

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE
VIRE

Roman FERLE

**PRIMERENOST GOZDARSKIH TRANSPORTNIH
KOMPOZICIJ V RAZLIČNIH DELOVNIH POGOJIH**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Roman FERLE

**PRIMERENOST GOZDARSKIH TRANSPORTNIH KOMPOZICIJ V
RAZLIČNIH DELOVNIH POGOJIH**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**SUITABILITY OF FORESTRY TRANSPORT COMPOSITIONS IN DIFFERENT
OPERATING CONDITIONS**

GRADUATION THESIS
Higher Professional Studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija gozdarstva Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Raziskava v obliki ankete je bila opravljena pri prevoznih podjetjih v okolici Radeč in Sevnice.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 28. 8. 2015 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Jurija Marenčeta, za recenzenta pa prof. dr. Janeza Krča.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Roman Ferle

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Vs
- DK GDK 301+377.4(043.2)=163.6
- KG gozdarska transportna kompozicija/razvoj transporta lesa/nakladalna
naprava/prikolica-polprikolica/prevoz sekancev/primerjava različnih GTK
- AV FERLE, Roman
- SA MARENČE, Jurij (mentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive
gozdne vire
- LI 2016
- IN PRIMERNOST GOZDARSKIH TRANSPORTNIH KOMPOZICIJ V
RAZLIČNIH DELOVNIH POGOJIH
- TD Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)
- OP XI, 77 str., 3 pregl., 45 sl., 1 pril., 40 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI V diplomski nalogi smo opisali zgodovinski razvoj kamionskega transporta lesa. Predstavljen je razvoj različnih sistemov in naprav za natovarjanje okroglega lesa vse do pojava hidravličnega nakladalnega žerjava. Prikazane so sodobne gozdarske transportne kompozicije, nadgradnje, nakladalne naprave, prikolice in polprikolice. Navedeni so razlogi za pravilno in optimalno izbiro prevoznega sredstva. Glavni dejavniki izbire kompozicije so oblika in velikost sortimentov, količina lesa, dostopnost terena in razdalja voženj. Z anketo smo pridobili podatke o dejanskem stanju voznega parka. Predstavljeni so glavni argumenti za nakup vozil ter dobre in slabe lastnosti vozil glede na specifikke voženj, ki se z njimi opravljajo. Predstavljena je novejša transportna kompozicija, ki se je pojavila z uvedbo nove tehnologije izdelave lesnih sekancev. Po svoji strukturi je namenjena za prevoz sipkih tovorov in se povsem razlikuje od običajnih vozil za prevoz okroglega lesa.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Vs
- DC FDC 301+377.4(043.2)=163.6
- CX forestry transport composition/development of wood transport/loading device/trailer, semi-trailer/woodchip transport/comparisment of different FTC
- AU FERLE, Roman
- AA MARENČE, Jurij (supervisor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources
- PY 2016
- TI SUITABILITY OF FORESTRY TRANSPORT COMPOSITIONS IN DIFFERENT OPERATING CONDITIONS
- DT B. Sc. Thesis (Higher Professional Studies)
- NO XI, 77 p., 3 tab., 45 fig., 1 ann., 40 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB The following thesis describes the historical development of timber transport truck. Featured is the development of various systems and facilities for loading roundwood, up to the emergence of the hydraulic loading crane. Presented are modern forestry transport compositions, forestry upgrades, loading devices, trailers and semi-trailers. Presented are the reasons for the proper and optimum selection of transport composition. The main factors for the selection of proper composition are shape and size of the timber assortment, the volume of timber, accessibility of terrain and distance of transport. Via survey we collected data on the current situation of forest trucks. Presented are the main arguments for vehicles purchase, stated are the good and the bad characteristics of vehicles, depending on the specifics of their operating conditions. We presented transporting composition caused by the introduction of new technology – production of wood chips. Its structure is designed for the transport of bulk cargo and quite different from the standard vehicles for the transport of round wood.

KAZALO VSEBINE	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	- 2 -
KEY WORDS DOCUMENTATION	- 3 -
KAZALO VSEBINE	- 4 -
KAZALO PREGLEDNIC	- 6 -
KAZALO SLIK	- 7 -
KAZALO PRILOG	- 9 -
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	- 10 -
SLOVARČEK.....	- 11 -
1 UVOD.....	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA	2
1.2 DELOVNE HIPOTEZE	2
1.3 CILJI NALOGE	3
2 ANALIZA DELA IN DOSEDANJIH OBJAV NA PODROČJU TRANSPORTA IN NAKLADANJA LESA.....	4
2.1 TRANSPORT LESA.....	5
2.2 ZGODOVINA IN RAZVOJ TRANSPORTA LESA	8
2.3 POJAV IN RAZVOJ KAMIONOV	9
2.4 NAKLADANJE LESA.....	11
2.4.1 Ročno nakladanje.....	13
2.4.2 Ročno nakladanje z ramp.....	14
2.4.3 Nakladalne naprave na ročni pogon.....	14
2.4.3.1 Samostojnenakladalne naprave na ročni pogon.....	15
2.4.3.2 Elevatorji	15
2.4.3.3 Mobilne nakladalne naprave.....	16
2.4.4 Hidravlični nakladalni žerjavi	19
3 ANALIZA TRENUTNEGA STANJA GTK V SLOVENIJI.....	22
4 TEHNIČNE ZNAČILNOSTI DANAŠNJE GTK.....	23
4.1 GOZDARSKA TRANSPORTNA KOMPOZICIJA	23
4.2 ZGRADBA GTK.....	24
4.2.1 Motor.....	25
4.2.2 Menjalnik.....	26
4.2.3 Diferencial.....	28
4.2.4 Vzmetenje	28
4.2.5 Pogoni.....	30
4.2.6 Kabina.....	32
4.3 GOZDARSKA NADGRADNJA	34
4.3.1 Prečni nosilci in ročice	35

4.3.2	Varnostna in dodatna oprema nadgradnje.....	36
4.4	NAKLADALNA NAPRAVA, HIDRAVLIČNI ŽERJAV	37
4.4.1	Rotator, grabež.....	41
4.4.2	Odgon, črpalka	42
4.4.3	Upravljanje dvigala.....	44
4.5	PRIKLOPNA VOZILA.....	45
4.5.1	Priklopnik	45
4.5.2	Polpriklopnik.....	47
4.6	PREVOZ HLODOVINE	49
4.7	PREVOZ SEKANCEV	50
4.8	OMEJITVENI DEJAVNIKI OB IZBIRI GTK.....	52
4.8.1	Zakonske omejitve	52
4.8.2	Drugi omejitveni dejavniki vožnje GTK.....	55
5	REZULTATI ANKETE, IZBIRA GTK.....	56
5.1.1	Predstavitev voznega parka zajetega v anketi	59
6	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	67
7	POVZETEK	70
8	VIRI	73

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Indeksi trenj med pogonsko pnevmatiko in podlago (Brinovec, 1997)	55
Preglednica 2: Tehnične značilnosti GTK.....	60
Preglednica 3: Tehnične značilnosti GTK.....	61

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Nakladalne naprave na ročni pogon. (Hafner, 1952)	15
Slika 2: Elevator. (Hafner, 1952).....	16
Slika 3: Nakladanju lesa z vitlom. (Hafner, 1952)	17
Slika 4: Nakladalna naprava nameščena na vozilu. (Hafner, 1952).....	18
Slika 5: Kombinirani hidravlično-žični žerjav. (Forstmuseum, 2016).....	19
Slika 6: GTK z nakladalno napravo za prevoz kratkega lesa. (foto: R. Ferle).....	23
Slika 7: GTK (sedlasti vlačilec s polprikolico) brez nakladalne naprave za prevoze na daljših razdaljah. (foto: R. Ferle).....	24
Slika 8: Osnovna šasija brez nadgradnje (PK trucks, 2016).....	25
Slika 9: Tipi menjave prestav. A: ročni, B: EPS, C: avtomatski (foto: R. Ferle).....	27
Slika 10: Vrste vzmetenj, A: listnato-trapez, B: listnato-parabola, C: zračno vzmetenje (foto: R. Ferle).....	30
Slika 11: Reguliranje nivoja podvozja pri zračnem vzmetenju (foto: R. Ferle).....	30
Slika 12: Tipi pogonov (ilustr. N. Oman).....	32
Slika 13: Tipi kabin, A: Dnevna kabina, B: Spalna kabina (foto: R. Ferle).....	33
Slika 14: Gozdarska nadgradnja s prečnimi nosilci in ročicami (Alucar, 2016).....	34
Slika 15: Tovorni prostor A: brez platoja in B: s platojem (foto: R. Ferle)	35
Slika 16: Zategovalnik traku, A: ročni (foto: R. Ferle); B: pnevmatski (EXTE, 2016).....	37
Slika 17: Hidravlični žerjav. (Palfinger, 2016)	38
Slika 18: Hidravlično dvigalo zloženo v transportnem položaju "Z". (foto: R. Ferle).....	40
Slika 19: Mesto namestitve in načini zlaganj dvigal. (ilustr. N. Oman).....	40
Slika 20: Mesto namestitve dvigala na polprikolici. (ilustr. N. Oman).....	41
Slika 21: Vozilo s pomičnim dvigalom. A: za kabino, B: na previsu. (foto: B. Verbe).....	41
Slika 22: Tipi grabežev, A: za okrogel les, B: za vejevino, C: dodatek klasičnemu grabežu za manipulacijo sipkih tovorov (foto: R. Ferle); D: za prežagovanje. (Cranab harvester cranes, 2016).....	42
Slika 23: Primeri tehnične specifikacije grabežev za obli les. (Tajfun-LIV, 2016).....	42
Slika 24: Varnostno dodatna oprema dvigala. (foto: R. Ferle).....	43
Slika 25: Shema Euro načina upravljanja dvigala. (foto: R. Ferle, ilustr.: N. Oman).....	44
Slika 26: A-Prikolica za prevoz kratkega lesa ; B-(Pol)prikolica z vrtljivo klopjo za prevoz dolgega lesa (biling). (foto: R. Ferle)	46
Slika 27: GTK s tandem polprikolico za prevoz dolgega lesa. (foto: S. Jermančič).....	47

Slika 28: Polprikolica za prevoze na daljše relacije. (foto: R. Ferle)	48
Slika 29: Polprikolica s pomičnimi nosilci in raztegljiva polprikolica. (ilustr. N. Oman).....	48
Slika 30: Polprikolica z vodljivim podvozjem in polprikolica z vodljivima osema. (ilustr. N. Oman)	49
Slika 31: GTK z naloženim kratkim lesom. (foto: R. Ferle)	49
Slika 32: Kompozicija za prevoz sekancev. (foto: R. Ferle).....	51
Slika 33: Prikaz delovanja pomičnega dna. A, B, C: pripravljalne faze, D: delovna faza. (foto: R. Ferle)	51
Slika 34: Prikazovalniki skupne mase vozila. (Foto: R. Ferle)	54
Slika 35: Prometni znaki s prepovedmi. (Znaki za prepovedi in omejitve, 2015)	54
Slika 36: Primerjava zatekanja in širine svetlega profila v zavoju med različnimi tovornimi vozili. (prirejeno po SLIDESHARE, 2015)	55
Slika 37: Etat po letih z deležem izvoza. (Etat in izvoz lesa, 2016).....	56
Slika 38: Predelava nadgradnje iz sistema dolgega v kratek les. (foto: S. Jermančič).....	62
Slika 39: GTK 2 s krajšo medosno razdaljo in krajšim nakladalnim platojem. (Foto: L. Kozinc)	63
Slika 40: GTK 6 s pogonom 6x6. (Foto: R. Ferle)	63
Slika 41: GTK z raztegljivo prikolico. (Foto: R. Ferle)	64
Slika 42: Lahka izvedba GTK z osno konfiguracijo 6x4. (foto: R. Ferle)	65
Slika 43: Vozilo za pomožno-pripravljalna opravila. (foto: R. Ferle).....	65
Slika 44: Večnamensko vozilo. A: Sedlasti vlačilec, B: Nakladanje in transport sipkih tovorov, C: Prevoz kratkega lesa in žagarskih polizdelkov, D: Prevoz dolgega lesa, E: Izdelava sekancev. (foto: R. Ferle).....	66
Slika 45: GTK za daljinski prevoz okroglega lesa in sekancev. (Foto: R. Ferle)	66

KAZALO PRILOG

	str.
Priloga A: Anketno snemalni list	78

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

GTK- gozdarska transportna kompozicija

CMS- centralno mehanizirano skladišče

SLOVARČEK

- Previs- Razdalja med zadnjo osjo in zadnjim skrajnim delom vozila
Trambus- Izpeljanka za obliko kabine: »tram«-vaj, avto-»bus«
Low-liner- Oblika vozila z nizko nakladalno višino za prevoz volumenskega tovora

1 UVOD

Prevoz lesa je v verigi pridobivanja in transporta lesa pomemben člen, ki omogoča izvoz lesa iz gozda do začasnega skladišča, oziroma neposredno do kupca. Poznamo več načinov transporta: po kopnem, po vodi in zraku. V današnjem času prevladuje cestni, saj omogoča hiter ter relativno ekonomičen transport, ki deluje po načelu od vrat do vrat. V nekaterih primerih, predvsem pri daljših razdaljah, pa je v uporabi kombinacija cestno-železniškega, redkeje tudi ladijskega transporta. Seveda gre v tem primeru za masovni transport za velike kupce, ki lahko sprejmejo večjo količino gozdno-lesnih proizvodov naenkrat.

V zadnjem času so se zaradi družbenopolitičnih sprememb spremenili tudi tokovi prodaje in prevozov lesa. V Sloveniji so propadla velika podjetja, ki so bila velik odjemalec doma pridobljenega lesa. Ponudniki gozdnih lesnih proizvodov so se morali prilagoditi in pričeti ozirati na tuja tržišča. Z ukinitvijo kontrol na državnih mejah so bili ukinjeni carinski postopki, zmanjšali so se prevozni stroški v smislu carinskih in špediterskih dajatev, zmanjšale oziroma odpravljene so bile čakalne dobe na mejnih prehodih. V kratkem času se je praktično odprla priložnost za masovno prodajo lesa na tuja tržišča. S prodorom prodaje v tujino so se znatno povečale razdalje potovanja, posledično je bilo potrebno spremeniti tudi cestna prevozna sredstva. Pojavila so se nova vozila z majhno lastno maso (tara), večinoma so to sedlasti vlačilci s polprikolico, brez nakladalne naprave in tovrnega platoja. Cilj ekonomsko upravičene vožnje je namreč prepeljana kar največja količina tovara, seveda v okviru zakonskih določil. Razvoj različnih tehnologij pridobivanja lesa, predvsem uvajanje strojne sečnje in transporta lesa z zgibnimi polprikolicami do kamionskih cest in začasnih skladiščnih prostorov ob kamionski cestah je doprinesel k povečanemu obsegu prevoza kratkega lesa. Novost v procesu pridobivanja lesa pri nas je izdelava gozdnih lesnih sekancev. Ta tehnologija omogoča izrabo sečnih ostankov, ki nastanejo v fazi pridobivanja lesa. Z uvedbo proizvodnje sekancev povečamo izrabo materiala, ki bi sicer ostal v gozdu ali pa bi bila priprava za klasičen prevoz nesmotrna. Hkrati sekanci prinašajo povsem drugačno tehnologijo za izdelavo in transport. Spremenile so se osnovne karakteristike vozil, nadgradnja mora ustrezati prevozu razsutih tovorov. Pri prevozu sekancev stremimo h

kar največjemu volumnu, medtem ko smo pri prevozu okroglega lesa pogosto soočeni z veliko maso tovara.

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Slaba odzivnost podjetij, ki se ukvarjajo s predelavo lesne surovine v smislu povečanja odkupa doma pridobljenega lesa in propad nekaterih velikih odjemalcev lesa, je privedlo do nasičenja domačega tržišča. Pomemben razlog za trenutno stanje je tudi dejstvo, da se je v zadnjem času povečala realizacija dovoljenega poseka, predvsem zaradi biotskih, kot tudi abiotskih dejavnikov. Zaradi boljših pogojev prodaje les masovno izvažamo na tuja tržišča - predvsem v Avstrijo in Italijo. Razdalje voženj so se povečale, pojavila se je nova oblika surovine (sekanci). Na prevoz lesa torej vpliva veliko dejavnikov, ki vplivajo na odločanje za pravilno izbiro gozdarske transportne kompozicije (GTK).

Glavni dejavniki so:

- tehnologija proizvodnje - dolg les, kratek les,
- razdalja prevoza,
- zahtevnost terena,
- vrsta surovine,
- razpoložljivost in večnamenskost vozila (vozilo lahko prevaža tudi druge oblike tovara).

1.2 DELOVNE HIPOTEZE

Glede na vse našteje dejavnike in spremembe, ki vplivajo na način in obliko transporta lesa v zadnjem času, smo v nalogi postavili več delovnih hipotez:

- za daljšo razdaljo prevozov izberemo lažjo in novejšo GTK,
- konfiguracija in vrsta terena pomembno vplivata na izbor vrste pogona in hkrati omejujeta uporabo prikolic,
- možna je uporaba večnamenskih GTK s katerimi lahko prevažamo različne oblike lesa,

- za prevoze na daljše razdalje podjetja uporabljajo kompozicije brez nakladalne naprave.

1.3 CILJI NALOGE

V nalogi želimo predstaviti zgodovinski razvoj kamionskega transporta, ki je pomemben tudi za današnjo konfiguracijo prevoznih sredstev. V prvem delu diplomskega dela analiziramo tehnične značilnosti različnih GTK - predvsem po obliki in vrsti nadgradenj, osnih konfiguracijah, namestitvah in izbirah različnih nakladalnih naprav. Predstavljamo dejavnike, ki odločilno vplivajo na izbiro določene GTK. Prikazati želimo, kako se GTK medsebojno razlikujejo glede na dimenzije lesa (predvsem dolžina sortimentov), prevozno razdaljo in obliko lesa (lesne surovine), ki ga prevažamo.

V drugem delu pa za ožje območje Slovenije (Radeče, Sevnica) analiziramo dejansko stanje v strukturi GTK, s katerimi tamkajšnji prevozniki opravljajo prevozne storitve. Pri tem želimo opozoriti na razlike med njimi, predvsem pa na vzroke, ki vplivajo na različen izbor tovrstnih strojev. Za tovrstno informacijo menimo, da je pomembna – zato jo v diplomskem delu za naše ožje raziskovalno področje tudi želimo predstaviti.

2 ANALIZA DELA IN DOSEDANJIH OBJAV NA PODROČJU TRANSPORTA IN NAKLADANJA LESA

Transport lesa je v procesu pridobivanja lesa pomemben člen, ki je stroškovno in tehnično zelo zahteven. Prevoz lesa s tovornimi vozili je specifična dejavnost in zahteva posebej prirejena - specialna prevozna sredstva. V širšem širšem spektru cestnega prevoza blaga zavzema prevoz lesa majhen delež. Pri pregledu literature, posebej še ob pregledu diplomski del, pa tudi drugih virov s tega področja v zadnjem času ugotavljamo, da je tovrstne obravnave sorazmerno malo. Področje transporta lesa s kamioni se po svojih lastnostih prepleta med gozdarsko, strojno, ekonomsko in prometno stroko, ter zahteva znanja z vseh teh področij. Morda je tudi ta kompleksnost problematike eden od vzrokov za pomanjkljivo obravnavo področja prevoza lesa pri nas. Ravno zaradi teh razlogov želimo v diplomskem delu analizirati razvoj transporta in nakladanja lesa. Torej na enem mestu združiti informacije, ki so do sedaj že obravnavale omenjeno problematiko – od ročnega pristopa (pri nakladanju) pa vse do današnjih najmodernejših izvedb transportnih kompozicij in uporabe hidravličnih nakladalnih naprav.

Delo avtorja Janeza Godnova, Kamioni za prevoz gozdnih sortimentov in njihova oprema je služil kot temelj naše naloge. Avtor v delu opiše GTK kot celoto, podrobno opiše sestavne dele, nakladalni žerjav, prikolico in opremo. Opiše tehnične karakteristike in med seboj primerja tehnične, eksplotacijske in ekonomske učinke v raziskavo vključenih vozil (Godnov, 1978).

Franz Hafner v delu Die Praxis des neuzeitlichen Holztransportes podrobno predstavi kronološki pregled razvoja vozil in naprav za transport in nakladanje lesa. Velik poudarek nameni razvoju najrazličnejših nakladalnih pripomočkov, naprav in načinom nakladanja lesa na tovorna vozila (Hafner, 1952).

V študiji Preučevanje mehanizacije transporta lesa se avtor Amer Krivec ukvarja s preučevanjem različnih prevoznih sredstev, načinov transporta, pripomočkov in napravah za nakladanje lesa (Krivec, 1967). S podobnim preučevanjem nadaljuje Amer Krivec v

delu Mehanizirano nakladanje pri prevozu lesa, kjer opiše sredstva in pripomočke pri nakladanju lesa. Podrobno se posveti časovnim in količinskim študijam različnih nakladalnih naprav. Z vidika porabe časa in ekonomičnosti med seboj primerja ročni način nakladanja, nakladanje s hidravlično vrvno nakladalno napravo in nakladanje s popolnoma hidravličnim žerjavom. Pri tem ugotavlja, da je nakladanje s popolnoma hidravličnom žerjavom najcenejše in najučinkovitejše (Krivec, 1972).

V zborniku FORMEC 2000 Wipperman ugotavlja povečanje proizvodnje kratkega lesa (strojna sečnja) in iskanje alternativ pri prevozih oblega lesa. Opiše različne sisteme prevozov in pri tem izpostavlja smiselnost uporabe kotalnih kontejnerjev v gozdarstvu (Wipperman, 2001). Nadalje Fenz in Stempfer v zborniku FORMEC 2005 ugotavljata možnosti uporabe samostoječega podvozja v sistemu Log-Rac. Osnova sistema temelji na prevozu ladijskih kontejnerjev (platform), ki so ustrezno prirejeni za transport v gozdarstvu (dodane so ročice in noge na katere se opira platforma). Avtorja ugotavljata omejeno uporabo z vidika prostora na mestu nakladanja in neracionalno uporabo na razdaljah krajših od 60 km (Fenz in sod., 2005).

V diplomskem delu Primerjava možnosti pri izbiri prevozov lesa v zasebnem podjetju Roman Janc s.p., avtor Klemen Janc primerja tri različne GTK, v treh različnih scenarijih v skupini prevozov doma in iz Hrvaške. Pri tem uporabi scenarij maksimalne izkoriščenosti GTK, dejanske izkoriščenosti GTK in scenarij, da je Hrvaška v EU. S kalkulacijo in DEA metodo ugotovi, da je najmanj stroškov na tkm pri daljših relacijah (stroški se razdelijo na več km). Hkrati ugotavlja, da je največ zaslužka oz. ostanka pri domačih prevozih (različno po posamičnih GTK) (Janc K., 2010).

2.1 TRANSPORT LESA

V transport lesa je zajet vsak premik lesa, ki ga izvedemo od panja do potrošnika. To so lahko: vlačenje, drsenje, spuščanje, nošenje, zbiranje, sankanje, plavljenje, splavarjenje, iznošenje, vožnja. Transport lesa je možen po kopnem, vodi in zraku. Pri nas se najpogosteje uporablja transport po kopnem. Transport lesa delimo na dve fazi, in sicer prvo fazo imenujejo spravilo, tu se les transportira od panja do kamionske ceste, pri

čemer se les vlači ali vozi, v nekaterih primerih pa delno vozi in vlači. Drugo fazo imenujejo vožnja, poteka pa od kamionske ceste do skladišča ali potrošnika (Krivec, 1972).

