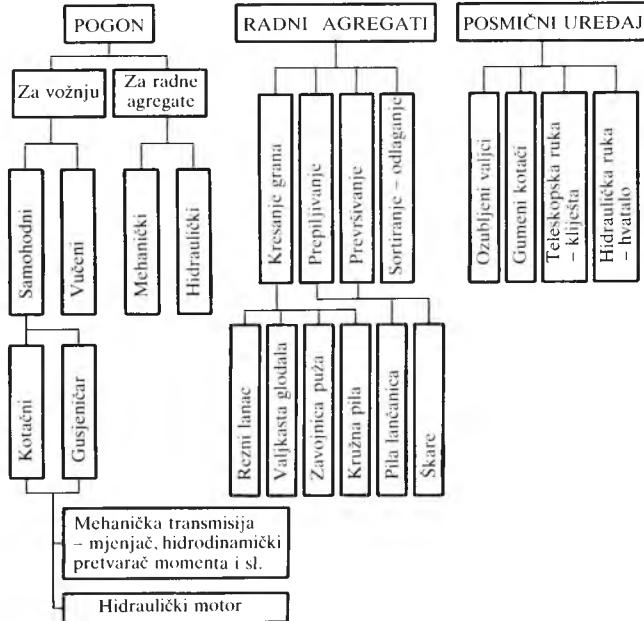


Sl. 22. Procesor na kamionu za kresanje i krojenje tankog drva

ŠUMARSKI STROJEVI

525

dizalice upotrebljava se i teleskopska ruka za prihvati i posmaka drva. Uz hvatalo se katkad ugrađuje i pila lančanica ili kružna pila za krojenje sortimenata na određenu duljinu. Na sl. 23 prikazane su vrste pogona, radni agregati i posmični uređaji procesora. Brzina je posmaka debla do 3,5 m/s, potrebna posmična sila 30...60 kN, a hod kresanja do 7 m.



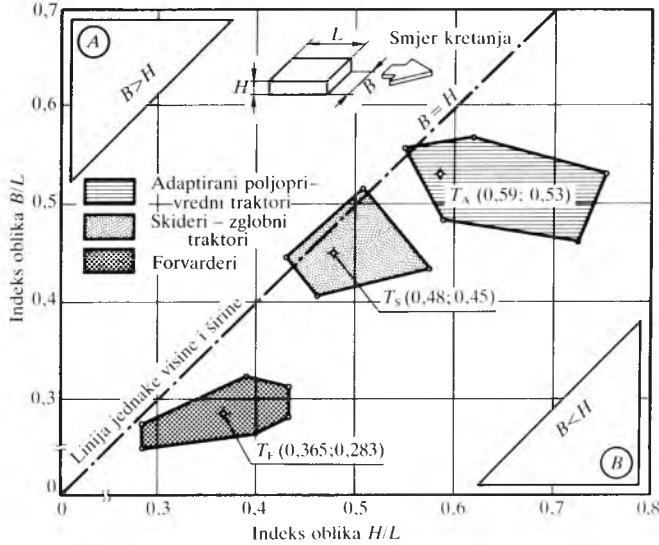
Sl. 23. Vrste pogona, radni agregati i posmični uređaji procesora

Prema dimenzijama drva koje se obradjuje, procesori se često svrstavaju na one za dovršni sihek (čista sjeća) i one za prorjeđivanje. Ako nema sastojinskih, ekoloških i drugih razloga, prvi se mogu upotrebljavati i za prorjeđivanje. Katkad se zamjenom hvatala s glavom za rušenje procesor pretvara u harvester. Kad se drva sortiraju, stroj ima jedan ili dva odjeljka za odlaganje izradenog drva.

Traktor je samohodno vozilo na kotačima ili gusjenicama koje se u šumarstvu upotrebljava za vuču tereta, njegovo guranje ili nošenje te za pogon i nošenje drugih strojeva. U šumarstvu se upotrebljavaju velikoserijski traktori, traktori namijenjeni za druge privredne grane, te posebno građeni traktori (v. *Poljoprivredne mašine*, TE 10, str. 664). Neki su tipovi standardnih velikoserijskih i specijalnih šumske traktora za privlačenje drva prikazani na sl. 24. Broj takvih traktora u šumarstvu u Hrvatskoj prikazan je na sl. 3. Na sl. 25 vide se svojstva triju osnovnih vrsta traktora adaptiranih za privlačenje drva, tj. njegovo micanje od panja do pomoćnog stovarišta: velikoserijskih traktora, zglobnih trak-

Privlačenje dugog drva		Izvoženje	
Traktor s vitlom	Traktor s klještima i dizalicom	Traktor s klještima	Forvarder i (polu)prikolica
Specijalni šumske traktori			
Gusjeničari			
			-
Velikoserijski traktori			
	-		

Sl. 24. Neki tipovi velikoserijskih i specijalnih traktora za šumarstvo

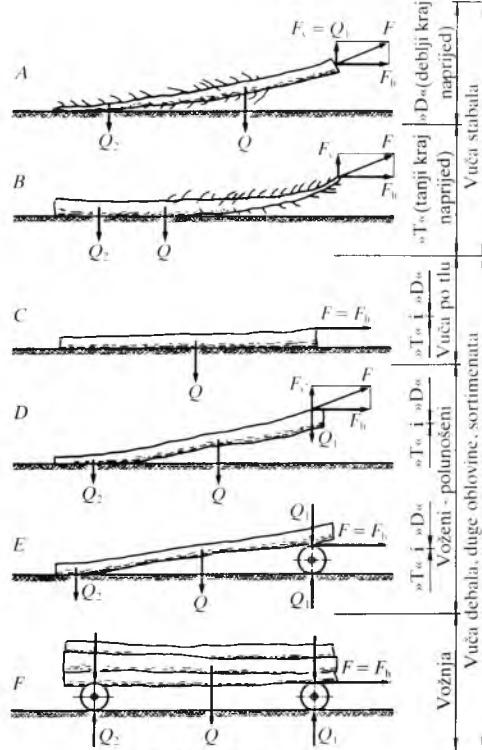


Sl. 25. Ovisnost indeksa oblika za tri tipa traktora za privlačenje drva. A područje kad je širina veća od visine, B područje kad je visina veća od širine