Po Krivcu je: *»prevoz lesa del transporta, njegova druga faza, kjer les prevažamo od pomožnih (zbirnih, začasnih) skladišč po utrjenih poteh in cestah doglavnih skladišč oz. potrošnika. V ta namen se uporabljajo največkrat kamionski in traktorski prevozi, redkeje prevozi po žičnici oz. železnici«* (Krivec, 1972).

Same tehnologije transporta se po fazah in podfazah precej razlikujejo glede na to na katerem pravilnem mestu se odvijajo. V prvi fazi transporta (od panja do kamionske ceste) poteka spravilo lesa predvsem po tleh z vlačanjem, sredstvo za vlačenje pa je lahko vprežna žival ali stroj. Najpogosteje se pri nas uporablja traktor, ki lahko s pomočjo vitla les privleče od panja do vlake (les se zbira). Naprej pa je traktorski transport možen na več načinov, in sicer z vlačanjem, nošenjem, vožnjo s traktorsko gozdarsko polprikolico in v zadnjem času tudi z zgibnim polprikoličarjem. Pri strojni sečnji se za izvoz lesa do kamionske ceste skorajda vedno uporablja zgibni polprikoličar, lahko pa ga nadomesti traktorska gozdarska polprikolica. Seveda je način spravila do kamionske ceste odvisen predvsem od metode izdelave dreves. Tehnologije izdelave dreves namreč izključujejo nekatere tehnologije spravila. Pri metodah izdelave dreves se z različno tehniko spreminjajo dolžine kosov izdelanih debel. Pri tehnologiji kratkega lesa se uporablja zgibni polprikoličar, s katerim vozimo izključno les krajših dimenzij. Pri tehnologiji dolgega lesa pa po večini uporabljamo klasično traktorsko spravilo, lahko pa uporabimo tudi sedlasti traktor z nameščenim gozdarskim dvigalom in vlečno-transportnimi kleščami, kjer se les delno vozi, delno vlači. Pri velikih naklonih in strmih terenih pa pogosto uporabljamo žičnice, ki les transportirajo po zraku ali delno po tleh. Les zbirajo ob panjih in odlagajo na odlagalnih mestih, najpogosteje ob kamionski cesti. Tudi pri žičnicah poznamo več metod izdelave dreves, ki pa so odvisne od tehničnih značilnosti žičnic. Pri manjših žičnicah se drevo izdelava na sečišču, sortimenti ali pa kosi se privlečejo na odlagalna mesta. Pri večjih žičnicah, ki imajo na dvigalo nameščeno procesorsko glavo, pa se do žičnice privleče celo drevo, ki se dokončno izdelava na stojišču žičnice.

Prva faza transporta od panja do skladišč ob kamionski cesti nam predstavlja le del transporta, vendar je zelo pomembna pri izbiri sredstev nadaljnjih faz transporta. Pri različnih tehnologijah prve faze transporta (od panja do kamionske ceste) prihaja do različnih dimenzij in struktur sortimentov, ki odločilno vplivajo na to, katero prevozno sredstvo za nadaljnji transport bomo uporabili najbolj optimalno. Dimenzije sortimentov so lahko odvisne tudi od geografskih omejitev, predvsem od velikih naklonov, razgibanega terena (useki, vrtače, jarki) in neugodnih tal (skalovito, močvirje). V težkih pogojih se uporablja sortimentna metoda, kjer pa so razmere ugodnejše, lahko uporabljamo težjo mehanizacijo, ki omogoča uporabo poldebelne ali debelne metode. Na skladiščih ob kaminskih cestah pa po potrebi krojimo debla na sortimente, ki so primerni za nadaljnji transport.

Druga faza transporta je vožnja, pri tem se les ne dotika tal. V primeru, da se vozilo giblje po javnih cestah, mora biti les naložen na primerno vozilo tako, da ne ogroža drugih udeležencev v prometu in v skladu z cestnoprometnimi predpisi. V drugi fazi transporta les vozimo od kamionske ceste do začasnega skladišča, centralnega mehaniziranega skladišča (CMS) ali neposredno do potrošnika.

Eno izmed načel slovenskega gozdarstva je v pridelavi kvalitetnih gozdnih lesnih sortimentov, bistveno pri tem je ustvarjati čim večje finančne rezultate na enoto prodanega lesa. Temu sledi, da se mora tehnologija sečnje, spravila in transporta prilagajati potrebam na lesnem tržišču. S pravilnim krojenjem debel (predvsem listavcev), prihaja do zelo heterogenih sortimentov, ki s svojimi značilnostmi otežujejo izbor GTK. Tako imamo lahko na enem sečišču pripravljen npr.: jamski les, ki je kratek, tanjšega premera in manjše prostornine, ter les za lepljene nosilce in furnirski les, ki je daljši in večjih dimenzij. Transportna sredstva, ki jih bomo izbrali za prevoz omenjenih sortimentov, se med seboj bistveno razlikujeta: prvi je namenjen prevozu kratkega lesa, drugi pa prevozu dolgega lesa. Težava nastopi takrat, ko različne tehnologije pridobivanja lesa izločijo prevozna sredstva, ki je prilagojeno prevozu samo ene oblike sortimentov. Rešitev pri tej težavi je GTK, ki je namenjena hkratnemu prevozu obeh

oblik sortimentov oz. se prilagodi za prevoz ene ali druge vrste sortimentov, pri nekaterih GTK celo povsem drugačni obliki tovora.

2.2 ZGODOVINA IN RAZVOJ TRANSPORTA LESA

Zaradi široke uporabnosti so ljudje že od nekdaj cenili les. Uporabljali so ga za kurjavo in gradnjo, zaradi svoje specifične teže in oblike pa je vedno predstavljal velik logistični izziv. Način prevoza lesa, kot ga poznamo danes, takrat seveda ni bil možen. Skozi zgodovino se je izkazalo, da je bila nekoč najprimernejša dodelava in izdelava lesenih elementov v grobem, na mestu oz. v bližini sečnje, torej v gozdovih samih. Les je namreč relativno težka surovina (okrog 1000 kg/m^3) in že od nekdaj se je strmelo k nižanju teže in prilagajanju oblike. Za potrebe kovaške obrti so iz drv kuhali kope, s katerimi so pridobivali oglje – sama masa oglja je namreč bistveno nižja in za nadaljnji transport bistveno ugodnejša. Transport lesa je potekal ročno z iznosom in z vprežnimi živalmi, ki so les vlačile ali pa vozile z vprežnimi vozovi in sanmi. Ljudje so si vedno pomagali z izkoriščanjem gravitacije. Les so tako spravljali po rižah, pri večjih koncentracijah sečnje pa so gradili drče, po katerih so les na suho ali pa s pomočjo vode spravljali v dolino. Najceneje in tudi enostavneje je bilo plavljenje lesa. Uporabljali smo izviren način plavljenja lesa s pomočjo klavž na Idrijskem. Pri tem načinu se je les zbiral v strugi potoka ali reke, nad zbranim lesom pa se je v začasni jez zbirala voda. Ko je bilo pod jezo zbranega dovolj lesa in je bil vodostaj ugoden, so jez odprli, s tem se je dvignil nivo vode, ki je zbran les odplavil po strugi navzdol. V spodnjem toku pa se je plavljen les lovil na grabljah, od koder so ga spravljali s pomočjo vprežnih živali in drugih pripomočkov.

Pogosto je bilo prisotno tudi splavarjenje, les so povezali v svežnje in ga plavili po rekah, ki so imele zadostno globino. Splavarjenje v zgornjih tokovih rek je bilo vezano na pomladansko-poletni letni čas. S taljenjem snega se je dvignil vodostaj, kar je omogočalo »plovbo«. Takšni načini transporta so se uporabljali na daljših relacijah, tudi več 100 km. Pri nas je splavarjenje potekalo v glavnem na rekah Savi, Dravi in Savinji. V začetku 19. st. (pred letom 1820) so se pojavile gozdne železnice, pri nas najbolj znana »Idrijski lauf«, ki je deloval v sklopu s klavžami. Te železnice so bile na začetku

enostavne - v kompozicije povezani vozički, ki so vozili po lesenih tračnicah. V veliki meri so izkoriščali gravitacijo, kjer pa ni bilo možno, so na vozičke vpregli živali. Z uveljavitvijo parnega stroja se je na gozdnih železnicah pojavila parna lokomotiva, ki je vlekla z lesom natovorjene vagone (Košir, 1997).

2.3 POJAV IN RAZVOJ KAMIONOV

V Evropi je pred uporabo tovornih vozil cestni promet gozdnih lesnih proizvodov potekal najpogosteje z vozovi ali v snežnih razmerah s sanmi. Za gibanje ja bila potrebna konjska ali volvska vprega, ki je premikala omejeno količino lesa, hitrost pa je bila primerljiva s človeško hojo. Sčasoma je živalsko vprego zamenjal stroj v različnih izvedbah, ki še najbolj spominja na današnji traktor. Funkcijska uporabnost je podobna vpregi in razen tega, da nadomešča živalsko silo, ni prineslo bistvenega napredka v drugi fazi transporta. Začetki uporabe tovornih vozil segajo v obdobje med obema svetovnima vojnama. Takrat se pojavijo kamioni, ki so bili namenjeni uporabi v ostalih gospodarskih panogah, z raznimi adaptacijami pa so se prilagodili tudi prevozu okroglega lesa. Prednost tovornih vozil za tedanje čase je bila njihova hitrost, nosilnost in dostopnost. Seveda je predpogoj za uporabo kamionov v gozdarstvu odprtost gozdov s cestami, tako je tudi pri nas razvoj kamionskega prometa sovpadal z gradnjo cest oz. odpiranjem gozdov s cestami.

Prvi kamioni za prevoz lesa so imeli majhne nosilnosti, delovali so izključno brez priklopnikov in za metodo kratkega lesa. Pogosto je vir energije pogonskega agregata predstavljal lesni plin, ki so ga pridobivali iz kosov ustrezno posušenega lesa. Iz tega obdobja Hafner opisuje tovorno vozilo Steyr model 370 z nosilnostjo treh ton in močjo pogonskega agregata 80 kW s porabo 25 litrov goriva na 100 kilometrov (Hafner, 1952). Z nadaljnjim razvojem, predvsem z uvedbo dizelskih motorjev, se je razmerje med porabo goriva in proizvedeno močjo pogonskega agregata povečalo do te mere, da je bilo možno na kamione pripeti prikolice oz. polprikolice. Učinki takšnih kompozicij so se v primerjavi s kamioni brez prikolic skorajda podvojili. Če je bilo še pred uporabo prikolic možno voziti zgolj kratek les, se je s pojavom zlasti polprikolic pojavila nova tehnologija prevoza dolgega lesa. Večinoma so bili v takratnih časih kamioni brez

pripomočkov za nakladanje lesa. Nakladanje je potekalo izključno ročno in tudi sistem kratkega lesa je bil najprimernejši za to obliko nakladanja. Pri uporabi polprikolic in sistemom dolgega lesa se poveča hitrost nakladanja, manjše je število kosov, volumen povprečnega kosa je v primerjavi s sistemom kratkega lesa večji, teža enega kosa je večja. Ročno nakladanje s tal ni bilo možno. Takšno nakladanje je potekalo izključno z ramp, s pomočjo vravnih naprav tudi s tal. Slabost sistema dolgega lesa je bila v prehodnosti vozila skozi zavoje. Tako se med letoma 1942-43 na trgu pojavi polprikolica s samodejnim krmiljenjem, ki jo je bilo moč krmiliti tudi ročno. Polprikolica ima mehansko povezano vrtljivo klop na kateri leži les in gibljivo (krmilno) prednjo os, ki se obrača po položaju klopi v zavoj (Hafner, 1952).

Po drugi svetovni vojni je pri nas začel kamionski prevoz počasi zamenjevati vprežno živino - najprej seveda v primerih, kjer je bil omogočen dostop s tovornimi vozili. Takoj po vojni je slovensko gozdarstvo imelo 59 kamionov z nosilnostjo 3-5 ton in 7 vlačilcev s prikolico. Bili so večinoma za gozdarstvo adaptirani vojaški kamioni ameriškega izvora, ki so se pogosto kvarili, dostop do rezervnih delov pa je bil zelo omejen. Avtor pri tem navaja, da bi bili kamioni evropskega porekla boljši, ker bi bila dostopnost do rezervnih delov lažja (Perko, 2005).

Nadaljnji razvoj GTK je temeljil predvsem na obeh tehnologijah (dolg, kratek les) in ni prinašal posebnih sprememb. Sam koncept vozil, predvsem tovornega prostora in ročic, je že od vsega začetka precej podoben današnjim. Še največja ovira pri tehnološkem razvoju je relativno pozna iznajdba primernih nakladalnih naprav. Šele pojav polprikolic (oprtnih) s sedlastim vlačilcem je v nekaterih sistemih omogočal prevoz dolgega in kratkega lesa z nespremenjeno GTK. Še največji omejitveni dejavnik sistema dolgega lesa so prometni predpisi, ki v nekaterih državah, vključno z nami, omejujejo uporabo nekaterih različic takšnega sistema.

2.4 NAKLADANJE LESA

Prevoz lesa, kot fazo transporta, lahko razčlenimo v štiri delovne procese:

- prazna vožnja,
- nakladanje vozila,
- polna vožnja,
- razkladanje vozila.

Vsi delovni procesi prevoza lesa zahtevajo določeno izbiro tehničnih sredstev, ki najbolj ustrezajo pogojem predvsem pri nakladanju in polni vožnji. Prevozno sredstvo (kamion) in nakladalna naprava morata biti v pravilnem razmerju z velikostjo vozila, težo in dolžino sortimentov, obremenitvijo vozila, omejitvenimi dejavniki prometnic, razdaljo prevoza, vremenskimi vplivi (snežne razmere) (Krivec, 1972).

Nakladanje lesa na kamione je pomembno opravilo in zahteva sredstva, ki olajšajo delo, omejujejo tveganje za zdravje delavcev in racionalno pripomorejo h gospodarnejšemu načinu transporta. Če se je nekoč nakladanje opravljalo izključno ročno, je danes nakladanje povsem mehanizirano. Pripomočkov oz. nakladalnih naprav je bilo po svetu izdelanih veliko bistvene razlike med njimi predstavljajo učinki (Krivec, 1972).

Naprave za nakladanje in razkladanje lahko razdelimo v dve skupini, in sicer:

- samostojne naprave,
- naprave nameščene na vozila.

Med samostojne naprave lahko uvrščamo razne naprave za pomoč pri nakladanju. Takšne naprave so bile nekoč v gozdu in so nakladale različne tipe kamionov z različnimi vrstami lesa. Prirejene so bile različnim tehnologijam (za dolg ali kratek les), lahko pa so bile univerzalne in so se uporabljale ob različnih metodah izdelave lesa. Takšne naprave niso bile povsem mehanizirane in so služile kot pripomoček pri nakladanju. Vedno je moral, poleg upravljavca z napravo, biti prisoten pomožni delavec, ki je valil hlodovino, razvlačeval vrv, vezal ali zapenjal bremena. V današnjem času so nakladalne naprave povsem mehanizirane. Na varni razdalji jih vodi upravljavec, ki sam

zmore vse operacije in gibe. Samostojnih nakladalnih naprav, ki so v gozdu namenjene nakladanju, pri nas v praksi skoraj ne uporabljamo in so redka izjema. So pa takšne naprave velikokrat prisotne na CMS-jih in se uporabljajo za sortiranje lesa, nakladanje in razkladanje vagonov in tovornih vozil. V največji meri gre za kolesne bagerje z dvizžno kabino za boljši pregled, prirejene predvsem za delo z oblovino. Na koncu roke imajo nameščen rotator in grabež. Za manipulacijo s hlodovino obstajajo prirejene kontejnerski (ladijski) viličarji ter zgibni nakladalci, ki imajo predse nameščen dvizžni mehanizem. Lahko v obliki vilic (kot pri viličarju) z zapiralom, ki preprečuje izpadanje hlodovine ali pa v obliki klešč. Takšni stroji imajo velike dvizžne momente in lahko naenkrat iz vozila dvignejo celotne zložaje lesa ($10-15 \text{ m}^3$) in so namenjeni predvsem za razkladanje lesa. Takšne naprave so prisotne pri vseh večjih odjemalcih lesne surovine in so tudi nujno potrebne v tehnologiji prevoza lesa s cestnimi vozili, ki nimajo nameščenih nakladalno-razkladalnih naprav. V deželah, predvsem v Skandinaviji, kjer so velike koncentracije sečnje in dolge transportne razdalje, je v gozdu pogosto prisotna samostojna nakladalna naprava. V osnovi gre za kamion, katerega tovorni prostor zavzema nakladalna naprava. Takšen kamion je namenjen samo nakladanju in razkladanju drugih tovornih vozil in ne prevažata tovora. Takšne naprave imajo v primerjavi z napravami, nameščenimi na vozila za prevoz lesa, nekajkrat večji dvizžni moment in doseg ter so po količini naloženega materiala na enoto časa bistveno hitrejša. Racionalna uporaba je smiselna pri večjih koncentracijah lesa in logistično dobri podpori vozil, ki odvažajo les iz gozda. Vozila za odvoz so brez nakladalnih naprav, kar poveča neto nosilnost vozila in s tem večje učinke vozil (Košir, 1997).

Naprave, nameščene na vozilu, se vozijo kot sestavni element vozila. Namenjene so nakladanju - razkladanju kamionov, prikolic in polprikolic. Uporabljajo se za nakladanje lastnega vozila - v zadnjem času, ko so se povečale prevozne razdalje, pa tudi za nakladanje drugih vozi, ki nimajo nakladalnih naprav. Nakladalne naprave, nameščene na vozilu, znižujejo neto nosilnost, saj s svojo maso zmanjšujejo delež koristnega tovora za 2 do 3t. Mesto, ki ga zavzema nakladalna naprava, zmanjša koristno dolžino nakladalnega prostora (platoja) za približno 0,8 do 1m, posledično se zmanjša bruto volumen. Obstajajo tudi izvedenke s snemljivo napravo, kjer vozilo po končanem nakladanju pusti nakladalno napravo na skladišču ali ob kamionski cesti. Pri tem se mora

na mestu razkladanja razložiti vozilo z drugim sredstvom in se vselej vrniti na izhodiščno mesto.

Vozilo, ki ima nameščeno nakladalno napravo, je samostojno in neodvisno od drugih naprav namenjenih za nakladanje in razkladanje. Organizacija prevoza je lažja in ne prihaja do zastojev zaradi čakanja. Poleg tega se lahko vozilo poljubno usmeri na tista skladišča, ki so takrat aktualna. Premiki med zložaji narampanega lesa so enostavni in hitri. Manipulacija je minimalna in ne zahteva tolikšnih naporov kot pri nakladanju s samostojnimi napravami. Z uvedbo sodobnih nakladalnih naprav smo se izognili mnogim nevarnostim pri delu, ki so jim bili izpostavljeni delavci pri ročnem nakladanju. Nakladalne naprave pripomorejo k zmanjšanju naporov za delavca, kar doprinese k manjši utrujenosti. Večji so učinki nalaganj, saj naprave bistveno zmanjšujejo čas nakladanja, posledično se zmanjšajo tudi stroški. Z istim vozilom lahko na račun kratkih časovnih intervalov nakladanja opravimo več voženj (Krivec, 1972).

2.4.1 Ročno nakladanje

Razvoj tovornih vozil, prilagojenih za gozdarstvo, se je pričel med obema svetovnima vojnama. To so bila običajna vozila za prevoz kosovnega materiala, na katere so namestili stebre (ročice), ki so zadrževale les na tovornem platoju. Vozila v tistem času še niso imela nakladalnih naprav, zato je nakladanje potekalo ročno. Takšno nakladanje štejemo med najtežja gozdna opravila (Košir in sod., 1983).

Sámo nakladanje je lahko potekalo ročno neposredno s tal na kamion, to je predvsem za prostorninski les in les za kurjavo, ki ne predstavlja velike teže in ga je možno nakladati ročno. Obli les pa so nakladali s tal in z ramp, ki so jih gradili ob kamionskih cestah. Pri nakladanju s tal je kamion zapeljal vzporedno s kupom lesa. Prečno (glede na vozilo) so namestili lege (opornike), po katerih so nato potiskali les na vozilo. Deblo so najprej povlekli in pritrdili na enem koncu, nato so povlekli oz. potisnili še drugi konec debla. Za olajšanje dela so na lege namestili avtomatske jezičke s pritrdilnimi zatiči, ki so vstavljeni v določenih presledkih in jih navzgor kotaleči hlod potisne navzdol. Jezički se

po prehodu hloda avtomatično vrnejo v prvotni položaj in onemogočajo pomik nazaj proti tlom (Hafner, 1952).

Takšno nakladanje šteje med najnevarnejše in najdražje, vendar je bilo najpogosteje v uporabi. Predvsem tam, kjer ni bilo možno graditi ramp (predeli z majhnimi koncentracijami lesa, ob vodotokih, skalnih usekih).

2.4.2 Ročno nakladanje z ramp

Z gradnjo nakladalnih ramp se je povečala učinkovitost nakladanja, povečale pa so se pravilne razdalje, saj ramp ni smotrno graditi na vsakih nekaj metrov. Rampe so gradili na pomožnih skladiščih ob kamionskih cestah in pri večjih koncentracijah lesa. Običajno so bile izdelane iz manj vrednega lesa, predvsem iz lesa, ki je bil namenjen izdelavi embalaže in celuloze. Povprečna rampa je vsebovala 3,36 m³ lesa – to je veljalo za les dolžine 4 m, ki smo ga običajno nalagali na kamione. Les, ki se naklada na prikolico, pa je daljši, praviloma 6 do 8 m. Takšna rampa je daljša in vsebuje povprečno 5,43 m³ lesa. Les, vgrajen v rampe, je potrebno za zagotavljanje trdnosti na ležiščih ob križanju debel delno zasekati, s čimer se les poškoduje. Takšen les izgubi okrog 20 % vrednosti (Krivec, 1967).

Čas nakladanja na tono lesa je znašal približno 20 min na enega delavca (Krivec, 1972). Še dolgo po drugi svetovni vojni je ročno nakladanje lesa ostala najpogostejša oblika nakladanja. Hkrati so se pojavile naprave, ki so pripomogle k hitrejšemu, varnejšemu in racionalnejšemu nakladanju.

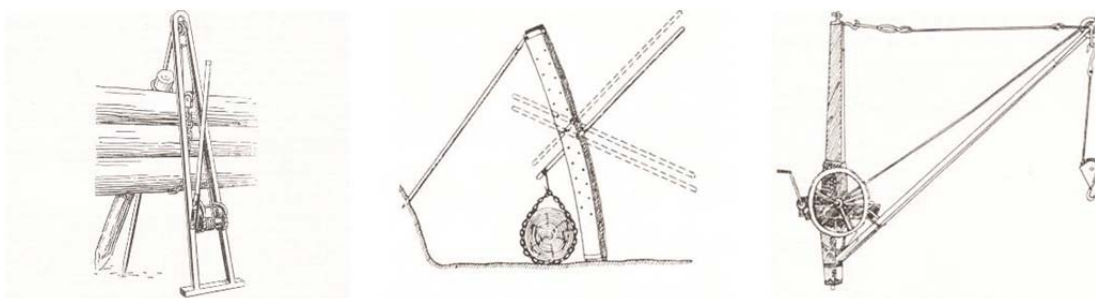
2.4.3 Nakladalne naprave na ročni pogon

Pri tem načinu je bila bistven pripomoček žična vrv, ki so jo speljali prečno preko vozila do sortimenta. Vrv so ovili okrog njegaz zgornje strani, jo povlekli do vozila in pritrdili na vozilo. Drugi konec vrvi je na nasprotni strani vozila ali vprege potegnili vprežna žival in tako skotalila sortiment po legah na vozilo. Takšen način so poznali že vozniki

konjskih ali volovskih vpreg. Opisani način je bistveno olajšal težko in nevarno dosedanje ročno delo.

2.4.3.1 Samostojne nakladalne naprave na ročni pogon

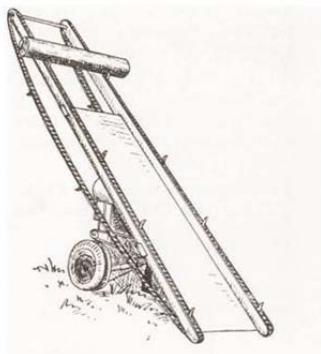
Pojavijo se tudi drugi pripomočki. Tako Hafner (1952) opisuje napravo, sestavljeno iz konstrukcije v obliki črke A, visoke do 3 m, na vrhu katere je usmerjevalno kolo preko katerega je napeljana vrv. Ob strani ima konstrukcija vitel na ročni pogon z zaskočno zaporo proti odvijanju. Les se privleče pod konstrukcijo in se v svežnjih dvigne. Vozilo za prevoz lesa nato zapelje pod dvignjen sveženj, ki se ga spusti na vozilo. Običajno sta v paru delovali dve takšni napravi, ki sta dvignili les do višine 2,4 m vsaka na enem koncu. Skupna nosilnost obeh vitlov je znašala do 8 ton. Načini delovanj vseh naprav so v grobem isti, les se je z njimi dvignil nad višino tovornega prostora, pod njega se je pripeljalo vozilo, na katerega se je nato odložilo les.



Slika 1: Nakladalne naprave na ročni pogon. (Hafner, 1952)

2.4.3.2 Elevatorji

V iskanju rešitev in olajšanja težkega fizičnega dela se v razvoju pojavi tudi samostojna naprava, tako imenovani verižni elevator z lastnim pogonom, ki deluje po principu tekočega traku. Namesti se ga ob bok vozila tako, da vrh konstrukcije sega preko vozila. Na konstrukciji ima nameščeni vzporedno dve verigi, ki imata pobiralne elemente in se kontinuirano vrtita proti vrhu konstrukcije. Pobiralni elementi poberejo hloed, ga dvignejo in ob prehodu preko vrha konstrukcije odložijo na vozilo. Naprava je izdelana za sistem kratkega lesa, pogojno tudi za nakladanje dolgega lesa.



Slika 2: Elevator. (Hafner, 1952)

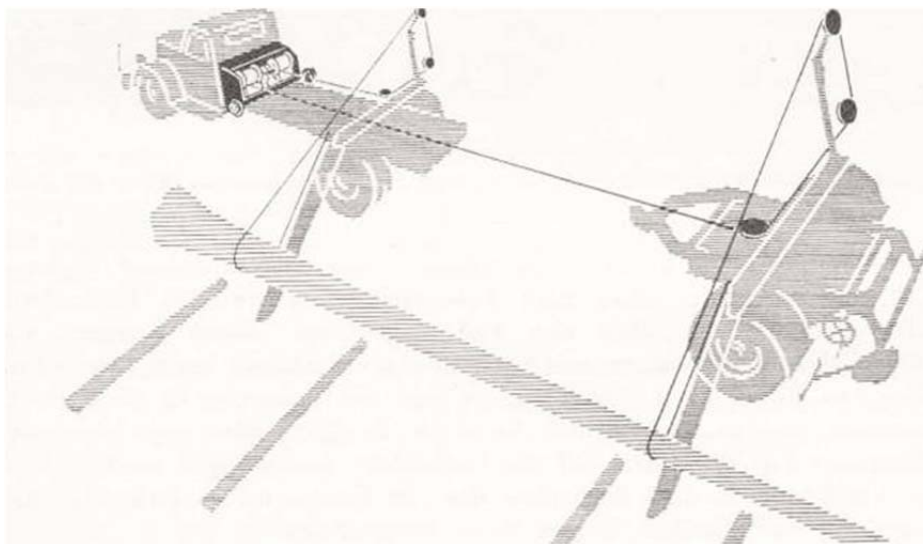
2.4.3.3 Mobilne nakladalne naprave

Med prve naprave, nameščene na vozila, štejemo vitel na ročni pogon. Vitla sta bila običajno dva, nameščena na nasprotni strani nakladalne rampe, pritrjena ob ročice nakladalnih sedel vozila na primerni višini za lažje delo (Krivec in sod., 1983). Vrv je potekala od bobna naprave preko usmerjevalnega kolesa, nameščenega na vrhu ročice okoli hloda in nazaj do vozila. Vitel sta ročno z sinhronim vrtenjem ročice poganjala dva delavca in s pomočjo kotaljenja po legah ali klančinah naložila breme do 5000 kg (Hafner, 1952).

Takšne naprave so bile prenosne in so potovale skupaj z vozilom in se nameščale na levo ali desno stran vozila, odvisno od potreb pri nakladanju. Vsak od dveh vitlov je imel svojega delavca, ki sta v paru navijala vrv. Za lažje usmerjanje in vodenje pa sta bila potrebna še dodatna delavca, ki sta pomagala pri vodenju hloda po legah. Organizacijsko se takšna oblika nakladanja v primerjavi z ročnim ni veliko spremenila, pridobilo se je na hitrosti nakladanja, zmanjševanju stroškov, je pa takšen način doprinesel k zmanjševanju fizičnih naporov in manj poškodbam delavcev (Krivec in sod., 1983).

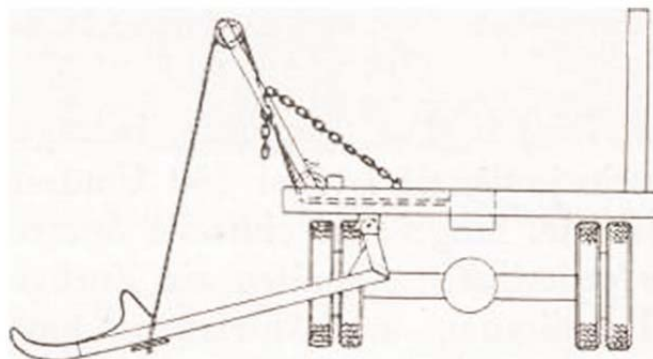
Z iznajdbo vitlov na motorni pogon se je zgodil prvi odločilni preskok v humanizaciji dela pri nakladanju, delavci niso bili več izpostavljeni težkim fizičnim naporom. Les, ki se je nakladal, so lahko nadzirali iz varne razdalje in bili zgolj v pomoč strojniku, ki je upravljal s takšnimi napravami. Organizacijsko je bil potreben en delavec, ki je upravljal

z vitlom in dva pomožna delavca, ki sta razvlačevala vrv in zapenjala bremena. S tem načinom se je povečala hitrost nakladanja, povečali so se učinki ter storilnost moštva. Postopek samega nakladanja je podoben kot pri ročnem vitlu. Za tono naložene hlodovine je en delavec v povprečju potreboval 6 min (Krivec, 1972). Prve izvedenke vitlov so bile podobne že opisanim mobilnim vitlom na ročni pogon s to razliko, da je vitel imel običajno dva bobna, na katera se je ločeno navijala vrv, ki je potekala preko prednjega in zadnjega vretena. Boben vitla je bil nameščen za kabino vozila, v nekaterih izvedenkah tudi pod vozilo. Gnan je bil z lastnim agregatom ali preko pogonskega motorja vozila in je pri maksimalnih obremenitvah potreboval minimalno moč motorja (Hafner, 1952).



Slika 3: Nakladanju lesa z vitlom. (Hafner, 1952)

Takšni vitli niso služili samo za nakladanje lesa. Z njimi so lahko po nakladanju in pred pričetkom prazne vožnje na kamion povlekli priklopnik. S tem so dodatno obtežili pogonska kolesa za boljši oprijem po gozdnih cestah in zmanjšali dolžino kompozicije za lažje manevriranje po cestah in obračališčih. Pri nekaterih metodah pridobivanja lesa so takšne vitle uporabljali med sečnjo in les sproti privlačevali do kamiona ter neposredno nakladali na vozilo (Krivec, 1972). Z drugim pripomočkom, ki je bilo nameščeno na vozilo, so preko posebnega mehanizma (roko) povezanega z vitlom vozila dvigovali les, ki se je skotalil na vozilo (Hafner, 1952).



Slika 4: Nakladalna naprava nameščena na vozilu. (Hafner, 1952)

Uporaba vitlov na motorni pogon je v razvoju omogočil še nadaljnje izboljšave in inovacije - tako se pojavi prvi vrvi žerjav, sestavljen iz stebra, nameščenega poleg vitla in roko ali krakom preko katerega je napeljana vrvi. Roka je pritrjena na steber žerjava na takšni višini, da omogoča dvigovanje bremena preko ročic vozila in odlaganje na tovorni prostor. Gibljiva je levo in desno od vzdolžne osi vozila do skupnega kota 180°. Delavec, ki pomaga upravljavcu vitla, razvlačuje vrvi in s kleščami zapevja hlode. Glede na dolžino vrvi lahko žerjav opravlja spravilo in nakladanje hkrati. Bistveno pri tej točki razvoja je v nepotrebnosti ramp za ročno nakladanje lesa, ki so do sedaj bile v večini primerov nujne. Tako se sedaj les lahko odlaga neposredno ob stičiščih vlak z gozdnimi cestami, kar avtomatično zmanjšuje pravilne razdalje. Pripravljen les ni bilo nujno zlagati v zložaje in sortirati, saj lahko z žerjavom poljubno izbiramo sortimente, ki pa morajo seveda biti v dosegu. Še v letu 1967 je bila povprečna pravilna razdalja okrog 900 m - predvsem zaradi ramp, do katerih je bilo potrebno spraviti les, medtem ko se je pravilna razdalja z uporabo žerjavov zmanjšala za okrog 40 % (Krivec in sod., 1983).



Slika 5: Kombinirani hidravlično-žični žerjav. (Forstmuseum, 2016)

2.4.4 Hidravlični nakladalni žerjavi

S pojavom prvih hidravličnih žerjavov se začne novo obdobje na področju nakladanja in razkladanja lesa, ki traja še danes. Leta 1959 izdelajo v švedski tovarni HydrauliskaIndustrie-AB (HIAB) prvi povsem hidravlični žerjav (Krivec, 1972).

Na začetku so bili žerjavi zelo okrnjeni v primerjavi z današnjimi, njihov dvižni moment je znašal 20-30 kNm. Uporabni so bili za lažja bremena in sistem kratkega lesa, kar pa je v tistem času predstavljalo veliko težavo. Večina glavnih gospodarstev Evrope je namreč temeljila na sistemu dolgega lesa, tem sistemom so bile prilagojene tehnologije spravila, gozdne prometnice in tudi prevozna sredstva. Z uporabo vrvnih sistemov so dosegali večje učinke pri nakladanju dolgega lesa, saj se pri relativno majhnem številu sortimentov dosega večja količina naloženega lesa. Poleg dvižnega momenta je težavo predstavljal tudi doseg roke, ki je bil bistveno krajši in je onemogočal zadosten doseg lesa, kar je bilo možno pri nekaterih vrvnih žerjavih. Pravilen način nakladanja določa prijemanje bremena na sredini oz. na mestu težišča. Pri nakladanju dolgega lesa smo v preteklosti zato imeli težave. Glavna težava je bil predvsem krajši doseg roke. Kljub vsem omenjenim omejitvenim dejavnikom se je hidravlični žerjav do današnjih dni obdržal kot glavna naprava pri nakladanju in razkladanju v sistemu prevoza lesa. Njihova uporaba je razširjena tudi v drugih dejavnostih, medtem ko hidravlične žerjave v gozdarstvu uporabljamo primarno za nakladanje in razkladanje lesa. Večkrat ga

uporabljamo kot sredstvo s katerim predstavljamo vrtljive klopi pri transformaciji vozila med sistemoma dolg-kratek les. Pri žerjavih, ki so nameščeni zadaj (na previsu), si pomagamo pri obračanju prikolic. Z uporabo dodatnih adaptacij, predvsem grabeža, se uporabnost razširi na druge dejavnosti v gozdarstvu in tudi drugih panogah. Hidravlični žerjav ima tako široko paleto prednosti pred ostalimi napravami, glavni pozitivni argumenti njihove uporabe so naslednje (Krivec in sod., 1983):

- delo z žerjavom opravlja en delavec, ki je hkrati voznik in žerjavist. Pomožnih delavcev v delovnem območju stroja ni več, s tem se izločijo nesreče pomožnih delavcev,
- upravljanje žerjava je preprosto in fizično enostavno. Žerjavist premika komandne ročice z rokami-prsti, pedala pa z nogami-stopali,
- izločen je fizični napor delavca. Žerjavist s hidravlično roko in grabežem poljubno izbira sortimente in jih naklada na vozilo,
- varnost žerjavista je s stališča padcev bremena skoraj popolna. Žerjavist upravlja z žerjavom na sedežu, ki je nameščen visoko na stebru žerjava,
- žerjavist ima dobro preglednost nad dogajanjem v okolici, saj gleda s ptičje perspektive, enostavno lahko izbira sortimente na levi in desni strani vozila. Naložene sortimente lahko poljubno obrača, poravnava in prilagaja v skladu s pravili natovarjanja vozil,
- organizacijsko se je povečala racionalizacija, saj je za nakladanje potreben en delavec, ki za naložen kubični meter lesa potrebuje približno eno minuto.

Princip delovanja hidravličnega žerjava je od začetne razvojne faze do danes zelo podoben. Z razvojem se je z raznimi inovacijami in izboljšavami gradilo na kvaliteti in njegovi uporabnosti. Sodobni žerjavi imajo v primerjavi s starejšimi v sistemu kratkega lesa dvižni moment okrog 110 kNm, v sistemu dolgega lesa lahko dosežajo dvižne momente preko 160 kNm. Njihovi dosegi lahko (pri iztegnjeni roki) znašajo preko 10 m. Povečala se je hitrost delovnih gibov (zmanjšal se je skupen čas natovarjanja), delovanje je preciznejše, izboljšali so se materiali iz katerih so izdelani žerjavi, s tem je razmerje med lastno maso in dvižnim momentom ugodnejše. Izboljšali so se sistemi vodenja

žerjava, ki so lahko mehanski ali elektrohidravlični. Standardizirali so se tudi ukazi za upravljanje dvigal. Danes praktično ne obstaja boljša naprava za nakladanje hlodovine, ki bi lahko delovala v tako širokem spektru. Današnje moderne nakladalne naprave se od starejših torej bistveno ločijo predvsem v večjem dvižnem momentu in dosegu lesa ob kamionski cesti.

3 ANALIZA TRENUTNEGA STANJA GTK V SLOVENIJI

Predvsem z analizo aktualnega stanja na področju prevozov in nakladanja lesa želimo v tem poglavju opisati trenutni vozni park v gozdarstvu, podrobno predstaviti izgled, obliko in sestavne dele današnjih GTK. Tako smo delo s kamionskimi kompozicijami analizirali pri več prevoznih podjetjih v Sloveniji. S pomočjo ankete smo zbrali potrebne podatke o prevoznih kompozicijah, ki se pri prevozu lesa uporabljajo in glavnih argumentih za njihov nakup. Podrobno smo opisali tehnične značilnosti vsake GTK: proizvajalec, tip vozila, dolžina, masa, moč in vrsta pogonskega agregata, tip menjalnika, velikost kabine, oprema, oblika nadgradnje, osna konfiguracija, izvedba vzmetenja. Na podoben način smo opisali tudi tehnične karakteristike nakladalne naprave. Za izbrane GTK smo opredelili količine in vrsto lesa, ki ga z njimi glede na veljavne predpise lahko prevažajo.

Tako v prvem delu nadaljevanja predstavljamo tehnične značilnosti vseh sklopov, ki so potrebni za nakladanje in prevoz lesnih sortimentov. V naslednjem poglavju pa analiziramo trenutno stanje v nekaterih podjetjih, ki se ukvarjajo s prevozom lesa – torej kakšne GTK uporabljajo, navajamo razlike med njimi in opredeljujemo vzroke, ki odločajo pri izbiri posameznih sklopov, ki sestavljajo gozdarsko transportno kompozicijo.

4 TEHNIČNE ZNAČILNOSTI DANAŠNJE GTK

4.1 GOZDARSKA TRANSPORTNA KOMPOZICIJA

Vsako klasično gozdarsko transportno kompozicijo (GTK) sestavlja več naprav. Osnova vsake GTK je cestno tovorno vozilo, ki je posebej prilagojeno oz. adaptirano za prevoz lesa. V osnovi je to kamionska šasija z gozdarsko nadgradnjo in hidravlično nakladalno napravo, lahko pa takšno kompozicijo dopolnjuje prikolica ali polprikolica. Vsaka izmed teh naprav ima po karakteristikah svojo nosilnost, moment, lastno maso in učinek. Glede na delovne pogoje izbiramo GTK, ki nam najbolje ustreza oz. je v danih okoliščinah rentabilna ter hkrati razpoložljiva.

V osnovi bi lahko GTK razdelili v dve skupini:

- prvo skupino sestavljajo GTK, ki les vozijo od gozdne kamionske ceste do CMS oz. pomožnih skladišč, na kratkih razdaljah tudi do potrošnikov. Takšna vozila so robustna - prilagojena težkim delovnim razmeram in dinamičnim obremenitvam predvsem pri polni vožnji. Imajo pogon na več osi, večji vzdolžni in prečni klirens. Imajo več prestav za počasnejšo vožnjo po zahtevnih gozdnih cestah, kjer so omejitveni elementi zelo pogosti. Takšna vozila so tudi težja in z vsako dodatno prilagoditvijo težkim razmeram (več pogonov, menjalnik z več prestavami, reduktorji) izgubljammo na koristni nosilnosti vozila in so tako manj primerna za vožnjo po javnih cestah in daljših razdaljah.



Slika 6: GTK z nakladalno napravo za prevoz kratkega lesa. (foto: R. Ferle)

- v drugo skupino bi lahko vključili vsa vozila za prevoz lesa od začasnih skladišč in so namenjena predvsem prevozom na daljših relacijah. Takšna vozila so lažja in lahko v primerjavi s prvo skupino vozil prevažajo večjo koristno maso tovora. V večini primerov gre za vozila brez nakladalne naprave na račun katere se poveča nosilnost tudi do 10 % ali več. Vozila imajo večinoma pogon na eno os, saj na javnih cestah in asfaltnih površinah pogonov na več osi ne potrebujejo, menjalniki takšnih vozil so prilagojeni za višje hitrosti. S tem se zopet poveča nosilnost vozil in v primerjavi z vozili iz prve skupine lahko vozijo brez vseh nepotrebnih elementov (reduktorji, pogoni) 20-25 % več tovora, kar bistveno pripomore k večjim učinkom vozil.



Slika 7: GTK (sedlasti vlačilec s polprikolico) brez nakladalne naprave za prevoze na daljših razdaljah. (foto: R. Ferle)

4.2 ZGRADBA GTK

Vsako GTK z nakladalno napravo sestavljajo naslednji elementi (Godnov, 1978):

- kamionska šasija (kamionska osnova),
- gozdarska nadgradnja,
- hidravlična nakladalna naprava,
- prikolica ali polprikolica.

Temelj vsake nadgradnje je kamionska šasija, ki je prilagojena potrebam oz. namembnosti vozila. V gozdarstvu poznamo skorajda vse tipe šasij, ki zadoščajo zelo širokim potrebam. Tako imamo na eni strani toge šasije, namenjene zelo velikim dinamičnim obremenitvam, ki jih uporabljamo izključno na zahtevnih terenih in kratkih razdaljah, ter na drugi strani lahke in fleksibilne z nizko lastno maso za prevoze po javnih cestah in na velikih razdaljah. Na izbor vozila ključno vpliva tudi način pridobivanja lesa, torej metoda kratkega ali dolgega lesa, ki zaradi svojih dimenzij zahteva drugačno osnovno šasijo vozila. Transport v gozdarstvu torej zahteva zelo široko paleto osnovnih šasij.

Vsako šasijo sestavljajo (Godnov, 1978):

- pogonski agregat,
- menjalnik, transmisija in vzmetenje,
- prednja krmilna os v izvedbi s pogonom ali brez,
- zadnja os ali več osi z različnimi načini pogonov, lahko tudi krmiljena,
- kabina vozila v različnih izvedbah.



Slika 8: Osnovna šasija brez nadgradnje. (PK trucks, 2016)

4.2.1 Motor

Pogonski agregat ali motor vozila proizvaja energijo v obliki mehanskega navora, ki se prenaša preko prenosnih elementov do koles vozila, pri vozilih z nakladalno napravo pa tudi za pogon hidravlične črpalke. Kamioni za pogon uporabljajo različna goriva,

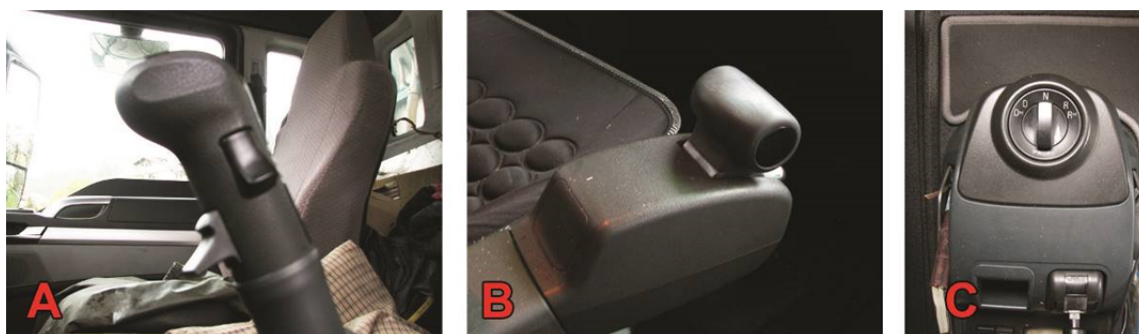
odvisno od vrste motorja. Še najbolj razširjen vir energije pri nas in v gozdarskem transportu je dizelsko gorivo. Delujejo na principu vžiganja in širjenja plinov, en cikel motorja sestavljajo štiri takti, ki dvakrat zavrtijo glavno gred motorja. Motorji so sestavljeni iz različnega števila valjev, še najpogosteje se v kamionih, namenjenih za gozdarstvo, uporabljajo 6 valjni linijski motor in 8valjni »V« motor. Moč motorja se mora prilagoditi zahtevani transportni moči vozila, za povečanje moči so vsi sodobni motorji opremljeni s turbinskim polnilnikom in hladilnikom vstopnega zraka. Sodobni motor, uporabljen za GTK, razvije v povprečju med 340 kW (460 KM) in 400 kW (540 KM), seveda odvisno od potreb in želja naročnika takšnega vozila. Prednost dizelskih motorjev je v večjem izkoristku in navoru. Krivulja navora glede na obrate motorja je stabilnejša, motor tako deluje z maksimalnim navorom v širokem razponu vrtiljajev nekje med 1100 o/min do 1600 o/min (Brinovec, 1997).