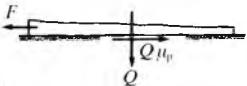
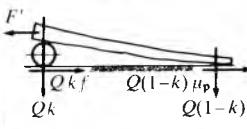
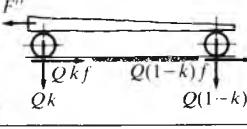
tora i forvardera. Svaka grupa traktora ima različitu razinu prilagodbe. Ona je najveća za velikoserijske traktore, a najmanja za procesore, harvestere, iverače i druge specijalne strojeve.

Vuča drva, osnovni zadatak traktora u eksploataciji šuma, obavlja se na različite načine s obzirom na prihvati drva, njegov oblik i dr. (sl. 26). Ovisno o načinu vuće, a za određeno tlo, na sl. 27 prikazane su potrebne vučne sile za tri temeljna načina vuće: po tlu, s jednim podignutim krajem i vožnjom. Osim za privlačenje drva, traktori se upotrebljavaju i za pogon vrtla (direktni mehanički ili indirektni hidrostatski pogon), odnosno dizalica, hvatala (klješta) i dr. agregata. Neki od traktora (npr. forvarderi) mogu se upotrebljavati i za prijevoz drva javnim putovima.

Traktor se upravlja preko prednjih kotača, preko sva četiri kotača ili zglobovno (sl. 28). Upravo prema načinu upravljanja jedna je vrsta traktora (skideri) nazvana zglobovnim traktorima, iako gotovo svi specijalni šumske traktori za privlačenje drva imaju takav način upravljanja. Na sl. 29

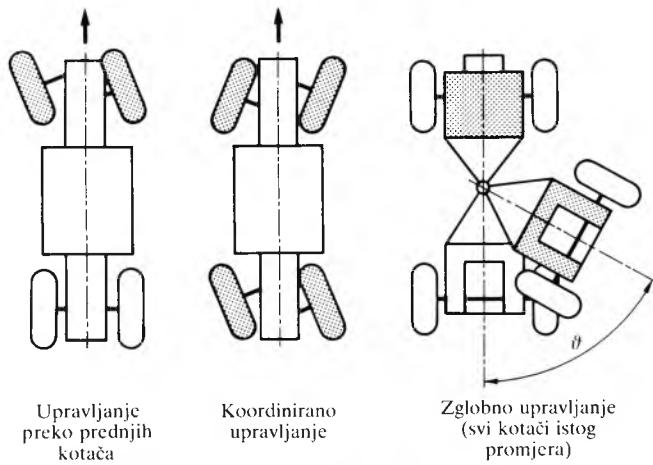


Sl. 26. Načini vuče drva

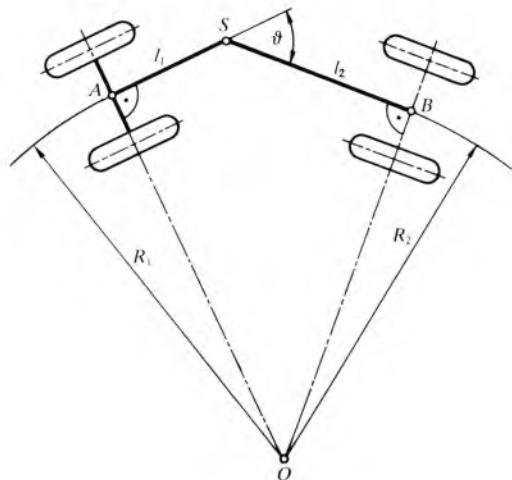
	$F = 9,81 \text{ kN} \cdot 0,65 = 6,4 \text{ kN}$	$F = 100\%$
	$F' = 4,9 \text{ kN} \cdot 0,15 + 4,9 \text{ kN} \cdot 0,65 = 3,9 \text{ kN}$	$F' = 61\% \text{ od } F$
	$F'' = 9,81 \text{ kN} \cdot 0,15 = 1,47 \text{ kN}$	$F'' = 23\% \text{ od } F$

A Vuča po tlu B Jedan kraj podignut C Vožnja

Sl. 27. Vučne sile za tri načina privlačenja drva. k faktor raspodjele tereta, f faktor otpora kotrljanja