4.2.2 Menjalnik

Vrtilni moment se prenaša od motorja do menjalnika preko sklopke, ki omogoča speljevanje, ustavljanje in prestavljanje. Vsaka od naštetih operacij zahteva prekinitev momenta in prosti tek menjalnika. Pri prestavljanju in ustavljanju se uporablja popolna prekinitev, za speljevanje pa je potreben zvezni vklop za nesunkovito in počasno obremenitev motorja. Glavna naloga menjalnika je prenašanje vrtilnega momenta do pogonskih koles pod določenimi pogoji. Z izbiro prestavnega razmerja izbiramo vrtilno frekvenco in vrtilni moment kolesa. Pomemben dejavnik pri izbiri prestavnega razmerja je motor vozila, ki deluje točno v določenem razponu vrtiljajev in razvije omejen moment, ki ga moramo s pravilno izbiro prestave prenašati na kolesa. Pri počasni vožnji prenašamo na kolesa velik vrtilni moment, pri hitri vožnji pa prenašamo visoke vrtiljaje in majhen vrtilni moment, oba dejavnika sta torej v obratnem sorazmerju. Vsi sodobni menjalniki so popolno sinhronizirani (Brinovec, 1997).

Obstajajo ročni, polavtomatski, avtomatski in brezstopenjski menjalniki. V gozdarstvu so še vedno najpogostejši ročni menjalniki, v zadnjem času pa se pojavljajo tudi avtomatski, ki imajo možnost ročne izbire načina vožnje, torej cestna vožnja ali terenska vožnja, kar je za gozdarska vozila ključnega pomena. Gozdarski kamioni vozijo po

javnih in gozdnih cestah, pogosto celo po brezpotjih. Vsaka vozna podlaga ima svoje posebnosti in zahtevnosti, ki jim je potrebno prilagoditi hitrost vožnje. Še najbolj obremenjujoča je vožnja po brezpotjih in gozdnih cestah s polno natovorjenim vozilom (polna vožnja), seveda je iz tega vidika potrebno prilagoditi hitrost vožnje in izbrati ustrezno prestavo. Nujno je torej zadostno število prestav predvsem pri nižjih hitrostih, zato imajo menjalniki gozdarskih vozil tudi do 16 prestav, z dodanim reduktorjem pa se število prestav podvoji. Vendar je potrebno ob tem dodati, da se prestave višjih prestavnih razmerij z reduktorjem prekrivajo z nižjimi prestavami brez reduktorja. Pri večini težkih tovornih vozil so prestave razdeljene v dve skupini: počasna skupina namenjena počasni vožnji in speljevanju, ter hitra skupina, ki je namenjena uporabi pri hitrosti nad 30km/h. V večini primerov ena skupina šteje štiri prestave (lahko tudi tri ali pet) obe skupini skupaj torej osem prestav. Vsaka od prestav ima dodatno še nižji in višji rang (polovična prestava), kar podvoji prestavna razmerja v skupno šestnajst različnih prestav za vožnjo naprej in eno do dve prestavi za vzvratno vožnjo (Binovec, 1997). Moč motorja je zadostna za speljevanje vozila navkreber tudi v tretji ali celo v peti prestavi (šteto s polovičnimi prestavami). Nabor najnižjih prestav je namenjen predvsem pri počasnih polnih vožnjah po brezpotjih in gozdnih cestah, kjer vozilo prečka udarne jame, kanale in druge ovire. Drug razlog za počasno vožnjo je prečni nagib poti ali ceste, kjer mora polno naloženo vozilo voziti skrajno počasi, da ne pride do prečnega nihanja vozila in s tem do prevrnitve. Zadosti nizka hitrost pri polni vožnji je potrebna tudi v izredno ostrih zavojih in pri strmih klancih navzdol, pri čemer mora pogonski motor (s pomočjo pasivnih zavor-motorna zavora, retarder) vzdrževati stalno hitrost brez uporabe aktivnih zavor.



Slika 9: Tipi menjave prestav. A: ročni, B: EPS, C: avtomatski. (foto: R. Ferle)

4.2.3 Diferencial

Na izhodu iz menjalnika je nameščena kardanska gred, ki prenaša vrtilni moment do diferenciala pogonske preme. Pri vozilih z mehanskim prvim pogonom je dodan razdelilnik pogona, ki prenaša vrtenje na diferencial prednje in zadnje preme. Diferencial ali razdelilnik vrtilnega momenta razdeli vrtilni moment na levo in desno pogonsko kolo iste preme. Pri vožnji skozi zavoj kolo na notranji strani zavoja opravi krajšo pot od kolesa na zunanji strani. Pri tem prihaja do različne hitrosti vrtenja koles. Diferencial v takšnem primeru izravna razliko vrtilne frekvence, glede na potrebo posameznega kolesa. Slabost diferenciala je v tem, da poleg vrtljajev razdeli vrtilni moment med kolesoma in ga prenaša po liniji najmanjšega odpora. V primeru, da imamo na levem in desnem kolesu podlago z različnim koeficientom trenja, se vrtenje prenaša izključno na tisto kolo, ki je na manj ugodni podlagi (Brinovec, 1997). Preprečitev takšnih situacij rešujemo z uporabo zapore diferenciala, ki je v GTK nujno potrebna.

Ločimo vzdolžne in prečne zapore (Brinovec, 1997):

- prečna zapora blokira izravnavo vrtilne frekvence pogonskih koles na eni pogonski osi. Vrtenje levega in desnega kolesa se sinhronizira, vožnja mora potekati izključno naravnost brez zavijanja,
- vzdolžna zapora je vgrajena samo pri vozilih z dvema ali več pogonskim premam. Zapora blokira izenačitev vrtilne frekvence med dvema pogonskima premama. Vozilo v takšnem primeru lahko vozi tudi skozi zavoje.

4.2.4 Vzmetenje

GTK so podvržene najtežjim obremenitvam, zaradi velike mase tovora vozilo večkrat dosega zgornjo mejo največje dovoljene skupne mase. Vzmeti povezujejo preme in osi vozila z nosilno konstrukcijo vozila. Naloga vzmeti je dušenje in omejevanje prenašanja udarcev z vozne podlage na vozilo, prenašanje zavornih in pospeševalnih sil ter v zavojih tudi stranskih (sredobežnih) sil. Vzmetenje mora optimalno delovati pri polni in prazni vožnji. Zaradi različne obremenjenosti pri polni in prazni vožnji je izredno težko optimalno zadostiti vsem nalogam, ki jih vzmetenje opravlja. Pri prazni vožnji so vzmeti

malo obremenjene, zaradi njihove togosti se na vozilo prenaša več vibracij. Pri polni vožnji pa se na vozilo prenaša manj vibracij, vendar se zaradi povišanja težišča vozilo bolj prečno nagiba. Nagibanje do neke mere kompenzirajo nagibni stabilizatorji in amortizerji.

Poznamo več vrst vzmetenja (Brinovec, 1997):

- vijračno vzmetenje (pri GTKzelo redko v uporabi-proizvajalec kamionov Tatra),
- listnate vzmeti,
- polovična elipsasta ali trapezna vzmet,
- parabolična vzmet,
- zračno vzmetenje.

Še pred nekaj leti je bilo najpogosteje v uporabi elipsasto ali trapezno vzmetenje. Slednje je sestavljeno iz v snop povezanih jeklenih listov nanizanih enega vrh drugega v obliki trapeza. Takšno vzmetenje ima kratek upogib, je trdo in togo, zato se pogosto doda v isti jarem še dodatni snop vzmeti, ki se obremeni pri polnem vozilu (dvojna trapezna vzmet).

V današnjem času, to ugotavljamo tudi v naši anketi, je najpogosteje pri vozilih z nakladalno napravo v uporabi parabolično vzmetenje. Sestavljeno je iz treh do petih debelih jeklenih listov, upognjenih v obliki parabole in med seboj ločenih z gumijastimi distančniki. Takšna vzmet je mehkejša od trapezne, ima daljši hod upogibanja in zagotavlja najugodnejša razmerje med togostjo, ter udobnostjo vozila.

Zračno vzmetenje zagotavlja najudobnejšo vožnjo. Togost in udobnost je podobna pri polni in prazni vožnji. Deluje na principu zračnega tlaka (stisljivost plinov) v posebnih zračnih vrečah - blazinah, ki se spreminja glede na obremenitev vozila (Brinovec, 1997). Pri prazni vožnji je zračni tlak v blazinah manjši, pri obremenjenem vozilu pa je zračni tlak v blazini povečan. Dobra lastnost takšnega sistema je, da se višina vozila pri nakladanju ne spreminja, zagotovljena je tudi največja udobnost vožnje, slaba lastnost pa je v tem, da je manj primeren za vožnjo po robustnem terenu (vozilo prečno niha). Sistem zračnega vzmetenja (tudi v kombinaciji s paraboličnim vzmetenjem na prednji

osi) uporabljajo povečini vozila za prevoze na daljše razdalje, ker lahko spuščamo ali dvigujemo vozilo v razponu približno od 0 do 20 cm, s tem povečamo tudi prehodnost vozila. Sistem je nepogrešljiv pri vlečnih vozilih s polprikolico, saj z njim pri zapenjanju polprikolic uravnavamo višino sedla vlečnega vozila z višino polprikolice. Ker je tlak v blazinah v premosorazmerju z maso tovora, lahko s pomočjo merilnikov zračnega tlaka hkrati izmerimo tudi maso tovora.



Slika 10: Vrste vzmetenj, A: listnato-trapez, B: listnato-parabola, C: zračno vzmetenje. (foto: R. Ferle)



Slika 11: Reguliranje nivoja podvozja pri zračnem vzmetenju. (foto: R. Ferle)

4.2.5 Pogoni

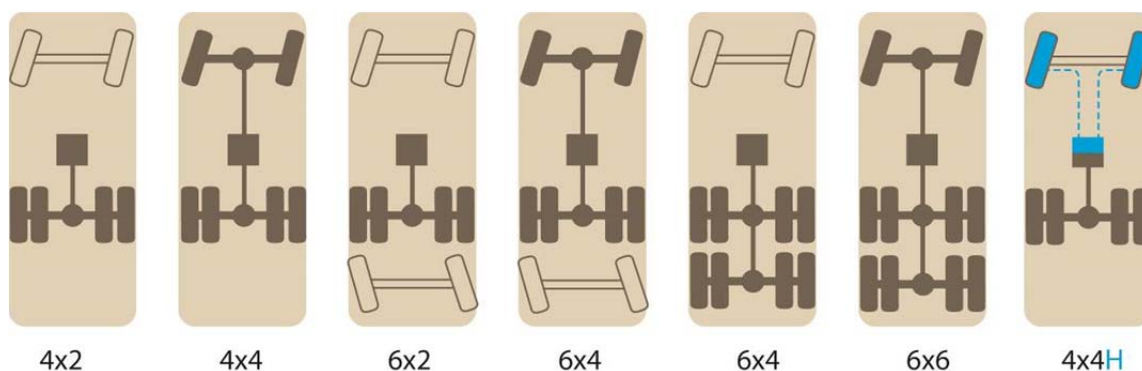
Zasnove pogona so določene glede na pogonske in nepogonske preme oz. osi. V gozdarskem transportu več pogonov pomeni boljšo prehodnost po terenu, vendar hkrati prinaša višjo taro vozila-manjšo koristno nosilnost, večjo porabo goriva, večjo izrabo pnevmatik. Vozila na daljših relacijah, predvsem sedlasti vlačilci, imajo pogon na eni premi, gibljejo se večinoma po javnih cestah, pogojno (v ugodnih okoliščinah) tudi po gozdnih cestah. Prednosti in slabosti pogona na eni premi so obratne kot pri vozilu z več

pogoni. GTK z nakladalnimi napravami imajo najpogosteje pogon na dve ali več osi. V naši anketi prevladujejo vozila s pogonom na zadnji dve premi, takšna kombinacija pogona namreč omogoča ugodno razmerje med prehodnostjo vozila in maso praznega vozila.

Za najtežje pogoje vožnje imajo nekatere izvedbe vozil pogon tudi na prvo vodilno premo. V večini primerov gre za klasične mehanske pogone, gnane preko kardanske gredi. Prednji pogon je med cestno vožnjo izklopljen in se navor na prvo premo ne prenaša, razen v nekaterih izvedbah vozil, kjer se le delno. Celoten prednji pogon sestavlja razdelilnik pogona, kardanska gred in prva prema z diferencialom. Zaradi vseh teh elementov se poveča masa vozila za okrog 800-900 kg, poveča se obračalni radij, motor vozila je nameščen višje (nad diferencialom). Posledično je kabina vozila nameščena višje, poraba goriva se poveča za okrog 10 % (MAN, 2015).

Pomembno je dodati, da je prednji pogon lahko predpogoj za uporabo prikolic na zahtevnejših terenih, oz. izločilni dejavnik GTK brez prednjega pogona pri polprikolicah v tehnologiji dolgega lesa. Dvigala, nameščena za kabino vozila, s svojo lastno maso sorazmerno bolj pritiskajo na prednjo premo kot na zadnji pogonski sklop. Pri tehnologiji dolgega lesa zaradi tega dejstva povečini uporabljamo vozila s pogonom tudi na prednji vodilni premi. Pri namestitvi dvigala na previs znatno obtežimo zadnji pogonski sklop, sorazmerno pa razbremenimo prednjo vodilno os (premo).

Nekateri proizvajalci tovornih vozil ponujajo izvedenke s hidravličnim prednjim pogonom, ki ga sestavlja hidromotor vgrajen v pesto kolesa, hidravlična instalacija in hidravlična črpalka. Voznik sistem vklaplja po potrebi, deluje v omejenem območju hitrosti vozila do največ 30 km/h in se po preseženi hitrosti samodejno izklopi. Ko hitrost vozila pade pod 22 km/h, se samodejno ponovno vklopi. Masa komponent hidropogona je v primerjavi s klasičnim kardanskim prednjim pogonom nižja za okrog 400 kg, radij zavijanja je enak kot pri vozilih brez prednjega pogona (MAN, 2015). Komercialna oznaka je odvisna od proizvajalca (Hydrodrive-MAN, OptiTrack-Renault, Xtrac-Volvo, HAD-Mercedes).



Slika 12: Tipi pogonov. (ilustr. N. Oman)

4.2.6 Kabina

Kabina je delovno okolje voznika, ki nudi s širokim naborom dodatne opreme in varnostnih elementov veliko udobnost vožnje, v primeru nesreč pa varnostno zaščito. Poznamo dva tipa kabin, ki se med seboj razlikujeta po mestu namestitve. Nekoč je bila kabina vozila nameščena samo za pokrovom motorja, torej direktno na šasijo. Takšna oblika se je imenovala »kljunaš«, ki se v redkih primerih uporablja tudi danes. V evropskem prostoru so prisotne v večini primerov »trambus« kabine. Slednje so nameščene neposredno nad motorjem in menjalnikom. Takšne namestitve izkoriščajo prazen prostor nad motorjem in ne zavzemajo tovornega prostora, vozilo je lahko krajše in lažje. Kabina je nameščena visoko nad cestiščem, kar nudi boljšo preglednost med vožnjo, zmanjšajo se mrtvi koti, vendar se hkrati poveča zračni upor.

Po namenu uporabe grobo ločimo dva tipa kabin:

- dnevna kabina,
- spalna kabina.

GTK z nakladalno napravo imajo najpogosteje dnevne kabine, kar pomeni, da vozniki v njih ne morejo prespati. Vozila delujejo na kratkih razdaljah in se ob koncu delovnika vračajo na parkirišče prevozniškega podjetja. Velikost kabine je prilagojena osnovnim potrebam vožnje za voznika in enega sopotnika. V primerjavi s spalno kabino je dnevna kabina krajša za okrog 50-70 cm (širina voznikove postelje), posledično je lahko daljši tovorni prostor ali pa je krajše tovorno vozilo. Dolžina tovornega vozila je pogosto

negativni dejavnik prevoznosti za določeno GTK. Višina kabine zadostuje sedenju voznika oz. sopotnika, širina kabine je od dovoljene največje širine zmanjšana za 20-40cm (odvisno od proizvajalca). Zaradi majhnosti kabin se zmanjšajo negativni vplivi ovir, ki se nahajajo ob poti. Veje manj udarjajo po kabini, v ostrih zavojih je lahko svetel profil poti kabine manjši. V strnjenih naseljih se pogosto med manevriranjem vozila kabine približajo tudi drugim oviram kot so: strehe, žlebovi, el. vodi, stene objektov.

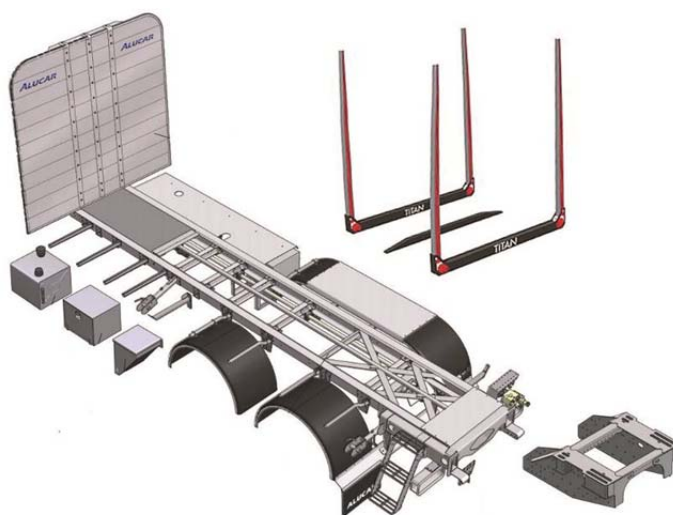
Vozila s spalnimi kabinami imajo za voznikovim sedežem nameščeno eno ali dve ležišči. Vozniki morajo na daljših relacijah, kjer se v eni vožnji ne morejo vrniti domov oz. po preteku dovoljenega dnevnega časa voženj, opraviti predpisano dolg počitek. Vozila, namenjena vožnjam na dolge relacije, imajo tako večje kabine v vseh dimenzijah, najvišje kabine omogočajo vzravnano hojo voznika po kabini, imajo veliko predalov za oblačila, hrano in osebne stvari voznika. Na daljših relacijah je kabina hkrati voznikovo delovno mesto, dnevni prostor in prostor za počitek.



Slika 13: Tipi kabin, A: Dnevna kabina, B: Spalna kabina. (foto: R. Ferle)

4.3 GOZDARSKA NADGRADNJA

Vsaka oblika tovora zahteva namensko obliko nadgradnje. Gozdarska nadgradnja je tipsko specialna nadgradnja, saj je specifična in generalno namenjena za prevoz okroglega lesa. Z gozdarskimi vozili je sicer možno voziti tudi druge oblike tovora, predvsem kosovne in paletne. Z drugimi oblikami nadgradenj, ki niso prilagojene uporabi v gozdarstvu, večinoma ne moremo voziti okroglega lesa.



Slika 14: Gozdarska nadgradnja s prečnimi nosilci in ročicami. (Alucar, 2016)

Temelj gozdarske nadgradnje je pomožna šasija s prečniki (klopi, nosilci) z ročicami, ki so po svoji namembnosti popolnoma prilagojeni prevozu okroglega lesa in smiselne ter varne za transport. Prvotne izvedbe je sestavljal tovorni plato, na katerega sta bila nameščena najmanj dva prečnika z vsak po dvema ročicama. Pri novejših izvedbah se pogosto izdelujejo nadgradnje brez tovrnega platoja samo s prečniki. Takšen način nadgradnje zmanjša taro vozila, vendar omeji prevoze drugih oblik tovora. Lastniki vozil, ki so namenjeni prevozom na daljše relacije, morajo tako poiskati kompromis med izvedbami vozil s tovrnim platojem in izvedbami brez platoja. Veliko vozil na daljše relacije namreč opravlja povratne vožnje drugih oblik tovora. Kompozicije s tovrnim platojem so v primerjavi s kompozicijami brez platoja težje za okrog 1000

do 2000 kg (odvisno od izvedbe). Vozila brez platoja vozijo večjo koristno maso tovora, vendar so omejena s prevozom drugih oblik tovora in obratno.



Slika 15: Tovorni prostor A: brez platoja in B: s platojem. (foto: R. Ferle)

4.3.1 Prečni nosilci in ročice

Prečni nosilci ali prečniki so narejeni iz visoko kakovostnega jekla, so pravokotne oblike in imajo na obeh skrajnih koncih prostor za vstavitev in pritrditev ročice. Podpirajo celotno težo tovora, preprečujejo vzdolžno drsenje lesa, v ležišču ročic morajo zadrževati velike sile obremenjenih ročic. Pritrjeni so neposredno na pomožno šasijo tovrnega vozila (pri priklopnikih so lahko vgrajeni v glavno šasijo). Lahko so vgrajeni v šasijo, delno vgrajeni ali pa nameščeni (privijačeni, privarjeni) na vrh šasije. Za vsak zložaj lesa sta potrebna najmanj dva prečnika in štiri ročice. Zložaji lesa, naloženi na kamion ali prikolico, so lahko visoki tudi do 3 m. Les je zložen podolžno glede na smer vožnje, ob posebnih prilagoditvah nadgradnje lahko tudi prečno.

Glavna naloga ročic je zadrževanje lesa na vozilu in preprečevanje morebitnega kotaljenja posameznih hlodov, kompenzirati morajo tudi udarce hlodov med natovarjanjem in raztovarjanjem do katerih prihaja pri nespretnem upravljanju dvigala oz. malomarnosti voznika. Ročice prenašajo velike obremenitve okroglega lesa, ki sili v kotaljenje. Še posebej so obremenjene v zavojih, kjer na tovor deluje sredobežna sila, ter v primerih, ko obli les ob ročicah ni pravilno naložen vrh drugega in tako prihaja do

zagozdenja hlodov, ki pritiskajo ob ročico. Ročice morajo biti izdelane iz visoko kakovostnih materialov, lahko so iz jekla ali aluminijastih zlitin. Po rezultatih ankete so na vseh vozilih ročice teleskopske izvedbe, na vrhu ročic je dodan podaljšek v dolžini do enega metra, ki se ga izvleče iz ročice in s tem dvigne zgornjo višino nakladanja vozila. Podaljšek se lahko poljubno spusti v ročico, kar omogoča lažje nakladanje hlodovine, saj hlodov ni potrebno dvigovati visoko čez ročico. Vrh ročice dosega mejne gabarite višine vozila, zato je pogosto izpostavljen oviram in objektom ob poteh, sistem spuščanja podaljška nam tako omogoča prehodnost vozila pod ovirami.

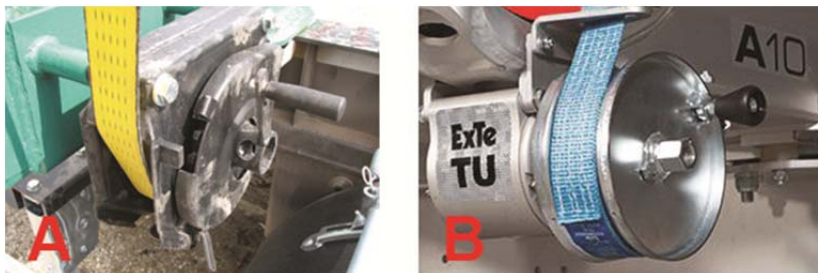
4.3.2 Varnostna in dodatna oprema nadgradnje

Sem štejemo vse elemente nadgradnje, ki nam olajšajo delo, varujejo vozilo, tovor in nam omogočajo varno, ter hitro rokovanje z nakladalno napravo in vozilom.

Med najpomembnejše varnostne elemente sodi zaščitna stena za kabino, ki je obvezna pri zadaj nameščenih dvigalih. Med natovarjanjem preprečuje udarce lesa po kabini in varuje kabino pred naletom lesa pri zaviranju ali nesreči. Pri vozilih z dvigalom, nameščenim za kabino, naletna stena ni potrebna, saj vlogo varovanja prevzame dvigalo, je pa priporočljiva nizka stena za varovanje hidravličnih komponent v podstavku in ob stebru dvigala. Pri vozilih brez tovrnega platoja obstaja velika nevarnost poškodb vozila ob morebitnih padcih bremen, pri čemer je nujno potrebno varovati vitalne dele vozila. Tako so s pločevino ali kovinskim okovjem zaščiteni zgornji deli rezervoarjev za gorivo, olje, zrak, ter zaboji za orodje, opremo in akumulatorje. Pri vozilih brez tovrnega platoja s t. i. odprto nadgradnjo je lahko na sredini med dvema prečnikoma pritrjen pomožni nosilec. Ta nosilec dodatno varuje vozilo pred padci lesa v prostor med šasijo in hkrati preprečuje grabežu dvigala pri raztovarjanju lesa dotikanje in prijemanje elementov glavne šasije vozila. K varovalni opremi štejemo tudi bočne zaščite vozila, ki varujejo vozilo pred udarci hlodov in udarci grabeža pri prijemanju hlodov ob vozilu.

Po zakonskih določbah je nujno pritrjevanje lesa z enim ali dvema privezoma na zložaj.

Za lažje in hitrejšo rokovalje pri povezovanju se na nadgradnjo namestijo povezovalniki tovora, ki so lahko v ročni ali avtomatski izvedbi, poleg njih so na nasprotni strani nadgradnje pritrjeni razni elementi za zapenjanje povezovalne vrvi ali traku.



Slika 16: Zategovalnik traku, A: ročni (foto: R. Ferle); B: pnevmatski. (EXTE, 2016)

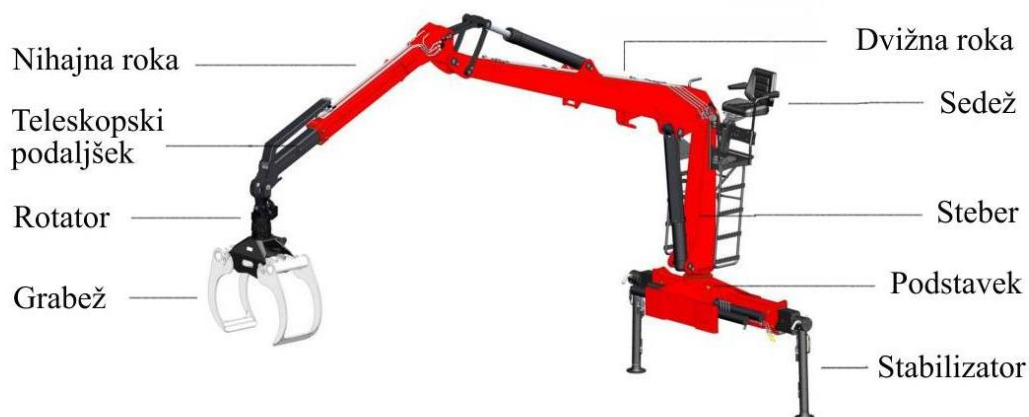
K dodatni opremi nadgradnje sodijo razni zaboji za orodje, motorne žage in rezervne hidravlične cevi nakladalne naprave (vozilo jih mora imeti pri sebi za popravila na terenu). Na boku vozila pod platojem so pogosto nameščene delovne luči, ki se uporabljajo med natovarjanjem-raztoovarjanjem tovora in med vožnjo po gozdnih cestah za osvetljevanje vozišča v zavojih. Poleg naštetega so na nadgradnjo lahko nameščeni nosilci za lopato, metlo, snežne verige, stopnice za lažje vzpenjanje na žerjav.

4.4 NAKLADALNA NAPRAVA, HIDRAVLIČNI ŽERJAV

Sodobne GTK z nakladalno napravo uporabljajo izključno hidravlične žerjave. Njihova uporaba je razširjena po vsej Evropi in so nepogrešljivi v sestavi GTK. Namenjeni so nakladanju in razkladanju lesa, lahko pa se ga uporabi tudi za dodatne funkcije, ki zajemajo pripravljala dela transportnega sredstva. Pri sistemu dolgega lesa so nameščeni izključno za kabino vozila, pri sistemu kratkega lesa pa je lahko namestitev zadaj na previs vozila in za kabino vozila.

Zgrajen je iz toge jeklene konstrukcije, ki je sestavljena iz več gibljivih členov in jih premikajo hidravlični cilindri. V hidravličnem sistemu je olje, ki prenaša tlak (energijo tlačnega medija) iz oljne črpalke po ceveh preko usmerjevalno-krmilnih ventilov (krmilnega bloka) do cilindrov, kjer se pretvori v kinetično energijo (Ščuka, 2012). Preko pomožnega odgona na menjalniku poganja motor vozila črpalke in vzdržuje stalni

pretok olja ne glede na obremenitev žerjava. Za ohranjanje stalnih vrtljajev motorja skrbi mehanski RQV regulator, v današnjih kamionih pa elektronski tempomat vozila. Sistem sam dodaja in odvzema plin motorja glede na potrebe žerjava. Pri dvigovanju bremena prihaja do povečane porabe energije, kar mora motor kompenzirati z dodajanjem plina, oz. pri zaustavitvi žerjava z odvzemom plina (Godnov, 1978). Za poganjanje črpalke zadostuje približno 700-800 o/min motorja, ki so optimalni za normalno delovanje motorja in hkrati najbolj ugodni glede porabe goriva. Redukcijski prenos omogoča povečanje obratov na nazivne obrate črpalke, ki znašajo okrog 800-1500 o/min, odvisno od tipa črpalke.



Slika 17: Hidravlični žerjav. (Palfinger, 2016)

Osnovni sestavni deli dvigala zajemajo naslednje elemente (Ščuka, 2012):

- temelj dvigala je podstavek, ki je z vijačnimi sponami pritrjen na vozilo. Pri hitro snemljivih dvigalih pa je podstavek pritrjen na posebno nosilno konstrukcijo, ki omogoča odpenjanje od vozila. Sestavni del podstavka je tehtnica, ki je potrebna pri izvedbah dvigal s štirimi točkami pritrjevanja. Tehtnica namreč omogoča vzvojno upogibanje glavne šasije vozila. V podstavku sta ena ali dve zobniški letvi, ki ju premočrtno v nasprotnih smereh pomikajo hidravlični cilindri za obračanja dvigala levo-desno. V podstavku je zobniško olje, ki maže zobniške letve, ležaje in zobnik stebra. V sklopu podstavka je vgrajen mehanizem za izvlek podpornih stabilizatorjev, na katerega so nameščeni stabilizatorji;

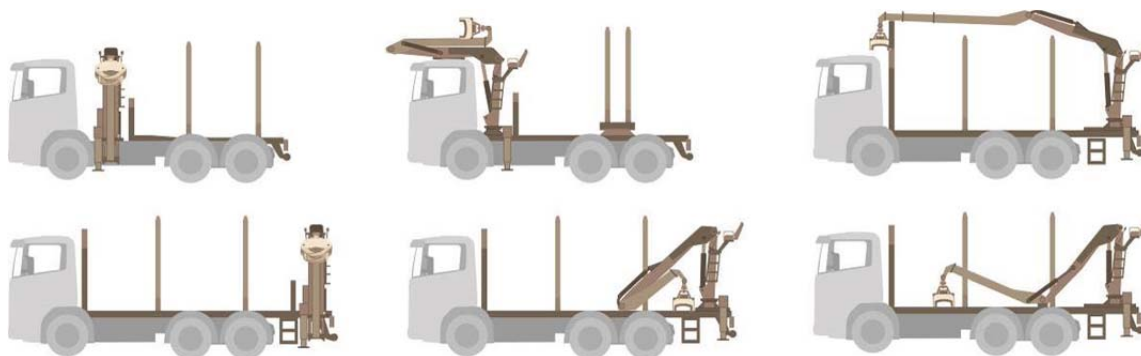
- steber je pokončno vstavljen v podstavek na skrajnem spodnjem delu je vgrajen zobnik, ki je gnan preko zobatih letev. Na vrhu stebra je sedež ali kabina, hidravlični krmilni elementi in komandna omarica za upravljanje z električnimi napravami. Vrtenje dvigala se giblje v razponu od 390° do 425° (LIV, 2015);
- glavna roka ali dvižna roka je na eni strani gibljivo povezana z stebrom med katerima je vpet dvižni cilinder;
- nihajna roka je z gibljivim členom povezana z dvižno roko. Za premikanje nihajne roke uporabljamo dva sistema, in sicer: pri sistemu za zlaganje v »Z« položaj sta na obeh bokih povezave glavne in nihajne roke nameščena dva cilindra, lahko pa je en cilinder vgrajen v glavno roko. Tak sistem omogoča dve območji delovanja: spodnji-delovni s prehodom preko mrtve točke pa zgornji-transportni. Nihajna roka je v delovnem položaju vedno pod dvižno roko, v transportnem položaju nihajno roko zložimo nad dvižno roko (slika 18). Pri dvigalih, ki se ne zlagajov »Z« je na glavni roki lahko en cilinder, ki premika nihajno roko samo v delovnem položaju (slika 17);
- v notranjosti nihajne roke je vgrajen teleskopski podaljšek s cilindrom, ki je lahko v izvedbi z enim ali dvema teleskopoma. Na koncu teleskopa je priključek za pripenjanje različnih orodij in štirje hidravlični vodi.



Slika 18: Hidravlično dvigalo zloženo v transportnem položaju "Z". (foto: R. Ferle)

Za delovanje dvigala potrebujemo še naslednje komponente, ki jih moramo prišteti k masi nadgradnje (Ščuka, 2012):

- rotator in grabež (klešče) za prijemanje oblovine,
- odgon na menjalniku vozila za pogon hidravlične črpalke, črpalko,
- hidravlično olje (ISO VG32, VG46, VG68), cevi, rezervoar za olje, hladilnik olja),
- dodatna oprema.



Slika 19: Mesto namestitve in načini zlaganj dvigal. (ilustr.: N. Oman)



Slika 20: Mesto namestitve dvigala na polprikolici. (ilustr.: N. Oman)

V nekaterih primerih imajo lahko vozila pomična dvigala, ki so vpeta v posebne tirnice in se pomikajo na obe običajni mesti pritrjevanja. Takšno vozilo deluje v tehnologiji dolgega in kratkega lesa.



Slika 21: Vozilo s pomičnim dvigalom. A: za kabino, B: na previsu. (foto: B. Verbe)

4.4.1 Rotator, grabež

Primarna naloga rotatorja je vrtenje grabeža v levo ali desno smer. Sodobni rotatorji so neskončne izvedbe z neomejenim kotom vrtenja. Druga funkcija je dovajanje hidravličnega olja grabežu za odpiranje in zapiranje klešč. Prenaša obremenitve grabeža in bremena, izbor rotatorja pogojujejo tehnične lastnosti grabeža. Osnovni parametri rotatorja so: vrtilni moment (navor), delovni tlak, nosilnost.

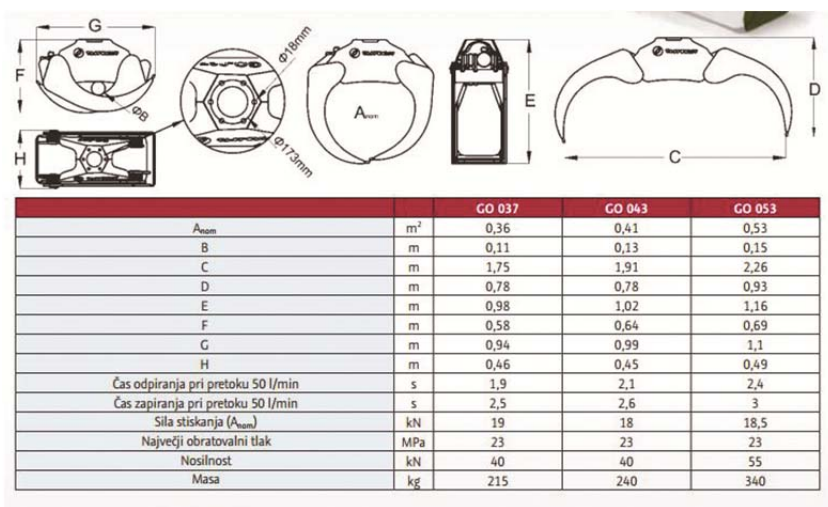
Z grabežem pobiramo in prenašamo bremena. Sestavljen je iz konstrukcije, v kateri je hidravlični cilinder, ki sinhrono vodi levi in desni krak klešč. V gozdarskem transportu poznamo široko paletu rotatorjev in grabežev. Izbor primerne rotatorja in grabeža je odvisen od več dejavnikov. Potrebno je upoštevati dvižni moment dvigala, velikost in vrsto bremena, ter tehnologijo transporta (dolg, kratek les). Pri transportu okroglega lesa vedno uporabljamo grabež »A« (slika 22), redkeje tudi grabež »D« (slika 22). Grabež »B« (slika 22) se uporablja samo v tehnologiji izdelave sekancev. Prednost tovrstnega

grabeža je v tem, da lažje prodre v nakopičeno vejevino, med odpiranjem polnih klešč ne prihaja do zagozdenja prečnih povezav konic obeh krakov, zmanjša oz. odpravi se vnos nečistoč iz tal (zemlje, kamenja) v vhodno odprtino sekalnika.



Slika 22: Tipi grabežev, A: za okrogel les, B: za vejevino, C: dodatek klasičnemu grabežu za manipulacijo sipkih tovorov (foto: R. Ferle); D: za prežaganje.(Cranab harvester cranes, 2016)

Glavni tehnični podatki za izbor klešč glede na breme so: nosilnost, površina zaprtega dela ob stičišču konic krakov, največja širina odpiranja.



Slika 23: Primeri tehnične specifikacije grabežev za obli les. (Tajfun-LIV, 2016)

4.4.2 Odgon, črpalka

Z odgonom na menjalniku vklopimo črpalko, ki je med vožnjo izklopljena in z njim dovajamo vrtilni moment na oljno črpalko. Energija, ki ga zahteva pogon črpalke, lahko pri polno obremenjenem dvigalu presega 100kW (SUNFAB, 2016). Glede na optimalne vrtljaje motorja lahko z prestavnim razmerjem odгона določimo optimalne vrtljaje

črpalke. Za pogon gozdarskih dvigal najpogosteje uporabljamo batne črpalke z dvotočnim sistemom delovanja. Hidravlični blok na dvigalu je ločen na levo in desno stran, vsak izmed njiju ima tako na voljo svoj tlačni vod, ki je neodvisen od drugega. Skupno jima je le povratni vod in rezervoar za olje, ki ne vpliva na delovanje. Prednost dvotočnega sistema je v boljšem delovanju dvigala. Ta namreč deluje bolj zvezno in ne zaznava toliko motenj pri uporabi več gibov naenkrat (zmanjšuje se pretok na enem ventilu) (Ščuka, 2012). Pravila rokovanja z dvigalom sicer narekujejo uporabo enega giba dvigala naenkrat, vendar je to nesmiselno z vidika poraba časa.

Glavne lastnosti črpalke so (Ščuka, 2012):

- način črpanja (batne, zobniške),
- sistem pretokov (enotočne, dvotočne),
- prostornina, pretok, tlak,
- potreben navor za pogon, vrtljaji, smer vrtenja, masa.

Za lažje in varnejše delo so dvigala opremljena s komponentami, ki so vgrajena serijsko ali opcijsko (Ščuka, 2012):

- števec obratovnih ur, luči, merilnik dvižnega momenta, upravljalno-stikalna plošča, sedež z gretjem, zaščite cilindrov, zaščite cevi, zavorni ventil z omejitvijo momenta



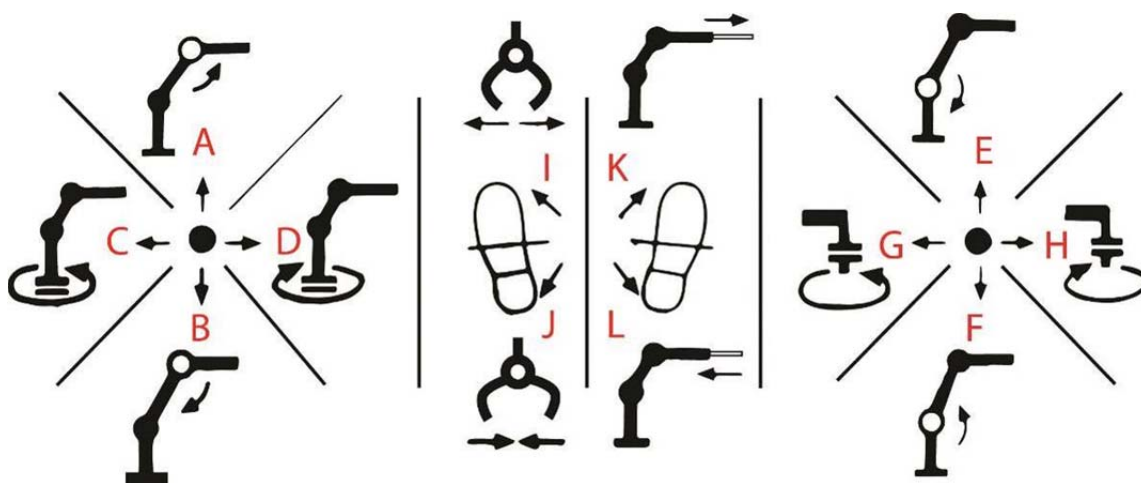
Slika 24: Varnostno dodatna oprema dvigala. (foto: R. Ferle)

4.4.3 Upravljanje dvigala

Z dvigalom vedno upravlja voznik GTK, ki je hkrati tudi strojnik. Princip vodenja je različen, še najbolj razširjen je mehanski sistem upravljanja, kjer s pomočjo krmilnih palic (joystick) in pedalov na nogah zvezno krmilimo hidravlične ventile. Pogosto je tudi elektronsko krmiljenje ventilov s koračnimi motorji in proporcionalnim vodenjem, ki so na voljo pri izvedenkah dvigal s kabino na dvigalu ter pri daljinskem upravljanju (Ščuka, 2012).

Popolna novost na tržišču je upravljanje dvigala s pomočjo virtualnih očal »HiVision™ 3D«. Voznik ne zasuče kabine vozila, dvigalo tako upravlja s komandnimi ročicami iz vozila (HIAB, 2016).

Za delovanje dvigala uporabljamo 12 ukazov po 4 na vsako roko in po dva na vsako nogo, razen pri elektronski izvedbi, kjer z vsako roko izbiramo 6 ukazov. Izkušeni vozniki (strojniki) upravljajo z dvigalom povsem podzavestno, opazujejo grabež oz. breme in ne razmišljajo kako voditi dvigalo, temveč kako opraviti hitro, optimalno in varno pot bremena. Dodatno še uporabljamo ukaze za odpiranje in zapiranje stabilizatorjev. Pri nas sta najbolj razširjena stari (»LIV«) in novi (EURO) sistem upravljanja.



Slika 25: Shema Euro načina upravljanja dvigala. (foto: R. Ferle, priredila: N. Oman)

Pri starem sistemu upravljanja dvigal je pri ukazih nekaj zamenjav:

- A-odpiranje grabeža, B-zapiranje grabeža,
- E-nihajna roka gor, F-nihajna roka dol,
- G-vrtenje rotatorja desno, H-vrtenje rotatorja levo,
- I-spuščanje glavne (dvižne) roke, J-dvigovanje glavne roke.

4.5 PRIKLOPNA VOZILA

Priklopno, polpriklopno vozilo je tisto, ki nima lastnega pogona in je spojeno s tovornim vozilom oz. se opira na vlečno vozilo (Krivec, 1972).

4.5.1 Priklopnik

V gozdarskem transportu sta prisotni dve obliki priklopnikov:

- priklopnik s krmilnim trikotom ali gibljivo (krmilno) prednjo osjo spojen z vlečno sklopko vozila,
- priklopnik s centralno osjo in z rudo spojen na vlečno sklopko vozila.

Z obema izvedbama priklopnikov je možno voziti v sistemih dolg-kratek les, seveda če so izpolnjeni pogoji za takšen transport. Za prevoz dolgega lesa mora imeti priklopnik vgrajen vrtljiv podstavek, kamor se namesti klop z ročicami in raztegljivo (teleskopsko) rudo. Pri prevozu dolgega lesa sloni les delno na kamionu, delno na polprikolici. Polprikolica ne prenaša celotnega bremena ampak le del. Razdalja med vrtljivimi klopni vozila in priklopnika je pri polni vožnji vedno enaka (vzdržuje jo naložen les), v zavojih prihaja do povečanja razdalje med zadnjim delom tovornega vozila in prednjim delom priklopnika. Razdaljo kompenzira teleskopska ruda, ki ima vlogo vodenja skozi zavoje, funkcijo vleke priklopnika prevzame naložen les. Kadar takšen priklopnik vozi v sistemu dolgega lesa, ga imenujemo polprikolica in za GTK veljajo predpisi o polpriklopnikih. V tujini, kjer se pogosto uporablja sistem dolgega lesa, uporabljajo t.i. samokrmilne polprikolice (nem.:«*nachlaufer*»), ki niso fizično pripete na vozilo. Funkcijo vleke prevzame naložen les, funkcija vodenja pa je izvedena zvezno med vrtljivo klopjo in

prednjo krmilno osjo priklopnika. Lahko pa s krmiljenjem polprikolice upravlja voznik iz kabine kamiona. Možna je torej transformacija priklopnikov med sistemoma dolg-kratek les.

Pri GTK z zadenjsko nameščenimi dvigali (ni pogoj) so najpogosteje v uporabi prikolice s krmilnim trikotom:

- imajo najmanj dve ali več osi, prednja os je krmiljena,
- nekatere izvedbe so raztegljive, kar omogoča boljšo prehodnost skozi zavoje pri skrajšani obliki, ter prevoz daljših sortimentov pri podaljšani obliki,
- prikolica manj zateka v zavojih (odvisno od dolžine previsa na vozilu, ki vodi prikolico skozi zavoje), boljša je prehodnost prikolice skozi konkavna vozišča (ni previsa prikolice),
- prikolica ima manjše dinamične vplive na vlečno vozilo, nanj delujejo vzdolžne sile vleke in potiska (manjše so sile nihanja priklopnega vozila),
- enostavnejše je odpenjanje od vlečnega vozila saj se prikolica opira na lastna kolesa,
- prikolica sama nosi zložaje lesa (razen v izvedbi z vrtljivo klopjo-dolg les),
- zahtevnejša je vzvratna vožnja, ker je prednja os krmilna (dvojno zgibanje).



Slika 26: A-Prikolica za prevoz kratkega lesa ; B-(Pol)prikolica z vrtljivo klopjo za prevoz dolgega lesa (biling). (foto: R. Ferle)

Priklopnik s centralno osjo in z rudo spojen na vlečno vozilo (pogost pri sistemu prevoza iglavcev, dolg ali kratek les):

- ima eno ali več osi (najpogosteje dve-tandem),
- enostavno manevrirane, predvsem vzvratna vožnja (enojno zgibanje),
- prikolica je stabilna v ostrih zavojih (majhnih radijih),
- dolžina tovornega prostora je kratka, uporabnejša v sistemu kratkega lesa iglavcev (4,1 m), s podaljševanjem platoja se zvišujejo negativni vplivi na vozilo,
- na vlečno vozilo delujejo večje dinamične sile (vzdolžne in prečne),
- pri odpenjanju prikolice je potrebno uporabljati podporno nogo.