Sl. 28. Neki od načina upravljanja traktora



Sl. 29. Određivanje polumjera okretanja središta mostova traktora sa zglobnim upravljanjem

prikazani su elementi asimetrično postavljenog zgloba. Kad se vozilo okreće bez bočnog klizanja, polumjer je okretanja središta kraće sekcijs

$$R_1 = \frac{l_1 \cos \vartheta + l_2}{\sin \vartheta}, \quad (1a)$$

a dulje sekcijs

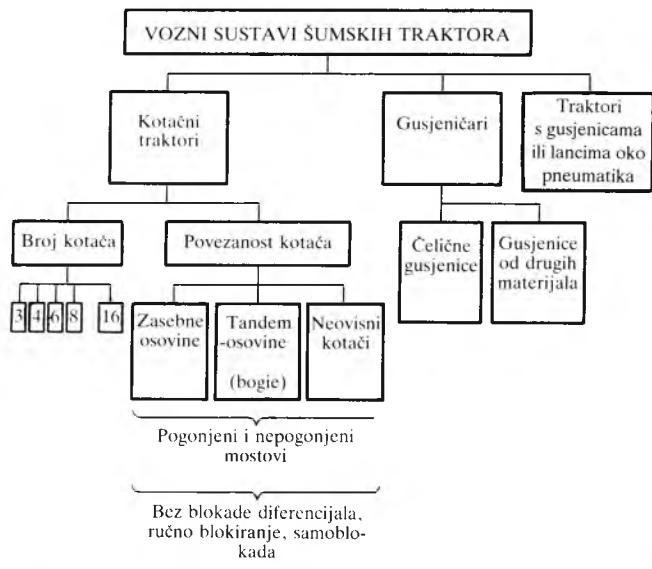
$$R_2 = \frac{l_2 \cos \vartheta + l_1}{\sin \vartheta}. \quad (1b)$$

Izgled zglobnog traktora forvardera vidi se na sl. 30.

Vozni sustav šumskih traktora rješava se na različite načine, ovisno o namjeni traktora, terenskim uvjetima, stanju podloge i dr. Na sl. 31 prikazani su česti tipovi voznog sustava šumskih traktora. Počeli su i pokusi s gumenim gusjenicama na vozilima za privlačenje drva. Specifična je upotreba tandem-osovina na šumskim traktorima s tzv. bogie-kotačima.



Sl. 30. Djeđovanje zgloba pri upravljanju forvaderom

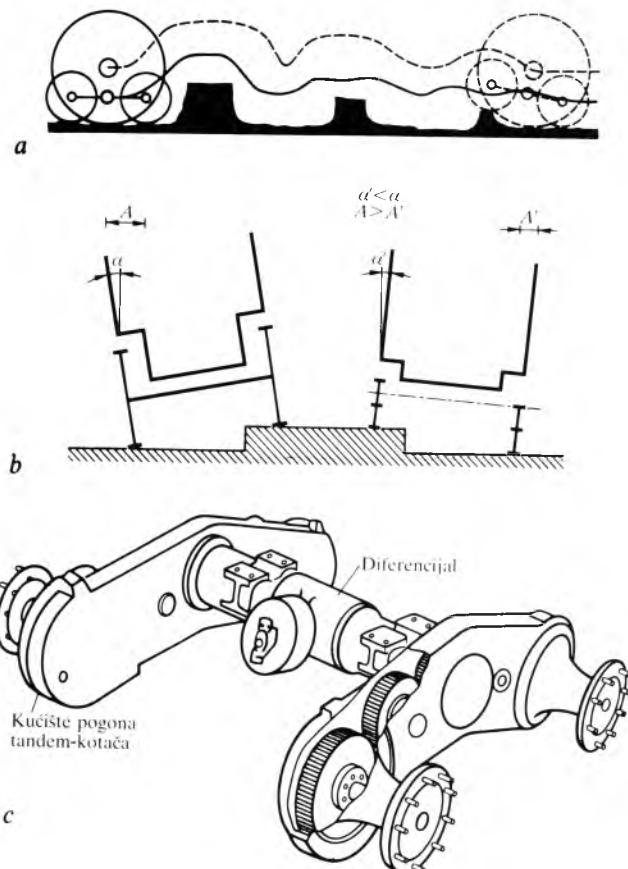


Sl. 31. Mogući vozni sustavi šumskih traktora



Sl. 33. Primjer svladavanja terenskih prepreka vozilom s dva bogie-sustava

Takvim se voznim sustavom bolje svladavaju terenske prepreke i smanjuje se tlak na podlogu. Kad bogie-kotači postoje na prednjem i stražnjem mostu, stražnji kotači prate trag prednjih kotača, težište je voznog sustava niže (veća stabilnost), a na bočnom je nagibu smanjen nagib vozila (sl. 32). Na sl. 33 vidi se svladavanje terenskih prepreka vozila s dva vozna bogie-sustava. Grade se i višestrukti bogie-sustavi (sl. 34) na forvarderu s dva zglobova. Svladavanje prepreka i slabonosivog terena s povećanjem vozačeva komfora postiže se širokim gumama velikog obujma s relativno niskim unutrašnjim tlakom zraka. Različiti tipovi pneumatika, gusjenica, lanaca ili različiti tlakovi zraka u zračnicama utječu na



Sl. 32. Bogie-izvedba traktorskih kotača. a usporedba prijelaza prepreka traktora s jednom osovinom i tandemskim rasporedom kotača, b smanjenje poprečnog nagiba vozila s bogie-osovinom, c pogon bogie-osovine sa zupčanicima

dodirni tlak, a to je važan činitelj sabijanja tla. Pritom je potrebno poznavati širenje tlaka po dubini ispod traga kotača, odnosno gusjenica, i po širini voznog sustava. Na sl. 35 prikazani su dodirni računski tlakovi za pet različitih vrsta pneumatika. Pri gibanju vozila na bočnim nagibima sila pritisakanja, a time i dodirni tlak, nisu jednaki na obje strane vozila. Za takve se uvjete grade traktori s voznim sustavom s kotačima nezavisno povezanim sa šasijom (sl. 36). U načelu, tlak je gusjenica na tlo manji, a takav traktor može pri vuči s istom adhezijskom težinom razviti veću vučnu silu nego kotačni traktor.