Slika 27: GTK s tandem polprikolico za prevoz dolgega lesa. (foto: S. Jermančič)

4.5.2 Polpriklopnik

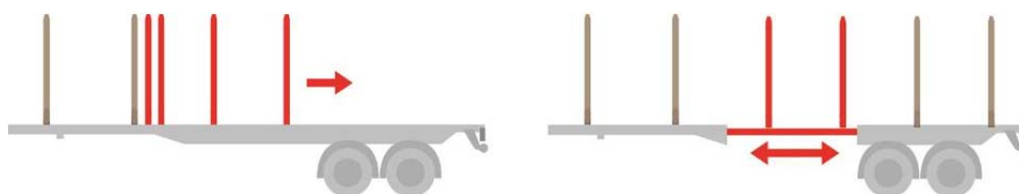
Polpriklopnik s sprednjim delom sloni na vlečnem vozilu in je s kraljevim čepom spojen s sedlom vlečnega vozila na katerega prenaša del skupne mase. Polpriklopnik ima enoten tovorni prostor na katerem nosi celotno pošiljko tovora. Vlečno vozilo samo po sebi ne prevaža tovora, ampak podpira in vleče polprikolico (Brinovec, 1997). Najpogosteje se kompozicije s sedlastim vlačilcem in polprikolico uporabljajo na daljših relacijah. Takšne kompozicije imajo nizko lastno maso (tara), tudi manj kot 12t (Schwarzmueller, 2015). Prirejena so večinoma za prevoz treh zložajev (4,1 m) pri iglavcih ali dveh zložajev z dolžino okrog 6 m pri listavcih, oz v različnih kombinacijah. Tovorni prostor

meri v dolžino do 13,6 m. Vlečna vozila takšnih kompozicij lahko uporabljamo za vleko polprikolic v drugih sistemih transporta. Logistične prednosti so v neodvisnosti vlečnih vozil od polpriklopnikov, vlečna vozila lahko na terenu odklopijo prazno polprikolico in priklopijo polno polprikolico ali poljubno menjajo polprikolice glede na potrebe voženj.

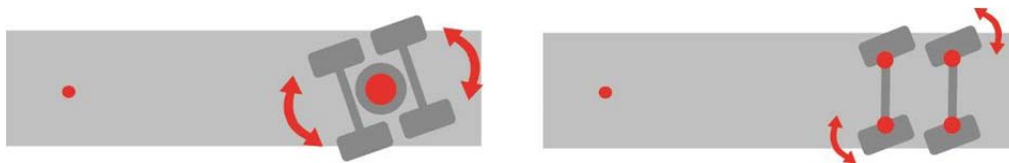


Slika 28: Polprikolica za prevoze na daljše relacije (foto: R. Ferle)

Pri GTK s sedlom in z nakladalno napravo (za kabino vozila) prevladujejo polprikolice s krajšo nakladalno dolžino (8-10 m), zaradi lažje prehodnosti skozi zavoje. Glavne prednosti teh GTK so v tem, da lahko z nespremenjeno obliko (ni potrebno prilagajati vozil) vozijo dolg in kratek les ali celo hkrati prevažajo obe obliki lesa. Pogoste so polprikolice z raztegljivo šasijo ali s pomičnimi prečnimi nosilci. Daljša različica polprikolic ima lahko krmilne osi ali vodljivo podvozje. Izločilni faktor pri prehodnosti skozi zavoje in med ovirami imajo vlečna vozila brez tovrnega prostora. Nasprotno njim lahko vlečna (tovorna) vozila s tovornim prostorom odpnejo polprikolico na primernem mestu in les iz zahtevnega terena prepeljejo, ter ga preložijo na polprikolico (velja za kratek les, vozilo opravi po eno vožnjo za vsak zložaj).



Slika 29: Polprikolica s pomičnimi nosilci in raztegljiva polprikolica. (ilustr.: N. Oman)



Slika 30: Polprikolica z vodljivim podvozjem in polprikolica z vodljivima osema. (ilustr.: N. Oman)

4.6 PREVOZ HLODOVINE

Les ima različne lastnosti, zato je potrebno upoštevati vse dejavnike, ki pomembno vplivajo na izbor GTK (zakon o kosovnem volumnu, vrsta lesa, masa, krivost lesa, dolžine sortimentov). Heterogenost oblega lesa nam povzroča težave pri pravilni izbiri GTK in s tem omejitve pri prevozu. Rentabilnost prevozov je pogojena s prepeljano največjo količino lesa v okviru zakonskih določil. Glavni limiti pri prevozu lesa so skupna masa, višina vozila, dolžina vozila. Tako pogosto dosegamo (presegamo) mejne vrednosti osnih pritiskov in skupne mase pri prevozu svežega in debelejšega lesa. Pri prevozu suhega lesa in tankih sortimentov zavzemamo relativno velik bruto volumen tovarnega prostora in smo z visokimi in dolgimi zložaji omejeni z največjo skupno višino in dolžino. Pri prevozih daljših sortimentov smo omejeni z največjo dovoljeno dolžino kompozicije, oz. dolžino sortimenta, ki sega preko nakladalnega prostora.



Slika 31: GTK z naloženim kratkim lesom. (foto: R. Ferle)

Les najpogosteje nakladamo vzdolžno glede na smer vožnje. Za zadrževanje lesa na vozilu skrbijo prečniki in ročice, na katere mora biti les naložen po točno določenih pogojih (Pravilnik o nalaganju in pritrjevanju tovora v cestnem prometu, 2015):

- potrebno je upoštevati težišče vozila in razpored teže,
- zložaj lesa ne sme biti višji od zgornjega dela ročic,
- vsak kos lesa morata podpirati najmanj dve ročici, čeznju mora les segati na vsakem koncu najmanj 30 cm,
- krajši kosi morajo biti v notranjosti zložaja,
- pri lesu s skorjo z dolžino do 3,3 m mora biti najmanj en privez na zložaj,
- zložaj daljši od 3,3 m mora imeti dva priveza,
- les brez skorje mora imeti, ne glede na dolžino, najmanj dva priveza,
- prečno nalaganje je dovoljeno na vozila s tovornim platojem, ki imajo stranska vrata oz. stranice preko katerih tovor ne sme segati.

4.7 PREVOZ SEKANCEV

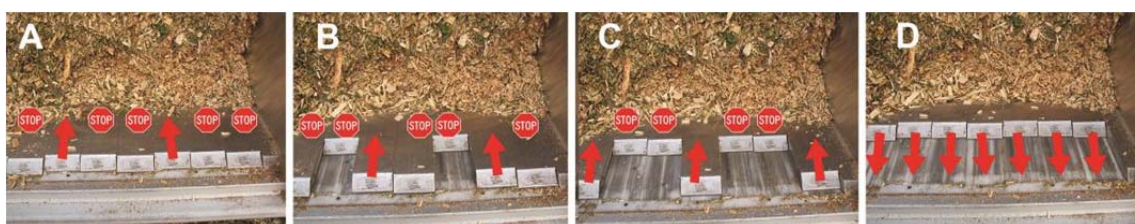
Prevoz sekancev je po svoji značilnosti povsem drugačen od prevoza okroglega lesa in zahteva posebno obliko transportnih sredstev. Sekanci so po kategorizaciji razsuti tovor. Temu so prilagojena transportna sredstva, ki imajo ograjen tovorni prostor v obliki zaboja brez pokrova. Sekanci imajo širok razpon specifične mase, ki variira med približno 200 do 300 kg na nasuti meter, odvisno od vrste lesa, vsebnosti vlage in granulacije sekancev. Masa na enoto volumna je relativno nizka, zato so transportna sredstva prilagojena transportu volumenskih tovorov (Kovač in sod., 2006). Poznamo široko paleto sredstev za prevoz sekancev, njihova uporaba pa je odvisna predvsem od mesta izdelave sekancev in dolžine poti. Na kratkih relacijah, pri manjših količinah in težje dostopnih terenih se uporabljajo traktorji s kmetijskimi prikolicami ali polprikolicami s prekucniki, pomičnim dnom ali potisno prednjo steno. Vmesni člen so tovorna vozila v izvedbah s prekucniki ali kotalnimi kontejnerji s priklopniki, ki na mesto izdelave sekancev prepeljejo kontejnerje, jih tam odložijo, nato jih sekalnik napolni. Na krajše razdalje, kjer je možen dostop, in daljše relacije se za prevoz

najpogosteje uporabljajo vlačilci s polpriklopniki, ki imajo pomično dno. Volumen polprikolic znaša od 85 m³ do 93 m³, v izvedbah vozil »low-liner« tudi do 100 m³.



Slika 32: Kompozicija za prevoz sekancev. (foto: R. Ferle)

Na dnu polprikolice so vzdolžno po vsej nakladalni dolžini nameščene letve (običajno 21 letev), ki so v treh ločenih skupinah spojene s hidravličnimi cilindri. Vlačilec mora torej imeti hidravlično inštalacijo s črpalko za pogon hidravličnih cilindrov. Delovanje je razdeljeno v tri pripravljalne in eno delovno operacijo, smer delovanja lahko poteka v smereh nazaj (razkladanje), oz. naprej (nakladanje). Pri pripravljalni operaciji se vedno premika 1/3 letev ostali 2/3 mirujeta, sekanci se v pripravljalni operaciji ne premikajo, saj jih povezanost delcev drži skupaj kot celoto na 2/3 mirujočih letev. V delovni operaciji se pomikajo vse letve hkrati-sinhrono, z njimi potujejo tudi sekanci, ki se običajno pomaknejo za 20-30 cm, postopek se ponavlja dokler se polprikolica ne izprazni, kar traja med 10 in 20 min.



Slika 33: Prikaz delovanja pomičnega dna. A,B,C: pripravljalne operacije, D: delovna operacija (foto: R. Ferle)

Masa praznih kompozicij znaša od 14 do 17 t, dobra lastnost polprikolic je v tem, da lahko z njimi vozimo sipke in običajne generalne tovore v špedicijskem prometu, s tem je zagotovljen širši nabor povratnih voženj in večja izkoriščenost vozil (Petkovšek, 2010).

4.8 OMEJITVENI DEJAVNIKI OB IZBIRI GTK

4.8.1 Zakonske omejitve

Dimenzije cestnih tovornih vozil so zakonsko določene v aktu (Pravilnik o merah in masah vozil, 2015).

NAJVEČJE MERE IN MASE VOZIL

Največje dovoljene mere:

- tovorno motorno vozilo: 12,00 m,
- priklopnik: 12,00 m,
- sedlasti vlačilec s polpriklopnikom: 16,50 m,
- tovorno motorno vozilo s priklopnikom: 18,75m,
- največja širina gozdarskih tovornih vozil: 2,55 m,
- največja višina (za vsa vozila): 4,20 m.

Motorno vozilo ali skupina vozil mora biti sposobna voziti znotraj krožnega pasu z notranjim polmerom 5,3 m in zunanjim polmerom 12,5 m.

Največja dovoljena skupna masa tovornih in priklopnih vozil:

Motorna vozila:

- dvoosna motorna vozila: 18 ton,
- triosna motorna vozila: 25 ton
(26 ton pod posebnimi pogoji (zračno vzmetenje-dvojne pnevmatike)),
- štiriosna motorna vozila z dvema krmiljenima osema: 31 ton
(32 ton pod posebnimi pogoji).

Vozila, ki so del skupine vozil:

- dvoosni priklopnik: 18 ton,
- triosni priklopnik: 24 ton,

Skupina vozil (motorno vozilo in priklopnik) s petimi ali šestimi osmi:

- dvoosno motorno vozilo s triosnim priklopnikom: 40 ton,
- triosno motorno vozilo z dvo ali triosnim priklopnikom: 40 ton,

Skupina vozil (sedlasti vlačilec spolpriklopnikom) s petimi ali šestimi osmi:

- dvoosni vlačilec s triosnim polpriklopnikom: 40 ton,
- triosni vlačilec z dvo ali triosnim polpriklopnikom: 40 ton.

Osne obremenitve.

- enojna nepogonska os: 10 ton,
- dvojne nepogonske osi-tandem (vsota obremenitev), če je razmak med osema:
 - do 1m: 11 ton,
 - od 1 m do 1,3 m: 16 ton,
 - od 1,3 m do 1,8 m: 18 ton,
 - 1,8 ali več: 20 ton,
- trojne nepogonske osi(vsota obremenitev), če je razmak med osmi:
 - do 1,3 m: 21 ton,
 - od 1,3 m do 1,4 m: 24 ton.

Pogonske osi:

- enojna pogonska os: 11,5 ton,
- dvojne pogonske osi (vsota obremenitev), če je razmik med osema:
 - do 1m: 11,5 ton,
 - od 1m do 1,3 m: 16 ton,
 - od 1,3 m do 1,8 m: 18 ton(19 ton pod posebnimi pogoji).

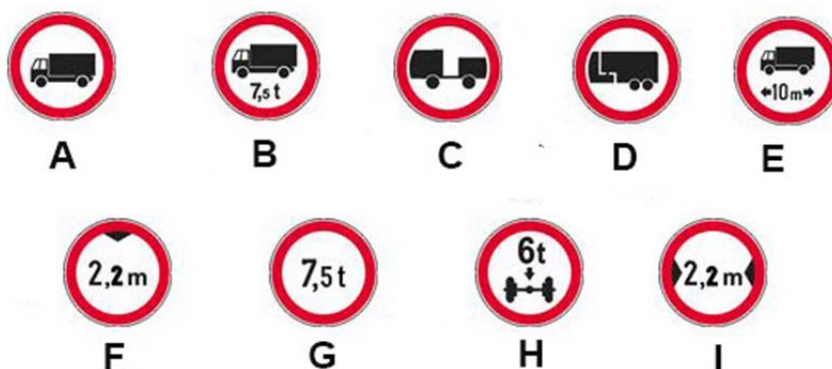
Vsa vozila, ki imajo zračno izvedbo vzmetenja, imajo nameščene tehtnice za kontrolo mase tovora oz. skupne mase vozila. GTK za daljše relacije (sedlasti vlačilci) imajo tehtnice nameščene za kontrolo skupne mase in mase po posamičnih oseh za celotno kompozicijo. GTK z nakladalno napravo, zaradi druge izvedbe vzmetenja (parabolično)

na tovornih vozilih nimajo tehtnic, jih pa uporabljajo na priklopnikih, ki imajo zračni sistem vzmetenja.



Slika 34: Prikazovalniki skupne mase vozila. (foto: R. Ferle)

Prometni znaki, ki prepovedujejo uporabo in prevoze GTK pod določenimi pogoji:



Slika 35: Prometni znaki s prepovedmi (Znaki za prepovedi in omejitve, 2015)

Prepoved prometa za:

- A- tovorna motorna vozila,
- B- tovorna vozila pri katerih največja skupna masa presega določeno maso,
- C- tovorna vozila, ki vlečejo priklopnik, razen polpriklopnika,
- D- tovorna vozila, ki vlečejo priklopno vozilo, razen lahkega priklopnika,
- E- vozila večje dolžine od določene,
- F- vozila pri katerih skupna višina presega določeno višino,
- G- vozila pri katerih skupna masa presega določeno maso,
- H-vozila z večjo osno obremenitvijo od določene,
- I- vozila pri katerih skupna širina presega določeno širino.

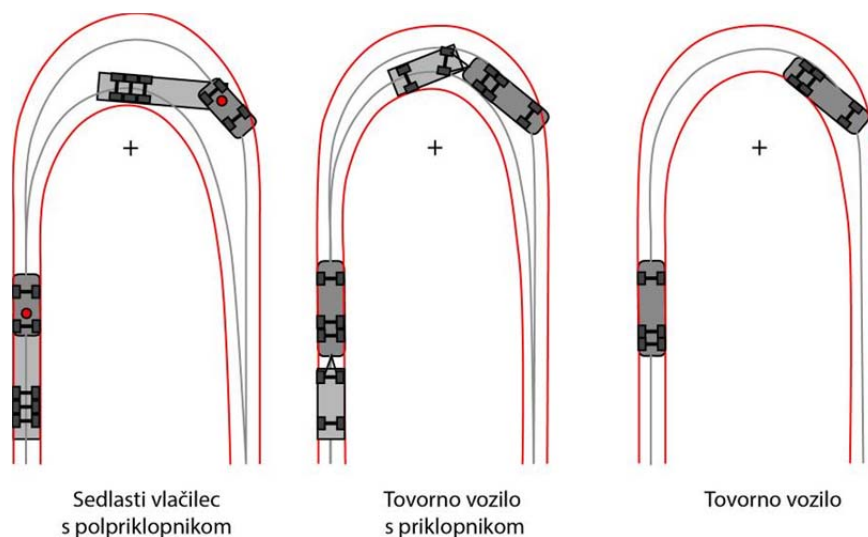
4.8.2 Drugi omejitveni dejavniki vožnje GTK

Ostali dejavniki, ki omejujejo prevoznost GTK so predvsem:

- prehodnost (vzdolžni, prečni klirens, konveksno, konkavno vozišče),
- svetli profil ceste (obcestne ovire in objekti),
- vrsta in stanje cestišča (indeks trenja med pogonskim kolesom in podlago),
- različni upori (kotalni upor, upor vleke priklopnika, upor zaradi vzponov).

Preglednica 1: Indeksi trenja med pogonsko pnevmatiko in podlago (Brinovec, 1997)

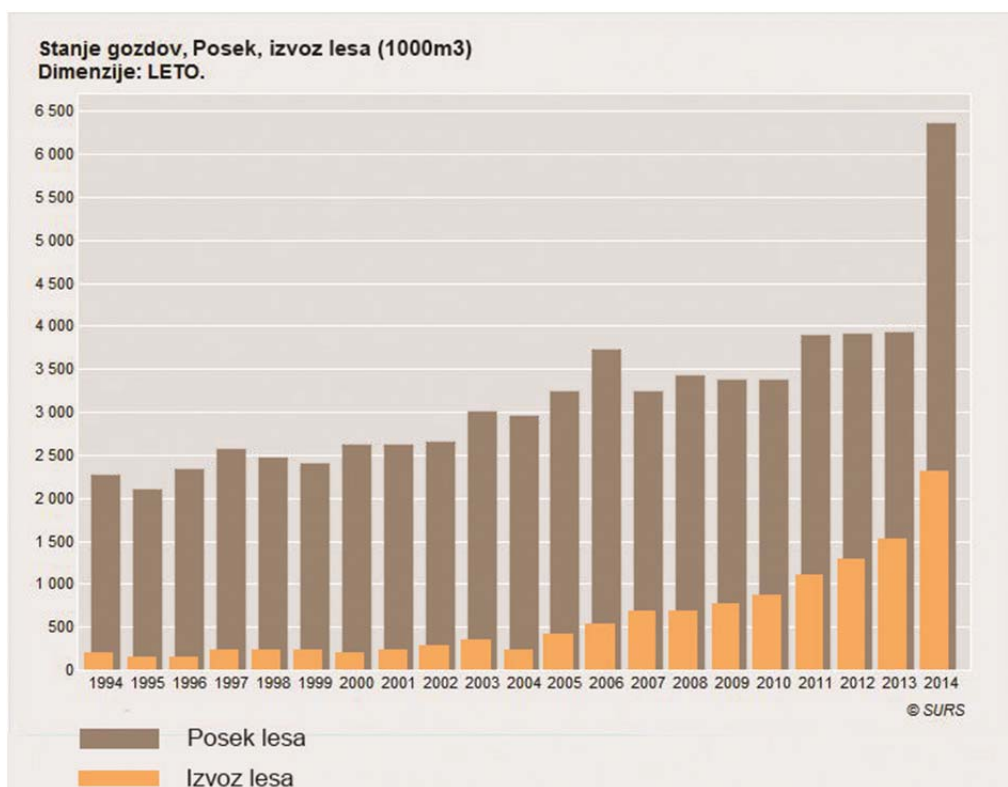
Vozišče/Pnevmatika	dober dezen		slab dezen		sneg - led
	suh	moker	suh	moker	
Beton	0.9	0.6	0.7	0.4	0.1 - 0.2
Makadam	0.8	0.5	0.6	0.3	
Asfalt	0.8	0.5	0.5	0.25	
Tlakovana pot	0.8	0.5	0.6	0.4	
Zemeljska pot	0.6	0.4	0.4	0.3	



Slika 36: Primerjava zatekanja in širine svetlega profila v zavoju med različnimi tovornimi vozili (prirejeno po SLIDESHARE, 2015)

5 REZULTATI ANKETE, IZBIRA GTK

Razmere na slovenskem trgu lesa in družbeno politične spremembe, ki so se zgodile po vstopu v evropsko unijo, so privedle do povečanega izvoza lesa. Dovoljen posek se letno sicer povečujejo, vendar se s hitrejšim trendom povečuje tudi izvoz lesa. Od leta 1994 do leta 2004 je izvoz lesa zajemal približno 10 % celotnega etata, medtem, ko se je po letu 2004 izvoz povečal do skorajda tretjine celotnega poseka. V absolutni količini predstavlja leto 2014 desetkratnik količine izvožene leta 2004 (Etat in izvoz lesa, 2016). Izvožen les je bil delno prepeljan s cestnimi tovornimi vozili (z ali brez nakladalne naprave) in nekaj z železnico.



Slika 37: Etat po letih z deležem izvoza (Etat in izvoz lesa, 2016)

Gozdovi v slovenskem prostoru so po obliki in zgradbi zelo heterogeni, njihova sestava se z geografskega vidika zelo spreminja. Tako imamo območja na severu države (gorenjska, koroška) s prevladujočimi deleži iglavcev, na vzhodu in zahodu pa je zgradba gozdov drugačna – prevladujejo listavci (Karta mešanosti gozdov, 2015).

Ta dejstva so pomembna, ker se vrsti lesa in obliki sortimentov prilagajajo tudi transportna sredstva. Pri prevozu iglavcev govorimo o prevozu sortimentov z dolžino večinoma 4 m, redkeje 3 m ali 5 m, oz. o prevozu mnogokratnikov osnovnih dolžin. GTK za prevoz kratkega lesa, pretežno iglavcev, potrebuje tovorni plato v dolžini, ki zadošča povprečni dolžini sortimentov (4 m). Takšne kompozicije so krajše, posledično imajo tudi boljšo prehodnost. Tudi sistem prevoza dolgega lesa je prisoten večinoma na območju, kjer so po večini gozdovi iglavcev ali pa tam, kjer je ta način transporta prilagojen potrebam proizvodnje ter prodaje lesa. GTK morajo imeti dvigala nameščena za kabino vozila. Pogoste so izvedbe GTK, ki jih je možno uporabljati (z ustrežno transformacijo) v sistemu dolgega in kratkega lesa. Dvigala imajo dolg doseg (z dvojnimi teleskopom) in lahko segajo preko tovrnega prostora kamiona do prikolice, ki jo lahko neposredno nakladajo.

Dejansko stanje na področju transporta lesa smo ugotavljali s pomočjo ankete – v analizo smo zajeli več podjetnikov na območju Sevnice in Radeč, ki se ukvarjajo s prevozom lesa. Območje, ki ga pokrivajo z odkupi lesa in prevozi je vezano predvsem na dolensko regijo, prodaja lesa s prevozi poteka v širšem območju Slovenije in tujine, predvsem Avstrije in Italije. Posebnost prevozov so prevozi iz Hrvaške, od koder vozijo les z GTK z nakladalnimi napravami, ki zahtevajo nizko lastno maso. Plačila prevozov so namreč odvisna od prepeljane količine lesa. Po podatkih anketirancev je približen delež prepeljanega lesa v strukturni sestavi 70 do 80 % listavcev in 20 do 30 % iglavcev, se pa delež iglavcev predvsem, zaradi vpliva podlubnikov v zadnjih letih povečuje. Krojenje listavcev temelji na načelu izdelave cenovno najvrednejših sortimentov, prežagovanje poteka na napakah ne glede na dolžino sortimenta, seveda ob predpostavki, da z največjo dolžino sortimenta ne presežemo zmoglosti GTK. Dolžine sortimentov (lahko kosov) se tako gibljejo v razponu približno od 2 do 8 m, še najpogosteje med 4 in 6 m, tej dolžini pa se morajo prilagoditi transportna sredstva.

V Sloveniji je v zasebnem lastništvu 75 % gozdov, povprečna gozdna posest meri 2,5 ha (Karta lastništva gozdov, 2016). Odkup lesa poteka predvsem pri zasebnih lastnikih, pogosto se pojavljajo problemi v zvezi z dostopom do tega lesa. Les večinoma pripravljajo ob traktorskih in kolovoznih poteh, travnikih, gozdnih robovih, kamor

tovorna vozila težko dostopajo. Pravilna osna konfiguracija vozila in izločanje uporabe prikolice omogočajo transport tudi iz takšnih terenov. Pogost izločitveni dejavnik pri uporabi prikolic so tudi slabe vremenske razmere (deževje, sneg), ki imajo velik negativni vpliv. V najzahtevnejših in terensko najmanj ugodnih območjih uporabljamo vozila s pogonom na vsa kolesa, čeprav je z vidika gospodarnosti (porabe goriva, velike lastne mase, velikim radijem zavoja) uporaba takšnih vozil med prevozniki manj priljubljena. Takšna vozila delujejo predvsem na kratkih relacijah (30 do 50 km) iz gozda do CMS, iz gozda na vlačilec ali vagon, redkeje se uporabljajo za daljše prevoze. V anketi smo opisali 4 takšna vozila s pogonom na vsa kolesa (6x6) - v vsakem podjetju so navedli objektivne razloge za nakup takšnega vozila. Prevozniki so bolj naklonjeni uporabi vozil s konfiguracijo osi 6x4, ki delujejo kompromisno v odnosu prehodnosti, lastne mase, porabe goriva in dolžino voženj.

Tista vozila, ki delujejo v verigi odkupa in prodaje lesa, predvsem v Sloveniji, imajo za nadgradnjo nosilni transportni plato. Nakladanje prve vrste zložaja je zato lažje in hitrejše, saj ne zahteva velike previdnosti strojnika, izločene so nevarnosti poškodb vozila, predvsem zaradi padcev lesa na vitalne dele kamiona. Plato je nosilni element, omogoča prevoz kratkih sortimentov, drugih oblik tovara in lahko prevzema del bremena. Nakladalne naprave imajo večji dvižni moment za dvigovanje težjih bremen, predvsem debelejših hlodov. Prikolice teh vozil so robustnejše in v nekaterih primerih raztegljive, da zadostijo prevozu dveh zložajev ali tudi prevozu dolgih sortimentov.

Na daljših relacijah (100 do 200 km, tudi prevoz lesa iz Hrvaške), kjer se zahteva nizka lastna masa vozila, je nadgradnja izdelana brez platoja. Na takšnih vozilih je lahko individualna ali skupna zaščita vitalnih delov vozila, konfiguracija pogonov je v izvedenki 6x4. Tovorno vozilo in priklopnik vozila vsak po en zložaj lesa. Nakladalne naprave imajo nekoliko nižji dvižni moment, tara prikolic je nižja.

Na najdaljših relacijah (100 do 300 km) za prevoz okroglega lesa uporabljamo kompozicije (predvsem sedlaste vlačilce s polprikolicami), ki so novejšega datuma izdelave. Tovorno vozilo je glede na letnik izdelave uvrščeno v ECO razred, ki vpliva na razliko v cenah cestnin tudi do 30 % (AS-finag, 2016). Vozila so pri prehodu državnih

mej in velikim deležem voženj po javnih cestah večkrat izpostavljena podrobnejšim inšpekcijskim kontrolam, zato je tudi s tega vidika (po navedbah lastnikov vozil) bolje imeti novejšo vozilo z manj hibami. Zaradi zahteve po prepeljani kar največji količini tovora (tudi do 28 ton), so vozila brez nakladalne naprave in z nizkimi lastnimi masami. Pogoj za tovrstni transport je nakladalna naprava na mestu raztovarjanja, s katero lahko razložimo vozilo - če ni možnosti raztovarjanja se za prevoz uporabi GTK z nakladalno napravo.

5.1.1 Predstavitev voznega parka zajetega v anketi

V anketo zajeta podjetja se po dejavnostih ukvarjajo:

- podjetja 1,2,3 s prevozništvom,
- podjetji 4,6 s prevozi, gozdarskimi storitvami, ter odkupom in prodajo lesa,
- podjetje 5 s prevozi, odkupom in prodajo lesa,
- podjetje 7 s primarno predelavo lesa in prevozi za lastne potrebe.

Preglednica 2: Tehnične značilnosti GTK

Podjetje		P1	P2	P3	P4	P4	P4	P5	P5	P5
Vozilo		GTK-1	GTK-2	GTK-3	GTK-4	GTK-5	GTK-6	GTK-7	GTK-8	GTK-9
Znamka/Model/Letnik	MAN/ FE410A/ 2001	MB/Actros 3350MP2/ 2004	MAN/ TGA33.480/ 2005	MAN/ TGA33.480/ 2007	MB/ Actros2641L- 26/ 2014	MAN/ 33.464DFAC/ 2001	MAN/ 33.464/ 2000	MAN/ TGA33.480/ 2008	MAN/ TGS26.540/ 2013	
Moč agregata (kW)/Eko razred	301/E-2	370/E-3	353/E-3	353/E-4	300/E-5	338/E-2	338/E-2	353/E-4	397/E-5	
Oсна konfiguracija	6x6	6x4	6x4	6x4	6x4	6x6	6x6	6x4	6x4	
Sekundarna zavora	Motorna	Retarder	Retarder	Retarder	Motorna	Motorna	Motorna	Retarder	Retarder	
Tip kabine	Dnevna	Dnevna	Dnevna	Dnevna	Dnevna	Dnevna	Dnevna	Dnevna	Dnevna	
Masa praznega voz. (kg)	14.800	13.670	14.280	13.745	13.260	14.640	14.750	14.200	13.840	
Neto masa (tehnična) (kg)	33.000	33.000	33.000	33.000	26.000	33.000	33.000	33.000	26.000	
Dolžina vozila (m)	9,1	8,6	9,1	9,1	9	9,1	9,1	9,2	9,2	
Dolžina nakl. prostora (m)	6,05	5,7	6,2	6,2	6,1	6,1	6,2	6,2	6,2	
Nakladalna višina (m)	1,47	1,4	1,3	1,33	1,42	1,37	1,35	1,35	1,37	
Tip menjalnika	ročni	EPS	ročni	ročni	EPS	ročni	ročni	ročni	avtomatski	
Prestavna razmerja	4x4+pol.	4x4+pol.	4x4+pol.	4x4+pol.	4x4+pol.	4x4+nol.+ Reduktor	4x4+pol.	4x4+pol.	12	
Vzmetenja spredaj/zadaj	S-parabola, Z- trapez	Parabola	Parabola	Parabola	Parabola	S-parabola, Z- trapez	S-parabola, Z- trapez	Parabola	Parabola	
Pnevmatike	13R22,5	315/80/22,5	315/80/22,5	315/80/22,5	315/80/22,5	315/80/22,5	315/80/22,5	315/80/22,5	315/80/22,5	
Plato										
Proizvajalec	Kunšek	Gsodam	Kunšek	Gsodam	Kunšek	Krajnik	Krajnik	Kunšek	Kunšek	
Tip platoja	Nosilni	Zaščitni	Nosilni	Odperti	Zaščitni	Nosilni	Nosilni	Nosilni	Nosilni	
Št. Prečnikov/stebrov/ proizvajalec	2/4/EXTE144	2/4/EXTE144	2/4/EXTE-E9	2/4/EXTE144	2/4/EXTE144	2/4/EXTE144	2/4/EXTE144	2/4/EXTE-E9	2/4/EXTE144	
Nivo prečnikov	Na šasiji	Na šasiji	Vgrajeni	Vgrajeni	Na šasiji	Delno vgrajeni	Delno vgrajeni	Delno vgrajeni	Delno vgrajeni	
Dvigalo										
Znamka/Model/Letnik	LIV/11.75P/ 2001	Jonsered/1120 Z/2004	Jonsered/1140 Z/2005	Epsilon/F110Z/ 2007	Epsilon/M110Z 82/2014	Epsilon/M110Z 96/2014	LIV/11.75P/ 1999	Jonsered/1140 Z/ 2008	Loglift/115Z/2 012	
Dvižni moment/ Doseg/Masa	108kNm/7.5m /2050kg	106kNm/ 7,7m	110kNm/8m/2 140kg	109kNm/ 7,9m/2130kg	99kNm/8.2m/ 2180kg	97kNm/9.6m/ 2230kg	108kNm/7.5m /2050kg	110kNm/ 8m/2140kg	108kNm/8m/ 2220kg	
Upravljanje/Sistem	Mehansko/LIV-joystik	Mehansko/LIV-joystik	Mehansko/LIV-joystik	Mehansko/Eur- o-joystik	Mehansko/Eur- o-joystik	Mehansko/Eur- o-joystik	Mehansko/LIV-joystik	Mehansko/LIV-joystik	Mehansko/LIV-joystik	
Namestitev/Zlaganje Velikostgrabeža(cm), / vrsta rotorja	previs/Z	previs/Z	previs/Z	previs/Z	previs/Z	previs/Z	previs/Z	previs/Z	previs/Z	
	190/ Indexator	188/Indexator	190/ Indexator	188/Indexator	188/ Indexator	188/Indexator	190/ Indexator	190/Indexator	190/ Indexator	
Priklopnik										
Znamka/Model/Letnik	Gsodam/951/1 995	Gsodam/ 2004	Gsodam/GSO- 22/2001	Schwarz Müller /M17A/ 2011	Schwarz Müller /N17A/ 2014	Itas- pti/A1820NN7 / 2007	Achleitner/2A NR18/ 1996	Schwarz Müller /HF-2E/ 2008	Resenie/3926A HRH/2013	
Masa praz. vozila	4.200	3.100	4.250	3.400	3.100	3.060	3.300	3.200	3.780	
NDS masa	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	20.000	
Dolž. Nakladalnega prostora (m)	5,3+2,1	5,4	5,6+2,1	5	5,3	5,3	5,5	5	6	
Nakladalna višina (m)	1,27	1,25	1,27	1,28	1,25	1,27	1,25	1,3	1,4	
Število osi	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Vrsta vzmetenja	parabola	zračno	parabola	zračno	zračno	zračno	parabola	zračno	zračno	
Dimenzije pnevmatik	275/70/22,5	275/70/22,5	275/70/22,5	275/70/22,5	275/70/22,5	275/70/22,5	275/70/22,5	275/70/22,5	275/70/22,5	
Vrsta platoja	odprt	odprt	odprt	odprt	odprt	odprt	odprt	odprt	odprt	
Št. Prečnikov/ stebrov/tip	4/8/EXTE144	2/4/EXTE144	4/8/EXTE144	2/4/EXTE144	2/4/EXTE144	2/4/EXTE144	2/4/EXTE144	2/4/EXTE144	2/4/EXTE144	
GTK - nosilnost (kg)	21.000	23.230	21.470	22.855	23.640	22.300	21.950	22.600	22.380	
Učinki										
Povprečna poraba goriva (l/100km)	55-60	45-50	45-50	40-45	40-45	50-55	55-60	45-50	45-50	
Količina (m ³ /leto)	8.000	15.000	18.000	6.000	6.000	12.000	15.000	15.000	15.000	
Prevoženih (km/leto)	20.000	30.000	40.000	70.000	70.000	40.000	40.000	40.000	40.000	

Preglednica 3: Tehnične značilnosti GTK

Podjetje		P6	P6	P6	P6	P7	P6	P6		
Vozilo		GTK-10	GTK-11	GTK-12	GTK-13	GTK-14	GTK-15	GTK-16		
Znamka/Model/Letnik	MAN/TGS26.540/2014	MAN/TGS33.480/2009	MAN/27.464DFC/1999	MAN/33.403DFK/2001	MB/2638S/1992	MB/Actros 1844LS/2008	MAN/TGX1848LLS/2015			
Moč agregata (kW)/Eko razred	397/E-5	335/E-4	338/E-2	294/E-2	280/E-1	320/E-5	353/E-6			
Oсна konfiguracija	6x4	6x4	6x4	6x6	6x4	4x2	4x2			
Sekundarna zavora	Motorna	Motorna	Motorna	Motorna	Retarder	Retarder	Motorna			
Tip kabine	Dnevna	Dnevna	Dnevna	Dnevna	Polspalna	Spalna	Spalna			
Masa praznega voz. (kg)	13.260	13.320	13.800	14.100	12.900	7.500	7.500			
NDS masa(tehnična)(kg)	26.000	33.000	27.000	33.000	26.000	18.000	18.000			
Dolžina vozila (m)	9,1	9,1	9	8	7,1	/	/			
Dolžina nakl. prostora (m)	6,2	6,2	6,2	5	4,1	/	/			
Nakladalna višina (m)	1,4	1,4	1,25	1,6	1,4 kratak les/1,6 dolg les	/	/			
Tip menjalnika	ročni	ročni	ročni	ročni	EPS	EPS	Avtomatski			
Prestavna razmerja	4x4+pol.	4x4+pol.	4x4+pol.	4x4+pol.+ Reduktor	4x4+pol.	4x4+pol.	12			
Vzmetenja spredaj/zadaj	Parabola	Parabola	S-parabola, Z- trapez	S-parabola, Z- trapez	Trapez	S-Parabola, Z-zračno	Zračno			
Pnevmatike	315/80/22,5	315/80/22,5	315/80/22,5	315/80/22,5	315/80/22,5	315/70/22,5	315/70/22,5			
Plato										
Proizvajalec	Kunšek	Kunšek	Krajnik	Meiller	Ostaneč					
Tip platoja	Zaščitni	Zaščitni	Nosilni	Prekucnik	Zaščitni					
Št. Prečnikov/stebrov/p roizvajalec	2/4/EXTE144	2/4/EXTE-E9	2/4/EXTE144	0/4/Lasco 9t	2/4/Lasco 9t	/	/			
Nivo prečnikov	Na šasiji	Na šasiji	Vgrajeni	Vgrajeni v kiper keson)	Na šasiji					
Dvigalo										
Znamka/Model/Letnik	Loglift/105Z/2013	Loglift/105Z/2009	Loglift/105Z/2013	LIV/11.75P/2001	LIV/11.75P/2001					
Dvižni moment/Doseg/Masa	98kNm/7.7m/1995kg	98kNm/7.7m/1995kg	98kNm/7.7m/1995kg	108kNm/7,5m/2050kg	108kNm/7,5m/2050kg	/	/			
Upravljanje/Sistem	Mehansko/LIV-joystik	Mehansko/LIV-joystik	Mehansko/LIV-joystik	Mehansko/LIV-joystik	Mehansko/LIV-joystik					
Namestitvev/Zlaganje	previs/Z	previs/Z	previs/Z	za kabino/Z	za kabino/Z					
Velikostgrabeža(cm)/vrsta rotatorja	190/ Indexator	190/ Indexator	190/ Indexator	190/ Indexator	140/ Indexator					
Priklopnik										
					Kratki les	Dolgi les	Gozdarska	Sekanci	Gozdarska	Sekanci
Znamka/Model/Letnik	Schwarz Müller/N17A/2014	Achleitner/2A NR18/2008	Schwarz Müller/G203/2009	/	Orthaus-AF/OPA24/1994	Vozila Gorica/BG16 K01/1976	Schwarz Müller/140SL-B/2008	Schwarz Müller/er/1020/2015	Schwarz Müller/er/Y010/2015	Knapen/K10 0/2015
Masa praz. vozila	3.050	2.880	4.300	/	4.840	4.300	6.570	7.400	5.800	7.530
NDS masa	18.000	18.000	20.000	/	24.000	16.300	38.000	39.000	39.000	42.000
Dolž. Nakladalnega prostora (m)	5,2	5,5	6	/	8,2	0m (Biling)	13,6	13,6(90m3)	13,6	13,6(90 m3)
Nakladalna višina (m)	1,26	1,25	0,95	/	1,2	1,6	/	/	/	/
Število osi	2	2	2	/	3	2	3	3	3	3
Vrsta vzmetenja	zračno	zračno	parabola	/	Zračno	Trapez	Zračno	Zračno	Zračno	Zračno
Dimenzije pnevmatik	275/70/22,5	275/70/22,5	245/70/19,5	/	245/70/19,5	11R20	385/60/22,5	385/60/22,5	385/60/22,5	385/60/22,5
Vrsta platoja	Odprti	Odprti	Nosilni	/	Odprti	Zaščitni	Nosilni	Pomično dno	Nosilni	Pomično dno
Št. Prečnikov/stebrov/tip	2/4/EXTE144	2/4/EXTE144	2/4/LASCO	/	4/8/EXTE144	2/4/LASCO	6/12/EXTE144	/	6/12/EXTE144	/
GTK - nosilnost (kg)	23.690	23.800	21.900	/	22.260	22.800	25.930	25.100	26.700	24.970
Učinki										
Povprečna poraba goriva (l/100km)	40	40	50	/	50-60	35	30-35			
Količina (m ³ /leto)	6.000	6.000	12.000	/	2.000	6.000	6.000			
Prevoženih (km/leto)	70.000	70.000	30.000	5.000	8.000	90.000	100.000			

V nadaljevanju prikazujemo posamezne GTK, ki smo jih navedli v preglednicah – predvsem želimo opozoriti na razloge za njihov nakup in bistvene razlike med njimi. V diplomskem delu predstavlja ta del pomembno vsebino in informacijo do katere smo prišli z analizo voznega parka na našem območju.

▪ **GTK1**

Vozilo je bilo kupljeno za prevoz dolgega lesa in je prvotno imelo dvigalo za kabino, pri čemer masa dvigala sorazmerno bolj pritiska na prednjo vodilno premo. V tej tehnologiji mora imeti vozilo vedno pripeto polprikolico, zaradi teh dejstev se je lastnik odločil za nabavo prednjega pogona. Lastnik se je v lanskem letu, zaradi pomanjkanja dela v tehnologiji dolgega lesa, odločil za premostitev dvigala na previs vozila in nabavo raztegljive prikolice za prevoz kratkega lesa. Prikolica omogoča prevoze sortimentov dolžine 8 m, kar zadosti potrebam prevozov za žagarske obrate, ki odkupujejo les za konstrukcije. Vozilo deluje izključno na kratkih relacijah, pogosto je več dni brez voženj. Lastnik navaja, da v sedanji obliki kompozicije ne potrebuje prednjega pogona (dvigalo na previsu, večja poraba goriva), želi pa močnejši motor, dvigalo z daljšim dosegom in večjim dvižnim momentom.



Slika 38: Predelava nadgradnje iz sistema dolgega v kratek les. (foto: S. Jermančič)

▪ **GTK2**

Vozilo je bilo nabavljeno rabljeno, predvsem za potrebe prevozov po Sloveniji. Nadgradnja vozila je bila izdelana v Avstriji za prevoze iglavcev (3-5 m) in lastniku ne ustreza, zlasti zaradi krajše dolžine platoja. Lastnik namerava nabaviti dvigalo z daljšim

dosegom in večjim dvižnim momentom, dolgoročno pa kupiti drugo vozilo z daljšim platojem.



Slika 39: GTK 2 s krajšo medosno razdaljo inkrajšim nakladalnim platojem. (Foto: L. Kozinc)

▪ **GTK 6,7**

Vozili imata pogonsko konfiguracijo 6x6. Obe vozili sta v voznem parku podjetij, ki imata več vozil s pogoni 6x4. Nabavljeni sta bili izključno za potrebe v razmerah, ki jih vozila 6x4 ne zmorejo, s čimer dosegajo širše področje delovanja. Uporabljajo se večinoma za kratke relacije.



Slika 40: GTK 6 s pogonom 6x6. (Foto: R. Ferle)

- **GTK 3, 8, 9, 12**

Vozila so si med seboj zelo podobna, izjema je GTK 3 z raztegljivo prikolico za prevoz daljših sortimentov (do 8 m). Delujejo predvsem na območju Slovenije v prevozih iz gozda do pomožnih skladišč, CMS in iz skladišč do strank po Sloveniji. Pogosto nakladajo vagone in vlačilce za daljinske prevoze. Vsa vozila imajo nosilni plato za lažje in hitrejše nakladanje prve vrste zložaja. Dvižni momenti dvigal so nekoliko višji, izjema je GTK 12.



Slika 41: GTK z raztegljivo prikolico. (foto: R. Ferle)

- **GTK 4, 5, 10, 11**

Vozila prvenstveno vozijo les iz Hrvaške. Dnevno naredijo eno vožnjo in delujejo na relacijah okrog 150 km. Plačilo prevozov je odvisno od prepeljane količine tovora, ki mora biti v okviru zakonskih določil, kar je glavni razlog za nizke tare vozil. Lastniki vozil na šasije kamionov nameščajo nadgradnje opremljene z osnovnimi elementi za transport okroglega lesa. Vsa vozila so v izvedbah brez tovarnega platoja in s prikolicami, ki imajo nizko lastno maso. V primerjavi z vozili, ki vozijo les večinoma po Sloveniji, so tare teh GTK nižje za 1 do 2 toni.



Slika 42: Lahka izvedba GTK z osno konfiguracijo 6x4. (foto: R. Ferle)

▪ **GTK 13**

Vozilo je v osnovi prekucnik in mu je bila kasneje dodana gozdarska nadgradnja z dvigalom. Podjetje ga uporablja kot pomožno vozilo za prevoze razsutih tovorov (pesek, sekanci). Deluje na zahtevnih terenih. Pogosto ga uporabljajo kot pomoč pri spravilu lesa in pripravi surovine za biomaso.



Slika 43: Vozilo za pomožno-pripravljalna opravila. (foto: R. Ferle)

▪ **GTK 14**

Je po različnih funkcijah posebnost med vsemi vozili. V osnovi je sedlasti vlačilec, ki mu je bila dodana gozdarska nadgradnja in dvigalo. Lastnik ima v posesti žago in se ne ukvarja primarno s prevozništvom, z vozilom skuša namreč zadostiti vsem potrebam prevozov vezanih na žago. Z vozilom lahko vleče polprikolico, prevažata dolg in kratek

les, z montažo posebnega kontejnerja in grabeža lahko natovarja ter prevaža do 25 m³ razsutih materialov. Z nameščenim sekalnikom opravlja storitve pri izdelavi sekancev.



Slika 44: Večnamensko vozilo. A: Sedlasti vlačilec, B: Nakladanje in transport sipkih tovorov, C: Prevoz kratkega lesa in žagarskih polizdelkov, D: Prevoz dolgega lesa, E: Izdelava sekancev. (foto: R. Ferle)

▪ **GTK 15, 16**

Obe vozili sta po izvedbi sedlasti vlačilec s polprikolico brez nakladalne naprave, namenjeni transportu okroglega lesa na daljše relacije (do 300 km). Z uporabo polprikolice za prevoz sekancev pa delujeta tudi na kratkih razdaljah, saj v primerjavi z drugimi prevoznimi sredstvi nudita najugodnejše razmerje med količino prepeljanega tovora in ceno prevoza.



Slika 45: GTK za daljinski prevoz okroglega lesa in sekancev. (foto: R. Ferle)

6 RAZPRAVA IN SKLEPI

V današnjem času se večino lesa iz gozda do skladišča prepelje s tovornimi vozili, nekaj ga sicer prepeljejo tudi s traktorskimi gozdarskimi polprikolicami in prikolicami, vendar je količina v primerjavi s tovornih vozili zanemarljiva. Vsa plačila prevozov so odvisna od količine prepeljanega tovora, z uporabo prikolice lahko prepeljano količino več kot podvojimo, zato je uporaba prikolic, kjer je to možno, samoumevna. Pogosto prihaja do objektivnih izločilnih faktorjev uporabe prikolice. V takšnih primerih lastniki GTK raje pripeljejo prikolico čim bliže mestu nakladanja (izločilnemu mestu), kjer jo odpnejo. S prvo solo vožnjo pripeljejo les za prikolico in ga preložijo, potem se vrnejo na mesto natovarjanja, kjer naložijo tovorno vozilo, nato zapnejo naloženo prikolico in odpeljejo les. Smotrnost takšnega načina je v razdalji vožnje in obliki lesa. Lastniki vozil navajajo, da je kritična razdalja solo vožnje okrog 10 km, za daljše potovanje pa je smiselno les preložiti na prikolico. Obstajajo primeri, ko prikolica nikakor ne more biti vključena v vožnjo, kar se pogosto dogaja v primerih, ko lastnik gozda pripravi omejeno količino lesa (do 15 m³) ali pa kupec naroči količino lesa za solo kamion.