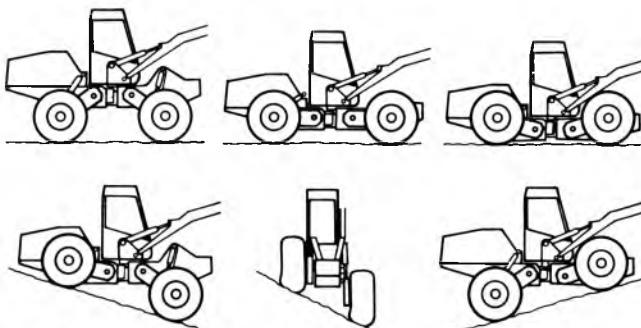
Sl. 34. Izvoženje drva dvozglobnim forvarderom

Sva se opisana vozila mogu upotrijebiti na različito nagnutim terenima. Na većim nagibima u šumarstvu se upotrebljavaju žičare ili zračni prijevoz helikopterima i balonima. Na sl. 37 prikazana su iskustva u šumarstvu SAD o primjeni raznih sustava na različitim nagibima s optimalnim udaljenostima privlačenja.

Privlačenje drva. Vučni otpor pri privlačenju drva, odnosno sila koju mora ostvariti vučno vozilo – traktor, višestruko je istražen. Da bi se definirale karakteristike takve vuče upotrebljavaju se različiti faktori: faktor otpora privlačenja pri vuči drva koje je cijelom duljinom na tlu (slučaj C, sl. 26) $\mu_1 = F_h/Q$, faktor otpora pri vuči drva s jednim podignutim krajem (slučaj A, B, D, E, sl. 26) $\mu_p = F_h/Q_2 = F_h/(Q - F_v)$ =

	Dijagonalna guma	Radijalna guma	Udvojena radijalna guma	Široka guma	Terra guma
18,4-38	18,4-R-38	18,4-R-38	18,4-R-38	650/60-38	66 x 43,00-25
Sila, kN	26	26	2 x 13 = 26	26	26
Unutrašnji tlak, MPa	0,13	0,12	0,08	0,08	0,04
Dodirna ploščina, cm²	1240	1490	2 x 1550 = 3100	3000	8323
Dodirni tlak, MPa	0,21	0,174	0,084	0,086	0,031

Sl. 35. Neke karakteristike gaza različitih pneumatika



Sl. 36. Vozila s nezavisnim ovjesom kotača i mogućnošću održavanja kabine u vodoravnom položaju

$= F_h/(Q - Q_1)$, faktor privlačenja koji uzima u obzir cjelokupno opterećenje zbog djelovanja tereta (taj se faktor razlikuje od faktora otpora privlačenja, jer je jedan kraj tereta podignut i oslonjen na traktor, dok faktor otpora privlačenja vrijedi za teret vučen po tlu) $k_v = F_h/Q$, transportni faktor uzima u obzir i masu transportne naprave $k_t = F_h/Q_{tot}$, bruto-faktor privlačenja ovisi o rezultantnoj sili u vučnom užetu $k_{bto} = F_t/Q_{tot}$. Kad se vuče po tlu (npr. vuča vratom do traktora i sl.), faktor privlačenja jednak je faktoru otpora privlačenja, jer cijeli teret leži na tlu. Ako se upotrebljava naprava kojoj je masa zanemariva (npr. čelično uže), faktor privlačenja i transportni faktor imaju jednake vrijednosti. U slučaju E na sl. 26 faktor otpora ne obuhvaća sve otpore, jer još treba sviadati otpor kotrljanja zbog opterećenja teretom Q_1 . U slučaju A, B i D na sl. 26 teret Q_1 prenosi se na traktor preko vučnog užeta te se povećava adhezijsko opterećenje traktora, što treba uzeti u obzir kad se računa otpor gibanja. U slučaju F cijeli se teret oslanja na vozilo te se sviadava jedino otpor kotrljanja. U proračunu se teret dodaje vlastitoj težini vozila. Značenja oznaka sile i tereta vide se na sl. 26. Kad se drvo vuče na nagibu s kutom α , opterećenje se preraspodjeljuje, pa npr. faktor otpora kad se drvo vuče s jednim podignutim krajem iznosi

$$\mu_p = \frac{F_t}{F_n} = \frac{F_h - Q \sin \alpha}{Q \cos \alpha - F_v}. \quad (2)$$

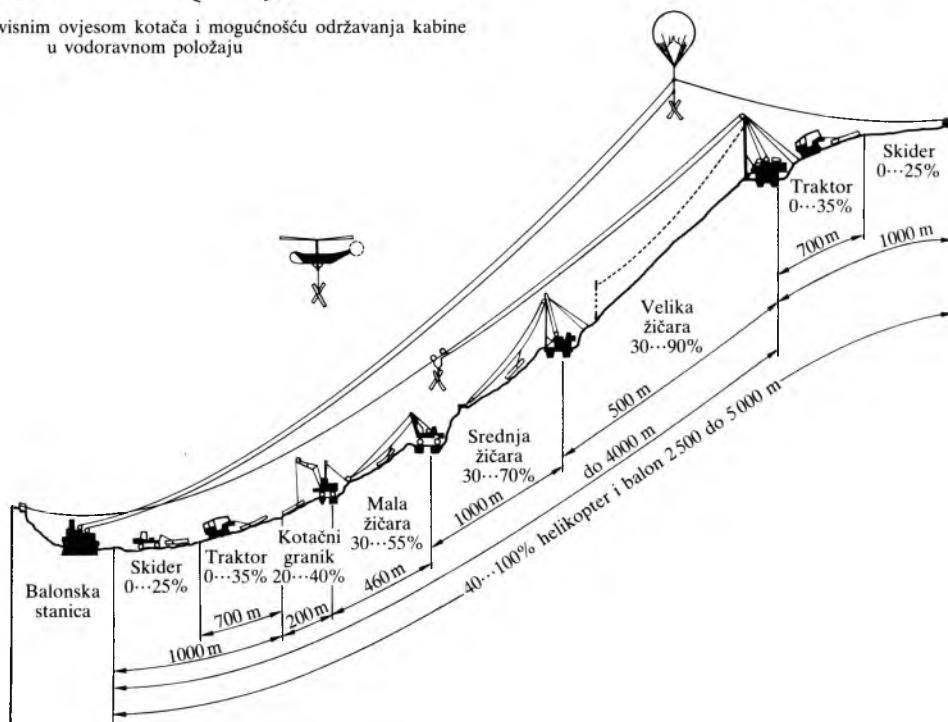
Pomoću korisnosti pri sviadavanju otpora kotrljanja i klizanja kotača, može se izraziti vučna korisnost traktorskih kotača (korisnost djelovanja trakcijskog ili vučnog uređaja, odnosno voznog sustava). Najveća se korisnost η_t kotrljanja postiže kad je vučna sila maksimalna, a najveća korisnost klizanja η_δ kad je vučna sila minimalna. Korisnost kotača iznosi

$$\eta_k = \eta_t \eta_\delta. \quad (3)$$

Korisnost kotača pokazuje koji se dio energije dovedene na traktorski kotač pretvara u koristan rad. Ona se može izraziti i pomoću okretnog momenta, pa iznosi

$$\eta_k = \frac{F_h r_d \omega}{(M_f + M_h) \omega} (1 - \delta) = \frac{F_h}{F_f + F_h} (1 - \delta) = \eta_t \eta_\delta, \quad (4)$$

gdje je $F_f = M_f/r_d$, $F_h = M_h/r_d$, $\eta_t = F_h/(F_f + F_h)$ i $(1 - \delta) = \eta_\delta$.

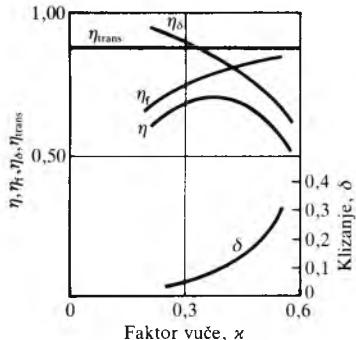


Sl. 37. Primjena različitih transportnih sustava za privlačenje drva prema iskustvu u SAD

Tako izražena korisnost kotača odnosi se na sustav kotač-tlo. Da bi se izrazila korisnost traktora, treba uz navedene gubitke prijenosa sila dodati i gubitke unutar samog traktora, pa je ukupna korisnost traktora

$$\eta = \eta_m \eta_{hp} \eta_t \eta_\delta, \quad (5)$$

gdje je η_m korisnost mehaničkih, a η_{hp} korisnost hidrauličkih elemenata traktora. Sl. 38 prikazuje kako korisnosti transmisijske, klizanja, kotrljanja i vuče traktora te klizanje ovise o faktoru vuče α . Faktor vuče $\alpha = F_h/G_{ad}$ definira proizvodnost traktorskog agregata, iako ne obuhvaća gubitke otpora gibanja (tzv. neto-faktor vuče).

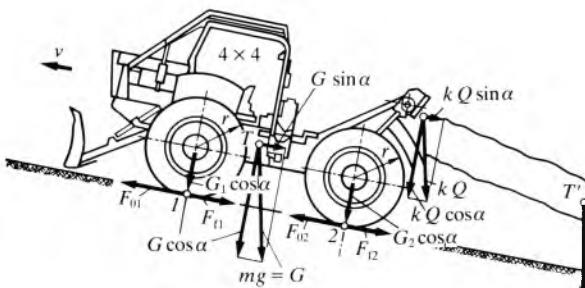


Sl. 38. Ovisnosti karakteristika korisnosti traktorske vuče o faktoru vuče. η_{trans} korisnost transmisijske, η_δ korisnost klizanja, η_f korisnost kotrljanja, $\eta = \eta_{trans} \eta_\delta \eta_f$, δ klizanje

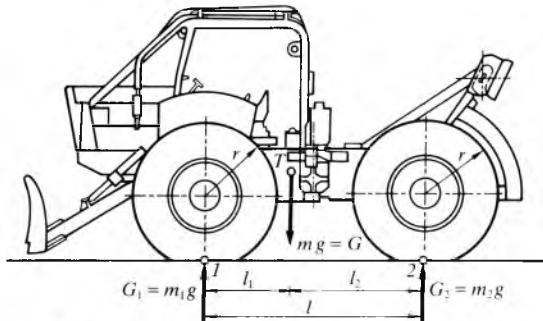
U fazi privlačenja drva, pri svladavanju otpora vuče snagom traktora, dva su različita slučaja: vuča drva koje je cijelom duljinom ili jednim dijelom oslonjeno na tlo, te vožnja tereta, kad ga u potpunosti nosi vozilo. Kad se drvo privlači uzbrdo, ukupni se otpor sastoji od otpora trenja tovara, otpora kotrljanja traktora, otpora tovara pri svladavanju nagiba terena i otpora traktora pri svladavanju nagiba terena, pa je rezultantni otpor pri vuči tovara po tlu

$$F_t = Gf \cos \alpha + G \sin \alpha + Q \mu \cos \alpha + Q \sin \alpha, \quad (6)$$

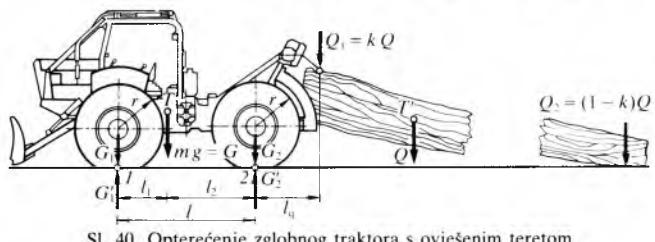
gdje je G težina traktora, α kut nagiba terena, f faktor otpora kotrljanja, Q težina vučenog tovara, μ faktor otpora privlačenja drva. U oba slučaja, i kad se vuče i kad se vozi, tovar djeluje na adhezijsko opterećenje traktora. Istdobno teret uzrokuje preraspodjelu vertikalnog opterećenja po mostovima vozila. Adhezijsko opterećenje traktora vertikalno je opterećenje zagonskih kotača u vožnji. Raspored opterećenja traktorskih mostova bez ovješenog tereta prikazan je na sl. 39. Pritom je opterećenje prednjeg mosta $G_1 = Gl_1/l$, a opterećenje stražnjeg mosta $G_2 = Gl_2/l$. Vješanjem drva koje se privlači užetom vitla narušava se statička ravnoteža (sl. 40). Tada je opterećenje prednjeg mosta $G'_1 = Gl_1/l - Q_1 l_q/l$



$$G_0 = F_{01} + F_{02} + \dots \\ G_1 = F_{11} + F_{12} + \dots \\ (\text{zanemarena je masa užeta})$$



Sl. 39. Opterećenje zglobnog traktora bez ovješenog tereta



Sl. 40. Opterećenje zglobnog traktora s ovješenim teretom

a opterećenje stražnjeg mosta $G'_2 = Gl_2/l + Q_1 l_q/l + Q_1$. Vješanjem ili oslanjanjem vučenog drva o traktor, dio se tereta prenosi s prednjeg mosta na stražnji most, a ujedno sav teret Q_1 dodatno opterećuje stražnji most. Pri privlačenju drva to je vrlo važno jer je vučna sila koju može ostvariti traktor najčešće važnija od pogonske snage motora. U poljoprivrednih je traktora oko 1/3 tereta na prednjem mostu, a 2/3 su na stražnjemu; vješanjem se tereta rastereću prednji most što može onemogućiti upravljanje. Zglobni traktor bez tereta opterećen je ~60% na prednjem, ~40% na stražnjem mostu; vješanjem se tereta jednoliko opterećuju mostovi. Za vrijeme vuče u vučnom se užetu pojavljuje osim vertikalne vučne sile i horizontalna sila kojom se svladava vučni otpor. Udari, nihanje tereta, okretanje, zapinjanje, svladavanje malih neravnina tla i drugo uzrokuju stalno mijenjanje rezultantnog otpora koji iznosi

$$F_r = Gf \cos \alpha + G \sin \alpha + k Q f \cos \alpha + k Q \sin \alpha + (1-k) \mu Q \cos \alpha + (1-k) Q \sin \alpha. \quad (7)$$

Taj izraz vrijedi za vuču na nagibu (sl. 41). Tada je opterećenje mostova

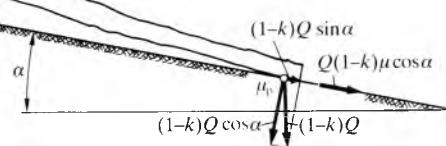
$$G''_1 = \frac{Gl_2}{l} - \frac{F_h h_h}{l} - \frac{F_v l_v}{l} \quad (8a)$$

$$G''_2 = \frac{Gl_1}{l} + \frac{F_h h_h}{l} + \frac{F_v l_v}{l} + F_v. \quad (8b)$$

Kad je podignut tanji kraj debla, faktor k iznosi 0,25...0,35, a kad je podignut deblji kraj 0,4...0,6.

Kad se prevozi tovar, kakav prevozi forvarder, treba svladati samo otpor kotrljanja, koji iznosi

$$F_f = (G + Q)f \cos \alpha + (G + Q)\sin \alpha. \quad (9)$$



Sl. 41. Dinamičko opterećenje zglobnog traktora pri privlačenju drva na nagib

Istraživanja privlačenja drva na tri opisana načina (cijeli teret na tlu, dio tereta oslonjen na traktor i vožnja) po suhom pijesku i uz faktor raspodjele tereta $k = 0,5$ pokazuju da sila za vuču po tlu iznosi $1,0 F$, za vuču s jednim podignutim krajem $0,61 F$, a za vožnju forvarderom $0,23 F$ (sl. 27).

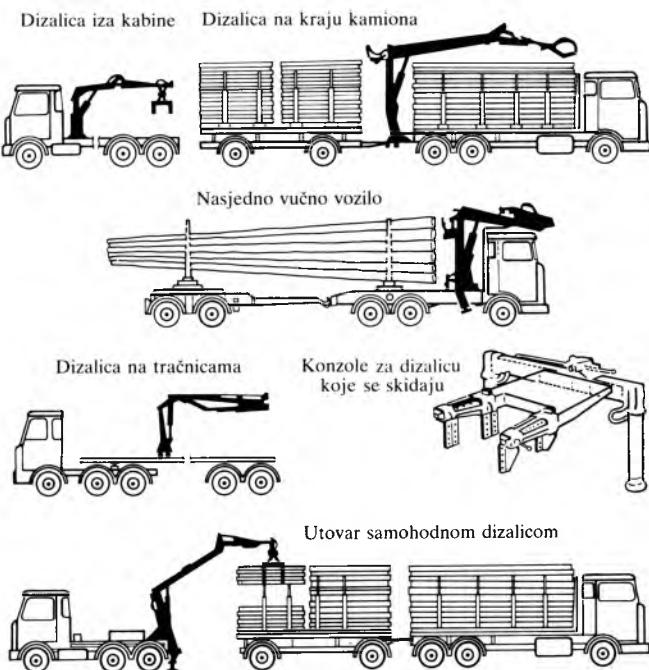
Istražene su i razlike vučnih otpora za podizanje prednjega tanjeg ili debljeg kraja debla. Ovisno o vrsti drva, stanju tla i dr. povećava se vučni otpor pri podizanju tanjeg kraja debla za više od 30%. Zato je povoljnije da se podigne deblji kraj, iako se tada smanjuje tovar zbog ograničene ploštine prihvata stražnje daske traktora. Nasuprot tome, kad se vuče cijelom duljinom oblovine po tlu, povoljnije je da tanji kraj bude naprijed. Tako se smanjuje otpor pa se može povećati tovar. Faktor otpora privlačenja μ_1 iznosi za suhu ili vlažnu ilovaču $0,48 \dots 0,57$, za pjeskovitu suhu ili vlažnu ilovaču $0,40 \dots 0,49$, za vlažan crni humus 0,50. To su prosječne vrijednosti. S povećanjem promjera oblovine, uz jednakе uvjete, taj se faktor smanjuje. Nakon koranja oblovine s grubom korom faktor se otpora smanjuje do 30%.

S razvojem računala razvila se i automatizacija mjerena drva i integrirana proizvodnja kojom se u jedan sustav povezuje proces od narudžbe do izrade.

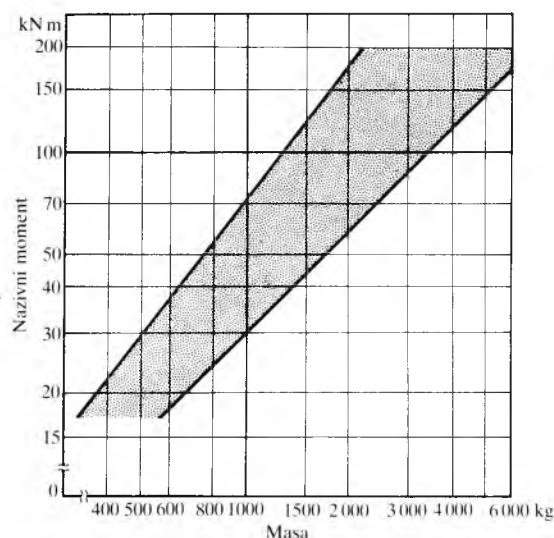
Kamion je cestovno samohodno vozilo koje se u šumarstvu upotrebljava za prijevoz debala, duge oblovine, trupaca, stabala, prostornog i industrijskog drva te iverja po šumskim i javnim prometnicama s pomoćnim stovarišta do industrijskih i drugih potrošača.

Kamioni koji se upotrebljavaju samo za prijevoz drvnih sortimenata spadaju u specijalne automobile (v. *Automobilna vozila*, TE 1, str. 495). Postolja su kamiona za šumarstvo obično od serijskih vozila, najčešće od terenskih automobila za građevinarstvo. Samo za prijevoz kratkog drva upotrebljavaju se univerzalni kamioni, opremljeni dodatnom opremom (upornice, podest, eventualno dizalice). Specijalni šumarski kamionski skup sastoje se od osnovnog postolja, šumarske nadgradnje, dizalice, prikolica, poluprikolica, poluprikolica za vučno vozilo, sanduka za iverje i dr. Postoji mnogo izvedbi kamionskih skupova za potrebe šumarstva. Na sl. 42 prikazano je nekoliko uobičajenih izvedbi kamionskih skupova. Dopuštena osovinska opterećenja šumarskih kamiona određena su općim zakonskim propisima za cestovna vozila. Ugradnjom dizalice koja se može demontirati povećava se nosivost kamiona.

Hidrauličke dizalice za utovarna vozila i istovar drva s vozila, za njegovo odlaganje na stovarišta ili za pretovar



Sl. 42. Mogućnosti ugradnje dizalice na kamion za prijevoz drva

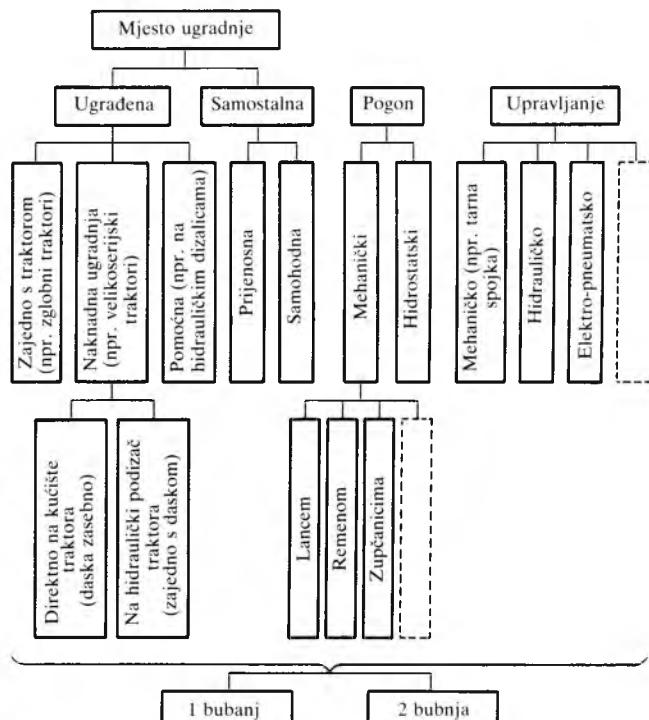


Sl. 43. Ovisnost nazivnog momenta o masi hidrauličkih dizalica

drva (v. *Prenosila i dizala*, TE 11, str. 82) ugrađuju se na kamione, traktore, traktorske prikolice, a uvek ih imaju forvarderi i traktori s hvatalom. Važno je svojstvo dizalice njezin nazivni moment. On ovisi o masi dizalice (sl. 43).

Šumsko vitlo mehaničko je sredstvo za privlačenje drva od mjesta njegove izrade do traktora, stovarišta i sl. Radi samostalno ili se ugrađuje na vozila (traktore, kamione). Vitla su i sastavni dio složenih sustava za privlačenje drva, poput žičara. Najbrojnija su vitla u šumarstvu ona koja su ugrađena na traktore. Na sl. 44 navedena su šumska vitla za privlačenje drva prema mjestu ugradnje, vrsti pogona i načinu upravljanja. Slika 45 prikazuje dvobubanjsko traktorsko vitlo na stražnjem dijelu velikoserijskog traktora sa zaštitnom daskom za prihvat vučenih trupaca.

Ostali strojevi u šumarstvu. U šumarstvu se upotrebljavaju i drugi strojevi, ali rjeđe, samo u određenim uvjetima. To su strojevi za koranje u šumi i na stovarištima, strojevi za vađenje panjeva itd. Postoje strojevi za mehaniziranu njegu, sadnju, rasadijanje, čišćenje i obradbu tla. Za zaštitu šuma



Sl. 44. Pregled mesta ugradnje, pogona i upravljanja vitala za privlačenje drva



Sl. 45. Primjer ugradnje dvobubanjskog vitla na traktor

i šumskih rasadnika upotrebljavaju se poljoprivredni strojevi i aparati (v. *Poljoprivredne mašine*, TE 10, str. 664).

Gradnja šumskih prometnica jedna je od djelatnosti šumarstva. Strojevi za gradnju šumskih cesta i traktorskih

putova jednaki su onima koji se upotrebljavaju u cestogradnji i građevinarstvu (v. *Bagerovanje*, TE 1, str. 636; v. *Cesta*, TE 2, str. 600; v. *Mehanizacija građevinskih radova*, TE 8, str. 270).

LIT.: M. G. Bekker, Theory of Land Locomotion. The University of Michigan Press, Ann Arbor 1956. – X. de Megille, Du choix de tracteurs pour le débardage. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Priredio: M. Leloup, Tractors for Logging. FAO, No. 1, Rome 1957. – A. Ugrenović, R. Benić, Eksplotacija šuma. Grafički zavod Hrvatske, Zagreb 1957. – F. Hafner, Der Holztransport. Österreichischer Agrarverlag, Wien 1964. – F. Hafner, B. Mihać, Mehanizovani transport drveta. Prijrūčnik za privlačenje, rad na stovarištu, utovar i glavni transport drveta. Jugoslovenski poljoprivredno-šumarski centar – Služba šumske proizvodnje, Beograd 1968. – M. G. Bekker, Introduction to Terrain-vehicle Systems. The University of Michigan Press, Ann Arbor 1969. (Prijevod: Введение в теорию систем местности-машина. Машиностроение, Москва 1973.) – E. G. Strehlke, H. K. Sterzik, B. Strehlke, Forstmaschinenkunde. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin 1970. – S. Conway, Timber Cutting Practices. A Forest Industries Book. Miller Freeman Publications, San Francisco 1974. – S. Tomanić, Racionalizacija rada pri sjeći, izradi i privlačenju drva (doktorska disertacija). Šumarski fakultet, Zagreb 1974. – S. Conway, Logging Practices, Principles of Timber Harvesting Systems. Miller Freeman Publications, San Francisco 1976. – M. И. Зайчик, Проектирование и расчет специальных лесных машин. Лесная промышленность, Москва 1976. – W. Pampel, Grundlagen der Forsttechnik und Forsttechnologie. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin 1978. – I. Samset, Krefter og effekter i vinsjog taubanesystemer (Forces and Powers in Winch and Cable Systems). Meddelelser fra Norsk institut for skogforskning 35.2, Ås 1979. – E. Ronay, J. Dejmal, Lesna Tažba. Priroda, vydavatel'stvo knih a časopisov, Bratislava 1981. – S. Sever, Istraživanja nekih eksplotacijskih parametara traktora pri privlačenju drva (Investigations of some Tractor's Exploitation Parameters at Wood Skidding). Glasnik za šumske pokuse, vol. 22, Zagreb 1984. – I. Samset, Winch and Cable Systems, Construction Work and Forest Operations. Norwegian Forest Research Institute, Ås 1985. – R. Grammel, Holzernte und Holztransport. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin 1988. – P. Hakila, Utilization of Residual Forest Biomass. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg 1989.

S. Sever