GTK z nakladalno napravo, ki delujejo v domačem prometu porabijo na 100 km med 50 in 60 l goriva, po navedbah nekaterih lastnikov kamionov tudi več. S podobnimi rezultati se je seznanil tudi Petkovšek (2010). Seveda je potrebno opozoriti, da se gorivo porablja tudi med natovarjanjem in raztovarjanjem lesa, ko vozilo stoji, motor vozila pa deluje za pogon hidravlične črpalke. Vozila, ki delujejo na kratkih relacijah lahko dnevno prekladajo les dalj časa, kot pa dejansko opravijo ur voženj. Nekateri lastniki vozil navajajo, da včasih vožnja traja zgolj četrtino celotnega časa obratovanja GTK. Dosledneje bi bilo torej potrebno ločiti porabo goriva med vožnjo oziroma med delovanjem žerjava.

Večina kamionov z nakladalno napravo je v izvedbi s tremi osmi in pogonom na zadnji dve premi (6x4). Lastniki navajajo, da je takšna izvedba kompromisna za vožnjo v javnem prometu in vožnjo po gozdnih cestah, kjer so vozne razmere bistveno težje. Podjetja, ki imajo v vozni park vključena vozila s pogonom 6x6 navajajo, da v bodoče ne nameravajo kupiti takšnih izvedb vozil (razen hidropogona). Razlika v prevoznosti po

kritični podlagi med 6x6 in 6x4 ni tolikšna, da bi odtehtala vse druge negativne lastnosti vozil 6x6 s klasičnim (kardanskim) prednjim pogonom (večja poraba goriva, večji radij obračanja, masa vozila, manjša nosilnost). Podobno ugotavlja tudi Janc (2010), ki navaja, da je kompozicija s pogonom 6x6 z vidika stroškov, oz. dobička manj ugodna, kot kompoziciji s pogonom 6x4. V potrditev temu so tudi letniki vozil, ki so vsi starejšega datuma, saj jih podjetja kasneje zaradi navedenih dejstev niso več kupovala.

Nakladalne naprave so primerne nakladanju v sistemu kratkega lesa. Njihov dvižni moment znaša med 100 in 110 kNm, kar je pri nakladanju tako različnih sortimentov primerno. Izjema so lastniki GTK, ki vozijo les v verigi odkupa lesa v Sloveniji in so pogosto soočeni z sortimenti večjih volumnov in večje mase. Njihove nakladalne naprave delujejo na zgornji točki zmogljivosti in si želijo naprave z vsaj 10 % večjim dvižnim momentom.

Momenti nakladalnih naprav so se z razvojem vseskozi povečevali – tako Krivec (1972) navaja, da so prvi hidravlični žerjavi imeli dvižni moment med 20 kNm in 30 kNm, se kasneje, po navedbah Godnova izkaže, da se je moment dvigal povečal na med 60 in 80 kNm (Godnov, 1978). Časovni vidik na enoto naloženega lesa se je z razvojem nakladalnih naprav nenehno zmanjševal. Če je bilo trajanje pri ročnem nakladanju na tono lesa pri enem delavcu približno 20 min, se je z vrvnimi nakladalnimi napravami ta čas zmanjšal na 6 min/t/delavca, pri pojavu hidravličnih žerjavih se je čas zmanjšal na 1 min/t/delavca je ta čas pri sodobnih žerjavih lahko v ugodnih (idealnih) okoliščinah, po navedbah lastnikov GTK, 0,5 min/t/delavca.

Motorji sodobnih GTK imajo najpogosteje moč med 340 kW (460 KM) in 400 kW (540 KM) - lastniki vozil navajajo, da je po njihovih izkušnjah potrebna spodnja meja vsaj 300 kW (400KM). Primerjalno s študijo Godnova (1978), ki navaja, da je optimum moči na tono skupne mase 5,14 kW (7 KM) pri priklopnikih, je v naši anketi ta moč znašala okrog 9 kW (12 KM) na tono skupne mase s priklopniki.

Motorji vozil so po letnikih izdelave razvrščeni v ECO skupine (EURO-0 do EURO-IV). Skupine opredeljujejo škodljive izpuste pri izgorevanju pogonskih goriv -novejše kot je

vozilo, nižje ima škodljive emisije, višje je uvrščeno po lestvici EURO. Višji ECO razred hkrati pomeni tudi več ugodnosti pri plačilu cestnih taks, najpomembneje pa ECO razred vpliva na ceno avtocestnih pristojbin. Pri prevozu na daljše relacije vozilo večino poti vozi po avtocestah—in novejša kot je vozilo, manjši so stroški cestnin. Na daljše relacije (GTK-15, GTK-16) je torej smiselno imeti novejša vozila, ker pa je prevoz plačan po količini prepeljanega tovora, se stremi h kar najmanjši tari vozil. Prepeljana količina tovora lahko pri vozilih brez nakladalne naprave znaša tudi do 28 t. V večini primerov takšna vozila nakladajo z nakladalnimi napravami drugih vozil. Les pripeljejo iz gozda in ga preložijo na vozilo za dolge relacije. Nosilnost vozila z nakladalno napravo je lahko, v primerjavi z vlačilci, manjša od 2 do 6 ton. Količino lesa, ki je potrebna za popolnitev vozila na daljše relacije, vozniki GTK z nakladalno napravo prepeljejo v eni vožnji. S tem preobremenijo vozilo z maso, ki zadostuje nosilnosti vlačilca. Korektno bi bilo prepeljati količino lesa, ki ustreza zakonskim določbam, razliko oz. manjko pa bi bilo potrebno opraviti z dodatno vožnjo. Lastniki vozil z nakladalno napravo v praksi ne opravljajo dveh voženj, ker po njihovih navedbah to ni racionalno, zato raje tvegajo posledice preobremenitve vozila.

Pri eni od hipotez smo navedli, da je možna uporaba večnamenskih GTK s katerimi lahko prevažamo različne oblike lesa. Praviloma je vsako vozilo prilagojeno določenim posebnostim tovora, s tem predvsem zadostimo optimalnim potrebam in dosegamo največje učinke. Pri podjetju 7 (GTK-14) bi bilo vozilo le pri enem načinu uporabe precej neizkoriščeno. Lastnik je zato vozilo prilagodil širšim potrebam podjetja in s tem bistveno optimiziral njegovo delovanje.

Zaključimo torej lahko, da so se vse hipoteze, ki smo jih postavili na začetku diplomskega dela, izkazale za pravilne.

7 POVZETEK

V diplomskem delu smo predstavili začetke in razvoj kamionskega transporta gozdnih lesnih proizvodov. Velik del smo posvetili razvoju nakladalnih naprav, ki so se skozi zgodovino precej spreminjale. Z iznajdbo povsem hidravličnega žerjava se je zgodil največji preskok v tehnološkem smislu. Povečala se je humanizacija in racionalizacija pri natovarjanja lesa, izločile so se nekatere nevarnosti poškodb strojnika.

V diplomskem delu smo postavili več delovnih hipotez, ki so se na podlagi rezultatov ankete in presoje dosedanjih raziskav izkazale za pravilne. Predpostavljali smo, da se na daljše relacije uporabljajo GTK brez nakladalne naprave, novejšega datuma izdelave in nižje lastne mase. Različna konfiguracija terena vpliva na izbor vrste pogona in izloča uporabo priklopnikov. Pri zelo različnih storitvah kamionskega prevoza lahko vozilo z adaptacijami prilagodimo širšemu spektru voženj.

Z anketo smo pridobili podrobne podatke o šestnajstih vozilih (gozdarskih transportnih kompozicijah) in jih smiselno uvrstili v osem skupin, znotraj katere so kompozicije, ki se med seboj le malo razlikujejo. Razlike med skupinami smo navedli v opisu. Med lastniki vozil smo iskali glavne argumente za nakup takšnih vozil, spraševali smo jih po morebitnih spremembah, izboljšavah in namerah v prihodnosti.

Razčlenili smo zgradbo GTK na osnovno šasijo, nadgradnjo, nakladalno napravo in priklopno vozilo. Podrobno smo predstavili in opisali tehnične značilnosti vseh bistvenih naprav ter sestavnih sklopov GTK, nekatere med njimi smo primerjali s stanjem v preteklosti in ugotovili smernice razvoja do današnjega stanja.

GTK za pogon uporabljajo pogonske agregate z močjo 340 kW do 400 kW, pri čemer lastniki vozil navajajo, da znaša spodnja še zadostna (primerljiva) moč motorja vsaj 300 kW (za vozila s priklopniki). Glede na leto izdelave je motor vozila uvrščen v ECO (EURO) razred, ki odločilno vpliva na plačilo cestnin-tudi do 30 %. Hipoteza, da se na daljše relacije uporablja novejša vozila se je izkazala za pravilno, saj ta vozila ustvarijo najmanjši strošek.

Ugotovili smo, da vse GTK z nakladalno napravo uporabljajo povsem hidravlični žerjav. Ta je v večini primerov nameščen na previs vozila, ki je namenjeno prevozu kratkega lesa. Zgolj dve GTK sta imeli dvigalo nameščeni za kabino vozila, vendar je bilo samo eno vozilo primerno opremljeno za prevoz dolgega lesa. Dvižni momenti hidravličnih žerjavov so znašali med 100 kNm in 110 kNm, pri čemer smo ugotovili, da pri domačem prevozu (po Sloveniji) delujejo v skrajni točki zmogljivosti in bi bili primernejši tisti z vsaj 10% višjim dvižnim momentom.

Med vozili smo ugotovili tudi razlike med osnimi konfiguracijami, v naši anketi so imela vozila z nakladalno napravo večinoma pogonsko izvedbo 6x4, ki po navedbah lastnikov deluje kompromisno med vožnjo po manj ugodni podlagi in vožnjo po javnih cestah. Izvedbe vozil s pogonom 6x6 so manj primerne in jih lastniki vozil, zaradi več negativnih kot pozitivnih lastnosti, s posodobitvami ne vključujejo več v vozni park. Izjema so lastniki vozil za prevoz dolgega lesa, ki morajo vedno imeti pripeto prikolico, nakladalne naprave so nameščene za kabino vozil blizu prednje vodilne osi in s svojo maso sorazmerno pritiskajo na prednjo vodilno os (premo), ki pa mora biti pri sistemu dolgega lesa skorajda nujno pogonska. Za daljinski prevoz lesa, se po rezultatih ankete, uporabljajo vozila z nizko lastno maso, brez nakladalne naprave in osno konfiguracijo 4x2, ki je zadostuje vožnji po javnih cestah. Tara vozil odločilno vpliva na plačilo prevozov saj so vsi prevozi plačani glede na količino prepeljanega tovora, torej lažje kot je vozilo več tovora prepelje-višje je plačilo za prevoz po enoti tovora.

Vsa vozila z nakladalno napravo uporabljajo prikolice oz. polprikolice. Ugotovili smo, da se samo v objektivnih okoliščinah opravlja prevoze brez prikolic, večinoma so to manjše količine pripravljenega lesa (za solo kamion) ali pa je dostop do mesta nakladanja onemogočen, hkrati pa je prevozna razdalja manjša od 10 km. Pri daljših prevoznih razdaljah je smiselno les pripeljati in preložiti na prikolico, ki smo jo pred tem pripeljali do izločilnega mesta na terenu.

Kot novost pri prevozu lesa smo opisali prevoz sekancev oz. sredstva s katerimi jih prevažamo. Po svoji strukturi sekanci zahtevajo povsem drugačna prevozna sredstva, ki

morajo biti prilagojena prevozu sipkih materialov. Povečini sekance vozijo vlačilci s polprikolicami s pomičnim dnom in volumnom okrog 90 m³, saj nudijo ugodno razmerje med količino in ceno prepeljanega tovora. Izkazalo se je, da je prevoz sekancev z vlačilci smotrno na dolge razdalje, pod posebnimi pogoji, kadar so količine zadostne in je omogočen dostop na terenu in mestu razkladanja, tudi na kratke razdalje.

8 VIRI

Alucar. Subframe kit

http://www.alucar.com/media/download_gallery/PAALLIRAKENNE_alumax_ENG.pdf (Mar., 2016)

AS-finag/Maut Für LKW und Bus

<https://www.go-maut.at/portal/portal> (Mar., 2016)

Brinovec I. 1997. Poklicni voznik: priročnik za poklicne voznike kategorij C, D, E.
Slovenj Gradec, Cerdonis: 165 str.

Cranab Harvester cranes

<http://www.clark-engineering.com/media/uploads/cat-114/clark-engineering-timber-handling-cranab-grapple-saw-2014.pdf> (Feb., 2016)

Etat in izvoz lesa. Ljubljana, Statistični urad republike Slovenije

http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=1625901S&ti=&path=../Database/Okolje/16_gozdarstvo_lov/07_16259_izvoz_uvoz_lesa/&lang=2 (Mar., 2016)

EXTE/timber bunks

<http://www.exte.se/eng/products/system-144> (Feb., 2016)

EXTE/tensioners

<http://www.exte.se/eng/products/auto-tensioners> (Feb., 2016)

Fenz B., Stampfer K..2005. Vrednotenje inovativnih tehnologij transporta lesa. V:
FORMEC 2005: Scientific cooperation for forest technology improvement: Slovenia
26.-28 th September, Austria 29 th September. Košir B. (ur.). Ljubljana, Oddelek za
gozdarstvo in obnovljive gozdne vire biotehniške fakultete: 71-82 str.

Forstmuseum. Förderverein Forstmuseum Ballenberg FFMB

<http://www.forstmuseum.ch/holzernte-detail.php?id=3145> (Jun., 2015)

Godnov J. 1978. Kamioni za prevoz gozdnih sortimentov in njihova oprema. Ljubljana, Poslovno združenje gozdnogospodarskih organizacij: 68 str.

Hafner F. 1952. Die Praxis des neuzeitlichen Holztransport. Wien, Georg Fromme & Co: 319 str.

HIAB cranes/hivision

<http://www.hiab.com/en/global/about-us/newsroom/news/hivision---seeing-is-believing/> (Apr., 2016)

Janc K. 2010. Primerjava možnosti pri izbiri prevozov lesa v zasebnem podjetju Roman Janc s.p.: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 33 str.

JW-Tec GmbH ECCO-ALU

<http://ecco-steel.de/ecco-alu/> (Feb., 2016)

Karta lastništva gozdov. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije

http://www.zgs.si/slo/gozdovi_slovenije/o_gozdovih_slovenije/lastnistvo_gozdov/index.html (Mar., 2016)

Karta mešanosti gozdov. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije

http://www.zgs.si/fileadmin/zgs/main/img/CE/gozdovi_SLO/Karte/Mesanost_gozdov.jpg (Mar., 2016)

Košir B. 1997. Pridobivanje lesa: študijsko gradivo: višješolski študij gozdarstva.

Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 330 str.

Kovač Š., Turk J.. 2006. Les - od gozda do peči. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, GEF: 43 str.

Krivec A. 1967. Preučevanje mehanizacije transporta. Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo SR Slovenije: 203 str.

Krivec A. 1972. Mehanizirano nakladanje pri prevozu lesa. Ljubljana, Biotehniška fakulteta v Ljubljani, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo: 203 str.

Krivec A., Košir B.. 1983. Nakladanje in razkladanje dolgega lesa iglavcev s hidravličnimi nakladalnimi žerjavi. Ljubljana, VTOZD za gozdarstvo, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo: 158 str.

MAN truck Germany/hydrodrive

http://www.truck.man.eu/de/en/man-world/technology-and-competence/technology/man-hydrodrive_/MAN-HydroDrive.html (Nov., 2015)

Mercedes.Benz trucks/HAD

http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc_germany_website/de/home_mpc/trucks_/home/long_distance/new_actros/hydraulic_auxiliary_drive/technische_vorteile.html (Nov., 2015)

Palfinger cranes

<https://www.palfinger.ag/-/media/Corporate/Global%20Supplier%20Management/Documents/supplier%20day%202015/PALFINGER-Epsilon.pdf?la=en> (Jun., 2016)

Perko F., Mlinšek D.. 2005. Trpeli so naši gozdovi: slovenski gozd in gozdarstvo v prvem desetletju po drugi svetovni vojni. Ljubljana, Jutro: 327 str.

Petkovšek M. 2010. Težnje razvoja kamionskega prevoza lesa: diplomsko delo.
(Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 54 str.

Pk trucks holland/truck chassis

<http://www.pktrucks.com/stock/view/ma3648-MAN-TGS-33-400-BB-WW-6x4-chassis-cabin-new/> (Feb., 2016)

Pravilnik o merah in masah vozil. 2006. Ur. l. RS, št. 138/2006

https://www.uradni-list.si/files/RS_-2006-138-05918-OB~P001-0000.PDF#!/pdf
(Nov., 2015)

Pravilnik o nalaganju in pritrjevanju tovora v cestnem prometu. 2010. Ur. l. RS, št. 32/2010

https://www.uradni-list.si/files/RS_-2010-032-01520-OB~P001-0000.PDF#!/pdf
(Nov., 2015)

Renault-trucks/optitrack

<http://optifuel.renault-trucks.com/en/configure-engines-and-driveline-optitrack/>
(Nov., 2015)

Schwarzmüller intelligente Fahrzeuge - Schwarzmüller

<http://schwarzmuller.com/en/vehicles/3-axle-stanchion-semitrailer-without-platform/>
(Jan., 2016)

Sunfab/hidraulic pumps

<http://www.sunfab.com/products/pumps/dual-flow-pumps.aspx> (Mar., 2016)

Slideshare

<http://de.slideshare.net/ControlPost/handbook-de> (Mar., 2016)

Ščuka T. 2012. Hidravlika in hidravlično dvigalo. Ministrstvo za šolstvo in šport.

Postojna 2012

http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/Strukturni_sklad_i/Gradiva/BIOTEHNOLOGIJA_GOZDRASTVO/BT_PODROCJA_130GOZDARSTVO_SCUKA.pdf (Nov., 2015)

Tajfun-LIV/grabeži

<http://www.tajfun-liv.si/tlslo/layout.php?page=grabezi> (Mar., 2016)

Tatra trucks company/suspension

<http://www.tatratrucks.com/why-tatra/tatra-vehicle-design/tatra-vehicle-design-1/>
(Nov., 2015)

Volvo terbergtechnik/x-trac

<http://www.terbergtechnik.nl/en/services/x-track/> (Nov., 2015)

Wippermann J.. 2001. Kombinierte Guterverkehre für den Holztransport. V: FORMEC 2000 Formec. Stand und Entwicklung der forstlichen Verfahrenstechnik an der Wende des Jahrhunderts / 34. Internationales Symposium Mechanisierung der Waldarbeit. Warschau, Landwirtschaftliche Universität, Forstwissenschaftliche Fakultät, Lehrstuhl für Forstbenutzung: 198-206 str.

XR rotators - Indexator Rotator Systems AB

<http://www.indexator.se/en-GB/rotatorer/> (Mar., 2016)

Znaki za prepovedi in omejitve. Signaco, podjetje za proizvodnjo prometnih, neprometnih znakov in obvestil

<http://www.signaco.si/index1.htm> (Nov., 2015)

ZAHVALA

Ob zaključku izdelave diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju doc. dr. Juriju Marenčetu za vso pomoč, predloge in usmerjanje med pisanjem tega dela.

Zahvaljujem se tudi vsem lastnikom prevoznih podjetij in voznikom GTK, ki so se odzvali na anketo in mi omogočili vpogled ter zbiranje podatkov.

Posebna zahvala gre moji partnerici Nini Oman, ki je izdelala ilustracije in mi nudila pomoč pri oblikovanju diplomskega dela.

PRILOGE

Priloga A: Anketno snemalni list:

Vozilo (GTK ali posamično):

Tovorno vozilo:

1. Znamka:
2. Model:
3. Letnik:
4. Moč agregata, ECO razred:
5. Masa praznega vozila z nadgradnjo (tara, tehnična nosilnost, dovolj.z.nos.):
6. Dolžina vozila, nakladalnega prostora, nakladalna višina:
7. Tip menjalnika, prestavna razmerja:
8. Sekundarna zavora (motorna, retarder, intarder, pritarder):
9. Oblika in tip kabine (delovna dnevna, srednja, spalna xxl):
10. Oсна konfiguracija:
11. Mere pnevmatik-prednje: _____, zadnje(1,2): _____
12. Vrsta vzmetenja-prednje: _____, zadnje: _____
13. Dodatna oprema vozila za potrebe prevoza lesa:
14. Kakšno bi bilo idealno vozilo za vaše potrebe?

Transportni plato:

1. Proizvajalec:
2. Vrsta platoja (popolno zaprto-za prevoz drugega tovora palet, delno zaprto-na kritičnih mestih med šasijo, rezervoarjem za gorivo in nad menjalnikom, odprto-zgolj pomožna šasija z elementi zaščite za vitalne dele vozila):
3. Število prečnikov/stebrov:
4. Vrsta in nosilnost stebrov:
5. Nivo prečnikov (potopljeni, delno potopljeni, na šasiji):
6. Druge izvedenke: menjalni keson, abroll keson, kiper, sedlo za premik oplena (dolg, kratek les):
7. Posebnosti nadgradnje:
8. Idealna nadgradnja za vaše potrebe:

Nakladalna naprava:

1. Znamka, model, letnik:
2. Delovne ure, dvižni moment, doseg:
3. Upravljanje dvigala (mehansko, el.-hidravlično, zračno hidravlično):
4. Sistem vodenja dvigala (joystick+obe nogi, vrstni sistem »klavir«+noga, joystick+tipke), EURO način, LIV način:
5. Namestitvev na tovornjak, sistem zlaganja:
6. Pretok olja, delovni tlak olja:
7. Sistem pretokov (enotočni, dvotočni, kombinirani):
8. Velikost grabeža, vrsta rotatorja (skupna masa):
9. Oprema dvigala:
10. Idealno dvigalo za vaše potrebe:

Priklopnik, polpriklopnik:

1. Znamka, model, letnik:
2. Masa vozila-tara, nosilnost (masa, tehnična nosilnost, dovolj.z.nosilnost):
3. Dolžina platoja, nakladalna višina, volumen:
4. Število osi, vzmetenje, dimenzije pnevmatik:
5. Vrsta platoja:
6. Število prečnikov, stebrov, proizvajalec:
7. Dodatna oprema, posebnosti:
8. Idealen priklopnik/polpriklopnik za vaše potrebe:

Tovor, prehodnost, količine (opisno):

1. Vrste tovora, ki ga lahko vozilo vozi:
2. Maksimalna dolžina lesa na kamionu/prikolici:
3. Razmerje voženj s priklopnikom in brez priklopnika (najdaljše smiselne razdalje):
4. Deleži cest, gozdna/javna/avtocesta v eni vožnji:
5. Število voženj od kamionske ceste do CMS-?, kamionske ceste na vlačilec, kamionske ceste do kupca, CMS na vlačilec, CMS do kupca (razmerja s priklopnikom, brez priklopnika):

6. Povprečna poraba goriva med vožnjo (skupaj z nakladanjem in razkladanjem)
7. Približna prepeljana količina lesa na leto:
8. Prevoženih kilometrov na leto: