



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Logistično inženirstvo
Modul: Poslovna logistika

VRSTE IN TIPI MEHANIZACIJE ZA TRASIRANJE IN IZDELOVANJE TRASE CESTE

Mentor: mag. Branko Lotrič
Somentor: Pavle Hevka, dipl. ekon.
Lektorica: Ana Peklenik, prof.

Kandidat: Benjamin Šestan

Ljubljana, december 2014

ZAHVALA

Zahvaljujem se somentorju Pavletu Hevki, dipl. ekon., ki mi je svetoval pri pisanju diplomske naloge, ter mentorju mag. Branku Lotriču. Prav tako se zahvaljujem lektorici Ani Peklenik, prof. slov., ki je diplomsko nalogo lektorirala.

IZJAVA

»Študent Benjamin Šestan izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Branka Lotriča ter somentorstvom Pavleta Hevke, dipl. ekon.«

»Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.«

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

Pojav cestnih motornih vozil je povzročil silni razvoj cestnega prometa, ki mu je sledil tudi razvoj tehnologije gradnje in projektiranja cest. Hitro naraščajoča potreba po novih cestah je pospešila razvoj zapletenih strojev za gradnjo. Velikanski dozerji, grederji in ostali težki stroji za odiranje zemlje pripravljajo zemljišče in temeljni sloj. Stroji za avtomatično polaganje asfaltne sloja točno določene debeline so redno v uporabi. Danes uporabljamo celo vrsto strojev, prilagojenih različnim delovnim operacijam na različnih terenih. Potrebno je tudi optimalno planiranje in naročanje gradbenih materialov, prihod in odhod tovornih vozil na gradbišče ter ustrezno koordiniranje in planiranje dela med izvajalci, da se trasiranje ceste lahko prične. Med gradbene delovne stroje sodijo bagri, rovokopači, dozerji, grederji, valjarji, nabijala in vibracijske plošče, asfaltni razgrinjevalci, rezkarji in tovarna vozila.

KLJUČNE BESEDE

- gradbeni delovni stroji
- tovarna vozila
- delovna orodja
- pogonski sklop
- varnostni sistemi

ABSTRACT

The occurrence of road motor vehicles boosted the development of road traffic which was inevitably followed by development of road construction and design technology. The rapidly growing need for new roads advanced the development of complex road construction machines. Giant bulldozers, graders and other heavy-duty vehicles for pushing earth away, prepare the site and the base layer. Machines for automatic laying of asphalt of a specific thickness are used every day. We now use a series of machines adapted to different operations on various types of terrain. All this requires optimised planning and ordering of construction materials, arrivals and departures of heavy-duty vehicles at the construction site and appropriate co-ordination and planning between different contractors prior to the road designing. Construction machinery comprises diggers, excavators, bulldozers, graders, road rollers, hammer drills, vibratory compactors, asphalt spreaders, planers and heavy-duty vehicles.

KEYWORDS

- Construction working machinery
- Heavy duty vehicles
- Working tools
- Driving components
- Security systems

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Cilji naloge	1
1.3	Predstavitev okolja	1
1.4	Predpostavke in omejitve	1
1.5	Metode dela	2
2	VRSTE IN TIPI MEHANIZACIJE ZA TRASIRANJE IN IZDELOVANJE TRASE CESTE.....	3
2.1	Zgodovina razvoja gradbenih strojev.....	3
2.2	Sodobna mehanizacija danes	3
2.3	izkopni stroji	4
2.3.1	Bager za globinske izkope	4
2.3.2	Bager kopač - nakladač (kombinirka).....	7
2.4	Izkopno-transportni stroji.....	8
2.4.1	Dozer	8
2.4.2	Greder.....	10
2.5	Stroji za zbijanje zemeljskega materiala.....	11
2.5.1	Valjar.....	12
2.5.2	Eksplozivno nabijalo in vibracijska plošča	14
2.6	Stroji za izdelavo voziščnih konstrukcij.....	16
2.6.1	Rezkalnik	16
2.6.2	Asfaltni razgrinjevalec (finišer).....	17
2.7	Tovorna vozila.....	19
2.7.1	Tovornjak	19
2.7.2	Prekucnik	21
2.7.3	Vlačilec	23
2.7.4	Specialno tovorno vozilo (UNIMOG).....	24
2.7.5	Priklopnik in polpriklopnik	25
3	SEDANJE STANJE V INDUSTRIJI GRADBENIH STROJEV	28
4	VPOGLED NA PRIHODNJI RAZVOJ GRADBENIH STROJEV	31

5	ZAKLJUČEK	35
	LITERATURA IN VIRI	38

KAZALO SLIK

Slika 1:	Bagra na gosenicah in kolesih	6
Slika 2:	Bager kopač - nakladač (kombinirka)	8
Slika 3:	Dozer	10
Slika 4:	Greder	11
Slika 5:	Valjarja	14
Slika 6:	Eksplozivno nabijalo	15
Slika 7:	Vibracijski plošči vibrosol in vibromaksi	15
Slika 8:	Rezkalnik	17
Slika 9:	Asfaltni finišer na gosenicah in kolesih	19
Slika 10:	Tovornjaka s kesonom in dvigalom	21
Slika 11:	Triosni in štiriosni prekucnik	23
Slika 12:	Vlačilca	24
Slika 13:	UNIMOG z motorno krtačo	25
Slika 14:	Klasičen in tandem priklopnik	26
Slika 15:	Priklopnik za prevoz mehanizacije	27
Slika 16:	Polpriklopnika	27

1 UVOD

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Učinkovita, visokokvalitetna in racionalna izvedba trasiranja in izdelovanja cest je nepredstavljiva brez uporabe sodobnih gradbenih strojev. Problem pa nastane pri izbiri stroja glede na njegovo delovno sposobnost ter uporabnost na določenem gradbenem prostoru. Zato smo si zadali nalogo spoznati delovno sposobnost posameznega stroja, njegovo uporabnost in manipulativnost na različnih vrstah terena.

Glede na vrsto dela, ki ga lahko opravljamo, smo gradbene stroje razdelili na enostavne, kompleksne in univerzalne. Obravnavali jih bomo glede na njihovo uporabo pri trasiranju in popravilu cest.

1.2 CILJI NALOGE

Cilj diplomske naloge je spoznati učinkovitost posameznega stroja, kaj je z njim možno narediti v skladu s primerno uporabo na določenem gradbenem prostoru, kateri so najpomembnejši dejavniki, ki vplivajo na njegovo učinkovitost itd.

Na podlagi pridobljenega znanja bomo analizirali prednosti in pomanjkljivosti posameznega stroja ter predložili spremembe in izboljšave, da bi bil pričakovani rezultat pri posameznem stroju čim boljši.

1.3 PREDSTAVITEV OKOLJA

Pri zbiranju podatkov za izdelavo diplomske naloge smo bili opazovalci pri obnovi avtocestnega priključka Spodnji Brnik, kjer so poškodovano voziščno konstrukcijo nadomeščali z novo. Prav tako smo si ogledali postopek gradnje popolnoma nove lokalne ceste na Brdu pri Ljubljani. V podjetju Ro-tech v Industrijski coni Šenčur, ki se ukvarja s prodajo cestne gradbene mehanizacije, smo pridobili veliko pomembnih informacij o cestnih gradbenih strojih.

1.4 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Danes obstaja široka in raznolika paleta gradbenih delovnih strojev, ki se uporabljajo pri izgradnji cest. Težave pa so v tem, kateri gradbeni stroj bomo uporabili glede na vrsto dela, ki ga lahko s tem strojem opravimo, ker za eno in isto opravilo obstajajo različne izvedenke delovnih strojev. Zato smo si zadali nalogo, da v obravnavo vključimo celotno garnituro strojev, da spoznamo kakovost njihovih operacij, učinkovitost in delovne zmožnosti. Poseben poudarek bomo namenili

procesu manipulacij s posameznim strojem in njegovo izkoriščenostjo v različnih okoliščinah.

Zaradi velikega števila različnih podjetij, ki trgu ponujajo v prodajo različne gradbene stroje, torej velike konkurence, obstajajo **predpostavke**, da so med stroji tudi razlike. Zato je predvideni prispevek diplomske naloge dodati teoretična in metodološka spoznanja v pomoč vsem tistim, ki se bodo ukvarjali z načrtovanjem in gradnjo cest, da si lažje izberejo primeren, uporaben in funkcionalen stroj.

Naj omenimo, da smo gradbeno mehanizacijo obravnavali kot opazovalci, in sicer na podlagi teoretičnega znanja, ne pa kot strojniki, ki upravljajo s stroji, kar je bila za nas **omejitev**, da nismo mogli spoznati strojev preko neposredne manipulacije z njimi.

1.5 METODE DELA

V diplomski nalogi smo uporabili metodo načrtovanja in ustvarjanja opornih točk za pisanje diplomske naloge, metodo zbiranja in razvrščanja podatkov po poglavjih, ki smo jih obdelali v nalogi. Skupaj z metodo zbiranja podatkov smo uporabili metodo opazovanja in razgovora. Pri primerjanju smo uporabili metodi analize in sinteze, pri sklepanju na podlagi ugotovitve smo uporabili metodi indukcije in dedukcije.

2 VRSTE IN TIPI MEHANIZACIJE ZA TRASIRANJE IN IZDELOVANJE TRASE CESTE

2.1 ZGODOVINA RAZVOJA GRADBENIH STROJEV

Uvodoma je treba omeniti, da so s krampom, lopato in samokolnico, ki so jo prvi izdelali Kitajci leta 118 n. š., zgradili praktično ves evropski sistem kanalov in večino starejših železniških prog. Že v začetku 19. stoletja so uporabljali za izkopavanje posebne naprave, ki jih je poganjal parni stroj. Pri preprostih konstrukcijah prvih gradbenih strojev je večinoma šlo za različne kombinacije vzvodov, škripčevja, vrvi, kar ni pomembneje doprineslo pospešitvi razvoja gradbene mehanizacije. Zadostno število cenene oziroma dostikrat brezplačne delovne sile ni bilo spodbudno za izpopolnjevanje gradbene mehanizacije (Ferenščak, 1966, str. 13).

Z iznajdbo parnega stroja, motorja z notranjim izgorevanjem, posebno pa odkar se je kot pogonska sila začela uporabljati tudi električna energija, se je začela naglo razvijati industrija strojev, s tem pa tudi industrija strojev za uporabo v gradbeništvu. Posebej velik porast je opaziti v 20. stoletju. Tako pomanjkanje človeške delovne sile kot tudi odpiranje velikih del z vse krajšimi roki za dokončanje so zahtevali uporabo sodobne mehanizacije v delovnem procesu izgradnje objektov, kar je vodilo k hitremu razvoju gradbene mehanizacije (Ferenščak, 1966, str. 13).

2.2 SODOBNA MEHANIZACIJA DANES

Hitro naraščajoča potreba po gradnji novih cest je pospešila razvoj zapletenih strojev, brez katerih ta cest ni možen. Velikanski grabilniki, ravnalniki in drugi težki stroji za odpiranje zemlje pripravljajo zemljišče in temeljni sloj ceste. Stroji za avtomatično polaganje asfaltne sloja točno določene debeline so vsakdanjost; novejši modeli polagajo in stisnejo v enem obhodu 20 centimetrov debel asfaltni sloj s posebej utrjeno dokončno izdelano obrabno površino. Sodobni avtomatski finišeji porazdelijo in zgostijo 12 metrov širok neprekinjen in do 30 centimetrov debel sloj asfaltne zmesi. Pri tem obdelajo na uro do 300 ton gradiva, ki jim ga dovažajo prekucniki. Obseg del in velikost gradbišča pogojuje postroj in izbiro delovnega gradbenega stroja s karakteristikami, primernimi za opravljanje dela na določeni trasi obstoječe ali predvidene ceste. Postroj je lahko enostaven, kar pomeni, da se uporablja eden ali pa po en gradbeni delovni stroj. Tu so prisotni v večji meri delavci, ki opravljajo delo s svojo fizično močjo, stroj jim služi le kot pomoč. Pri kompleksnem postroju pa so gradbeni delovni stroji nosilci izvedbe objekta, delavce predstavljajo strojniki, ki upravljajo gradbeno mehanizacijo.

Danes poznamo različne vrste strojev za izkopavanje, ravnanje in prekladanje velikih količin zemlje, med katerimi pogosto srečamo bagre, dozerje, grederje,

valjarje, rezkarje, razgrinjevalce asfalta, tovornjake prekucnike itd. Vse te stroje Mirković (2005) razdeli na izkopne stroje, izkopno-transportne stroje, stroje za zbijanje zemeljskega materiala in stroje za izdelavo voziščnih konstrukcij. Po njegovi delitvi se bomo ravnali tudi v nalogi.

2.3 IZKOPNI STROJI

Osnovni material za izkop pri gradnji objektov je zemlja. Proces izkopavanja se opravljajo z izkopnimi stroji – bagri, ki so sposobni ciklično ali kontinuirano kopati različne zemeljske materiale, jih prenašati v območju delovanja ter odlagati v kesone prekucnikov. Za čim boljše izkoriščenost dela morajo biti v koraku s sodobnimi tehnično-tehnološkimi rešitvami pri procesu opravljanja zemeljskih del. V našem primeru bomo obdelali izkopne stroje, ki svoje delo opravljajo ciklično in se uporabljajo za izgradnjo cest.

2.3.1 Bager za globinske izkope

Bager je mobilni gradbeni delovni stroj, ki s svojo lastno pogonsko močjo ciklično opravlja masovni izkop materiala, tega pa odlaga na krajših razdaljah v območju obratovanja ter v kesone prekucnikov. V veliki meri omogoča univerzalnost, tako da se na koncu kopalne roke lahko zamenja in uporablja različno delovno orodje, npr. pri cestogradnji se uporabljajo žlice za globinski izkop, planerske žlice in vse pogosteje tudi nabijalne pnevmatske plošče.

Od velikosti gradbišča in postroja gradbenih delovnih strojev je odvisna izbira bagra, ki ima primerno težo, kapaciteto delovne naprave, vrsto premikanja, dimenzije in manevrsko sposobnost. Iz navedenega izhaja delitev bagrov po teži na naslednje (www.cat.com):

- mikro bagre s težo do 1 tone,
- mini bagre s težo od 1 do 10 ton,
- male bagre s težo od 10 do 19 ton,
- srednje težke bagre s težo od 20 do 35 ton,
- velike bagre s težo od 36 do 90 ton.

Sestavni deli bagra so šasija s pnevmatikami ali gosenicami, vrteči se bagrski del, kopalna roka z žlico, pogonski del in kabina za upravljanje. Šasija bagra predstavlja čvrsto in kompaktno jekleno konstrukcijo, ki prenaša obremenitve vrtilnega stojala in ostalih naprav ter preko gonilnih mehanizmov omogoča premikanje bagra. Na vrtečem se bagrskem delu se nahajajo motor, protiutež, kabina s komandami za neposredno upravljanje ter delovne naprave.

Delovne naprave v večini predstavljajo aktivna zglobno lomljena roka, ki jo tvori bagrska delovna roka, hidravlični mehanizem ali vrvi ter škripčevje in delovno orodje. Bager, ki za premikanje aktivne zglobno lomljene roke uporablja vrvi in

škripčevje, je pri opravljanju zemeljskih izkopnih del manj natančen. V procesu opravljanja zemeljskih izkopov lahko med pogonskim motorjem bagra in škripcem, ki predstavlja delovno napravo, pride do udara, kar negativno obremenjuje pogonski motor in ob večjih frekvencah ter močeh udara lahko privede do hitrejše obrabe ali celo poškodb. Škodljivi vplivi udara se blažijo z mehansko udarno sklopko ali tako imenovano turbo sklopko. Bager, ki uporablja vrvi in škripčevje, v veliki večini obratuje v peskokopih in pa rudnikih (Ferenščak, 1966, str. 45).

V sodobnem času se uporablja bager s hidravličnim mehanizmom. Hidravlični mehanizem sestavlja hidravlični motor, ki pretvarja hidravlično moč v mehansko, ohišje valja, glava valja, bat, ki se giblje znotraj valja in ga potiska olje, ter batnica, ki je pritrjena na bat in štrli iz glave valja. Tesnjenje med batom in valjem mora biti zagotovljeno, to pa dosežemo tako, da uporabljamo tesnilne elemente iz sintetičnih materialov, ki morajo biti tudi na tistih mestih, kjer obstaja možnost iztekanja hidravličnega olja. Hidravlična olja oziroma hidravlične tekočine so večinoma mineralna olja, pri proizvodnji katerih je predvsem treba paziti na potrebno gostoto oziroma viskoznost. To pomeni, da prereditve olje povzroči izgubo energije, pregosto povzroča prevelike upore, ne sme se peniti, ker onemogoča natančnost, ter mora biti odporno na vremenske razmere (Stroji, 2008, str. 20).

Na koncu bagske delovne roke je možno zamenjati delovno orodje, kar omogoča zelo univerzalno uporabo bagra. Delovno orodje predstavljajo v našem primeru žlica za globinski izkop, planerska žlica in pa vse bolj tudi pnevmatska nabijalna plošča, ki deluje po principu pnevmatskega kladiva. Vezava je lahko toga ali zglobna, razlika je v tem, da se pri zglobni vezavi delovno orodje oziroma žlica lahko premika levo in desno s pomočjo hidravlike, kar posebej pripomore k boljši delovni učinkovitosti na težje dostopnem delu in pri enakomernejšem planiranju terena. Eden pomembnejših kazalcev predstavljajo kapacitete delovnih orodij, v našem primeru žlic, njihova kapaciteta se meri v metrih kubičnih metrih (m³).

Upravljanje smeri vožnje bagra, upravljanje aktivno zglobno lomljene roke in delovnih prav se opravlja neposredno iz ergonomsko oblikovane kabine bagra. Komande predstavljata tako imenovana »joysticka«, palici, ki sta ergonomsko postavljeni levo in desno ob strojnikov sedež. Lahko sta opremljena z dodatnimi tipkami na vrhu »glave« za dodajanje začasne moči ali za pnevmatsko kladivo ter nabijalno ploščo. Katera stran ročke se za katero komando uporablja, pa je odvisno od proizvajalca, v osnovi pa se delijo na ameriške in evropske. Nam je znan ameriški način, pri katerem je leva ročka za sukanje kabine in dvig cele roke, medtem ko je desna za zapiranje in odpiranje žlice ter premika pol roke. V sodobnih kabinah se nahaja LCD-prikazovalnik podatkov bodisi delovanja samega bagra bodisi stanja samega terena, omogočena je uporaba sistema GPS. Sama kabina bagra mora biti ergonomsko oblikovana, to pomeni, da mora strojniku nuditi maksimalno udobje in preglednost, kar odločilno vpliva na končno izvedbo

grajenega objekta, kajti le zadovoljen delavec strojnik se bo trudil dati vse od sebe. To pomeni, da mora stroj poleg naštetega imeti tudi klimatsko napravo, okna, ki preprečujejo bleščanje ob močnem soncu, in varnostne elemente. Varnostni elementi se kažejo v ojačanem steklu, mrežah na prednjem steklu ter uporabi sistemov ROPS, FOPS in TOPS. ROPS (Roll over protection system) varuje strojnika ob prevračanju stroja, FOPS (Falling object protection system) varuje strojnika pred padcem težjih predmetov na stroj, medtem ko TOPS (Tip over protection structure) zmanjšuje možnost, da bi se stroj med delom prevrnil naprej.

Poganja ga mehanski dizelski motor, katerega moč znaša 50–300 kW, ki lahko pogonsko moč na gosenice ali kolesa prenaša preko kardanske gredi, v zadnjem času pa vse bolj s pomočjo hidrodinamičnega pogona. V drugem primeru je mehanski dizelski motor primarni motor in pomaga hidrodinamičnemu, da razpošlje primerno količino fluida do koles ali gosenic. Tak način pogona je najpogosteje uporabljen, saj se zmanjša poraba energentov in se dosegajo natančnejši pomiki. Premikajo se lahko po gosenicah ali pa pnevmatikah. Bager goseničar ima lahko železne ali gumijaste gosenice. Železne se uporabljajo predvsem na bagru, ki deluje na izrazito nekoherentnem terenu ter potrebuje dober oprijem in robustnost, vendar z njim ne smemo na cesto brez zaščite, saj poškoduje njeno površino. Za delo na lažjem zemeljskem terenu in predvsem pri cestogradnji se uporabljajo gumijaste gosenice, ki ne uničijo površine ceste. Bager na kolesih je predvsem namenjen cestogradnji in omogoča večjo mobilnost, saj njegova hitrost znaša do 20 km/h, pri tem pa ne poškodujejo površine ceste. Poleg planirne deske morajo imeti tudi hidravlične stabilizatorje za boljšo stabilnost med izkopom materiala.

Bager je lahko najnovejši, najboljši z največjo možno kapaciteto žlice, vendar je njegova delovna učinkovitost odvisna še od veliko več drugih dejavnikov. Ti dejavniki predstavljajo strojnika, ki mora imeti znanje, sposobnost, spretnost in hitrost, ter prekucnik, ki mora biti zagotovljen ob določenem času z določeno kapaciteto in postavljen tako, da bager ne dela več kot 90-stopinjskega obrata od mesta izkopa.



Slika 1: Bagra na gosenicah in kolesih

Vir: http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/excavators.html

2.3.2 Bager kopač - nakladač (kombinirka)

Bager kopač - nakladač oziroma v žargonu kombinirka se zaradi svoje vsestranske koristnosti najpogosteje uporablja v gradbeništvu. Predstavlja mobilni delovni gradbeni stroj, ki lahko ciklično opravlja dela, povezana z manjšimi zemeljskimi izkopi, in je primeren tako za pomoč ostalim izkopnim strojem kot tudi na gradbiščih z enostavnim postrojem, kjer služi kot pomoč delavcem.

V tem segmentu gradbenih delovnih strojev obstajajo prav tako delitve na:

- mini kopače - nakladače,
- midi kopače - nakladače,
- velike kopače - nakladače.

Katerega bomo izbrali, je odvisno predvsem od obsega del na določeni trasi ceste in vrste postroja gradbenih delovnih strojev na gradbišču. V osnovi je vsak posamezni predstavnik sestavljen po istem principu. Osrednji sestavni del bagra kopača - nakladača je traktor s kolesi, medtem ko so na šasijah montirane hidravlične naprave, hidravlični stabilizatorji, čelna nakladalna žlica in bagska aktivno lomljena roka (Mirković, 2005, str. 118).

Delovne naprave so pri bagru kopaču - nakladaču čelna nakladalna roka ter bagska aktivno lomljena roka. Obe omogočata široko uporabnost oziroma univerzalnost, saj omogočata menjavo delovnih orodij, to je žlic za globinski izkop, planerskih žlic in pa pnevmatskih nabijal. Čelno-nakladalna roka je sestavljena iz dveh nosilcev, ki sta zglobno pritrjena na šasijo traktorja in sta krmiljena s pomočjo hidravličnega mehanizma. Sprednji konec nosilcev omogoča zglobno pritrnitev različnih delovnih orodij žlic. Pri cestogradnji se delovna orodja pojavljajo predvsem v obliki izkopno nakladalnih žlic, nakladalnih žlic in dozerskih plugov. Bagska aktivno lomljena delovna roka daje možnost menjave delovnih orodij, kot so globinska izkopna žlica, planerska žlica in pa pnevmatsko nabijalo. Specifika bagske aktivno lomljene delovne roke je v tem, da se lahko cela montira in pa demontira na zadnji del šasije traktorja, kar samemu delovnemu stroju omogoča širši spekter uporabe, s tem ko montiramo druge naprave, kot so na primer motorne krtače in podobno. Tudi v primeru bagra kopača - nakladača je glavni kazalec kapaciteta delovnih orodij, ki se meri v metrih kubičnih metrih (m³).

Z delovnimi napravami se lahko neposredno upravlja iz kabine, ki mora biti ergonomsko oblikovana in strojniku nuditi visoko raven udobja. To se dosega z ročicami, ki so na dosegu rok strojnika in ne povzročajo dodatnega naprezanja za ravnanje z njimi, tesnjenjem proti prahu in hrupu, okni, ki preprečujejo bleščanje in omogočajo preglednost nad območjem delovanja, klimatsko napravo, gretjem in možnostjo prikazovanja stanja stroja in okolice terena na LCD-zaslonu. Kabina mora poleg udobja nuditi tudi varnost strojniku, in sicer z ROPS (roll over protection

system), ki varuje pred prevračanjem, ter FOPS (Falling over protection system), ki varuje pred padanjem težkih stvari na kabino.

Poganja ga mehanski dizelski motor, katerega moč znaša 56 kW–100 kW in prenaša moč prek menjalnika na vsa štiri kolesa. Kolesa omogočajo bagru kopaču - nakladaču (kombinirki), da se samostojno pelje po javnih cestah in se prepelje iz enega na drugo gradbišče brez uporabe specialnih priklopnikov in polpriklopnikov, kar eliminira zamike in stroške. Med vožnjo se z njim upravlja kakor z navadnim cestnim vozilom. V veliki večini so kolesa pri kombinirki zadaj večjih dimenzij: 16,9 x 14 x 28, sprednja pa so manjša: 12,5/80-12. Vse pogosteje pa se srečujemo z bagri kopači - nakladači, ki imajo vsa štiri kolesa enakih dimenzij: 16,9 x 14 x 28. Ta verzija omogoča boljšo prehodnost na izrazito nekoherentnem terenu ter opcije, kot so kombinacije vožnje s krmljenjem, pri katerem se pomaknejo sprednja in zadnja kolesa v isto smer in omogočijo vožnjo vstran ali pa pomik prednjih in zadnjih koles v nasprotno smer, kar doprinese k zmanjšanju radija obračanja.



Slika 2: Bager kopač - nakladač (kombinirka)

Vir: http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/backhoe-loaders.html

2.4 IZKOPNO-TRANSPORTNI STROJI

Izkopno-transportni stroji so specifični gradbeni delovni stroji, namenjeni izkopu zemeljskega materiala v slojih in istočasno njihov transport na razdaljah od 50 do 500 metrov. Odlikujejo jih robustnost, velika moč motorja ter velika manevrska sposobnost in so nepogrešljivi pri gradnji cest. Njihovo glavno delovno orodje je izkopno-transportni plug. Največji del pri procesu opravljanja nalog gre na ciklični, nekaj manj na kontinuiran način dela.

2.4.1 Dozer

Dozer je izkopno-transportni mobilni gradbeni delovni stroj, namenjen za masovne izkope. Uporablja se za izkop zemeljskega materiala v slojih višine od 0,10 do 0,50 metrov, izjemoma tudi do 1,25 metra ter transport tega do nasipov prometnic ali deponij v razdaljah od 30 do 200 metrov. Poleg omenjenega se uporablja tudi za

razstiranje in planiranje materiala, umik humusa, podiranja dreves brez sekanja (Mirković, 2005, str. 139).

Od velikosti gradbišča ceste in postroja delovnih gradbenih strojev je odvisna tudi uporaba dozerjev, ki se delijo na:

- male dozerje z močjo motorja do 105 konjskih moči,
- srednje dozerje z močjo motorja med 130 in 310 konjskih moči,
- velike dozerje z močjo motorja nad 310 konjskimi močmi.

Poleg navedene delitve se delijo tudi po načinu pomikanja dozerskega pluga:

- buldozerji, pri katerih se dozerski plug samo dviga in spušča, pri tem pa je vedno v vertikalnem položaju,
- angledozerji, kjer se plug poleg vertikalnega pomikanja pomika tudi po horizontali,
- tiltdozerji, pri katerih se plug pomika vertikalno in se lahko odklanja, kakor tudi po horizontali, do te mere da pride vzdolž osi dozerja.

Osnovni sestavni del dozerja je traktor goseničar, redkeje se pojavlja kot traktor na kolesih, ter dozerski plug z nožem. Glavna kazalca pri dozerju sta moč motorja in pa velikost pluga.

Delovna naprava oziroma orodje je dozerski plug, ki ga predstavlja težka jeklena pločevina v obliki deske, kjer je sprednja stran zaobljena in je konkavna. Njena oblika preprečuje, da bi izkopani zemeljski material, ki je v teku transporta, padal izza pluga. Na spodnjem robu dozerskega pluga se nahaja tako imenovani nož, ki je narejen iz visokokvalitetnega jekla ali pa je tam samo nastavek, ki se po obrabi zamenja. Dimenzije pluga so predvsem odvisne od terena, po katerem se giblje dozer, ter vrste dela, ki ga opravlja. Dimenzije se gibljejo od 2 do 4 metrov širine ter od 0,60 do 1 metra višine. Postavljen je navpično vzdolž osi dozerja ter je nanj pripet s pomočjo dveh nosilcev, ki sta zglobno vezana na plug in traktor ter je neposredno kontroliran iz kabine dozerja (Mirković, 2005, str. 141). Razpon delovanja hidravličnega sistema pa je odvisen od tega, ali gre za navaden klasičen buldozer, angeldozer ali tiltdozer.

Kabina dozerja predstavlja ergonomsko oblikovan prostor, iz katerega se s celotnim dozerjem neposredno krmi. Dozer z nožem na plugu odstrani zemeljski material na razdaljah 10–15 metrov oziroma ko se plug napolni, saj po tem ni več efekta rezanja. Ko rahlo povzdignemo dozerski plug, sam dozer pa se še vedno giblje, pomeni, da gre za grobo planiranje. Na delovni učinek dozerja vpliva moč motorja, velikost pluga in pa teren, na katerem opravlja delo (Ferenščak, 1966, str. 98). Kabina zagotavlja strojniku udobje med procesom opravljanja dela ter ga varuje pred nevarnostmi s tehnologijo ROPS (roll over protection system) pred

prevračanjem in FOPS (Fall over protection system) pred padanjem težkih predmetov na kabino.

Motorji so mehanski dizelski in predstavljajo primarne motorje, katerih moč znaša od 35 do 570 kW, odvisno od velikosti dozerja. Premikanje dozerja omogoča hidrodinamični pogon s pomočjo sekundarnega hidrodinamičnega motorja, ki s pomočjo primarnega mehanskega dizelskega motorja pošilja hidravlični fluid do vsake gosenice. Uporablja se brezstopenjski menjalnik, ki omogoča lažji nadzor hitrosti gibanja vozila, nižjo stopnjo emisij in nižjo porabo goriva. Omogoča manevriranje po principu ustavljene gosenice. Primarni mehanski dizelski motorji so štiritaktni, štiri- ali šestcilindrični, ki imajo v večini primerov sklopko, ta pa preprečuje prenos mehanskih udarcev na sam motor, kar povzroča obremenitve motorja ter krajšo življenjsko dobo ali celo okvaro.



Slika 3: Dozer

Vir: http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/dozers.html

2.4.2 Greder

Greder spada v skupino izkopno-transportnih mobilnih gradbenih delovnih strojev oziroma natančneje strojev za nasip, zasip, planiranje in utrjevanje tal in kateri se predvsem koristi za fino planiranje in razstiranje, profilacijo nasipov, izkop humusa ter v našem primeru najpomembnejšim – izkopom in nasipom ceste.

Nosilni del predstavlja osnovni del oziroma tako imenovani bazni stroj in je lahko dvoosni ali redkeje enoosni vlačilec. Je iz jeklene pločevine, oslanja se na osi koles in nosi pogonski motor ter kabino s komandami za neposredno upravljanje z delovnimi orodji. Ostali sestavni deli predstavljajo grederski most, grederski plug, naprave za grabljenje in pomikanje grederskega pluga v prostoru, pogonske in transmisijske naprave ter kabina s komandami za neposredno upravljanje.

Grederski most predstavlja monobolični most, dolg 3–12 metrov. Na sprednji strani se naslanja na čelne osi s pnevmatikami, na zadnji pa na bazni stroj grederja.

Naloga mostu je, da nosi naprave za grabljenje in za pomikanje pluga v prostoru, ki so sestavljene iz hidravličnih cilindrov in zobnikov. Naprave za preprijemanje grederskega pluga imajo poleg zobnikov in hidravličnih cilindrov še noseče grede ter specialne žabice za preprijemanje, saj je grederski plug preko žabic vezan na zobnike, zobniki pa so preko hidravlike elastično vezani na most in pa prednjo os ter prav zaradi elastične vezave lahko zavzemajo različne položaje v in izven obsega stroja (Mirković, 2005, str. 152). Tak način omogoča planiranje kotov usekov, zasekov in nasipov nad in pod nivojem nahajanja stroja. Na sprednjo čelno os je možno namestiti dozerski plug, ki obratuje po principu tiltdozerja. Pri grederju sta glavna kazalca moč motorja in pa grederski plug.

Poganja ga primarni mehanski dizelski motor, katerega moč se giblje od 65 do 205 kW. Pogon na kolesa se prenaša s pomočjo sekundarnega hidrodinamičnega motorja z brezstopenjskim menjalnikom. Hitrosti grederja se gibljejo do 45 km/h, kar omogoča vožnjo po javnih cestah, s tem pa tudi možnost samostojnega premikanja med različnimi gradbišči. Kolesa so na grederju pritrjena na sfernih ležajih, ki omogočajo, da so kolesa neodvisno od nekoherentnosti terena vedno v vertikalnem položaju. Namen dela z grederjem je struganje plasti zemlje do zelene debeline, kar dosežemo z večkratnimi prehodi. Večkratni prehodi so zaželeni, saj se struga tanjši del zemeljskega materiala, to pa pomeni manjši napor za pogonski sklop grederja, posledično manj okvar in daljšo življenjsko dobo. Da pa ne bi prihajalo do praznih vzvratnih voženj, se položaj grederskega pluga zasuka za 360 stopinj, kar omogoča struganje tudi pri vzvratni vožnji.



Slika 4: Greder

Vir: http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/motor-graders.html

2.5 STROJI ZA ZBIJANJE ZEMELJSKEGA MATERIALA

S pomočjo strojev za zbijanje zemeljskega materiala želimo doseči čvrstost in večjo kompatibilnost, kot ga je imel pred kopanjem. Mehansko zbijanje lahko dosežemo na statični, vibracijski ali udarni način. Mehansko zbijanje na statični način predstavlja zbijanje z lastno težo, medtem ko vibracijski in udarni način predstavljata zbijanje s pomočjo tako imenovanih impulzivnih sil, ki so ustvarjene s pomočjo udarcev ter vibracij. V nalogi bomo opisali tiste gradbene delovne stroje, ki so

namenjeni zbijanju zemeljskega materiala pri gradnji cest in poti (Mirković, 2005, str. 153).

2.5.1 Valjar

Pri izgradnji trase ceste lahko izbiramo med uporabo statičnega, vibracijskega in oscilacijskega valjarja. Po obliki konstrukcije jih delimo na:

- tandem valjar, ki ima obe delovni napravi (valja), s katerima opravlja delo in se po njih premika,
- valjar »pegla (likalnik)«, ki ima spredaj širok valj, zadaj pa par valjčkov v obliki koles,
- kompaktni valj (kompaktor), ki ima spredaj valj, zadaj pa pnevmatike.

Čeprav gre za različne tipe valjarjev, se ti uporabljajo za isti namen, in sicer za učvrstitev posteljice oziroma zgostitve materialov v posteljici ter pri vgrajevanju asfaltnih zmesi različnih slojev cestišča.

Valjar je mobilni gradbeni delovni stroj, ki ga sestavlja pogonski motor, nosilna konstrukcija, kolesa v obliki valja z jeklenim obročem, znana pod imenom bandaža, ali pnevmatikami, naprave za vibriranje ter kabine z napravami za neposredno upravljanje. Največkrat se pojavlja v obliki klasičnega tandem valjarja, katero vrsto in izvedbo valjarja bomo izbrali, pa je predvsem odvisno od vrste in temperature asfaltna zmesi, debeline vgrajevane plasti ter vremenskih razmer. Njegova »kolesa« so prav tako glavne delovne naprave in so najpomembnejši kazalec vrste površin in zmožnosti oddajanja vibracij in oscilacij (Žmavc, 2007, str. 137).

Vibracijski valjar uporabljamo pri zgostitvi materialov v posteljici ter na različnih slojih površin cestišča, kjer je treba doseči še večjo zaklinjenost zrn skeleta ali pa tudi tam, kjer je potreben težji statični valjar, imamo pa možnost uporabe lažjega vibracijskega. Vibracijska naprava se nahaja v notranjosti valja, obešena okoli njegove osi, tako da vibracije vedno delujejo vertikalno na površino. Vibracije se iz vibracijskih naprav prenašajo na bandažo valja, njeno nihanje pa povzroči kompresijsko valovanje, zaradi česar zrna v podlagi začasno izgubijo medsebojni stik, kar omogoča, da se preuredijo v gostejšo strukturo (Ferenščak, 1966, str. 189). Delovni učinek je šestkrat večji kot pri statičnem valjarju iste teže. Vibracijski valjar je opremljen s posodicami za vodo in dozami za škropljenje površine bandaže. Število vibracij znaša od 1500 do 3000 obratov na minuto. Delovna hitrost znaša 1,5–5 km/h. Moč primarnega dizelskega motorja se giblje v rangu 35–100 kW, medtem ko je delovni učinek odvisen predvsem od dimenzij valja in znaša od 50 do 500 m²/h (Marković, 2005, str. 164).

Na mostovih, viaduktih oziroma na vseh premostitvenih objektih in pa pri vgrajevanju tankih obrobni plasti, kjer ni dovoljeno uporabljati direktnih navpičnih

vibracij, uporabljamo tako imenovani oscilacijski valjar (Žmavc, 2007, str. 139). Ta stroj ima v notranjosti svojih valjev naprave, ki se nahajajo tik za notranjim robom bandaže, ki namesto neposrednih navpičnih vibracij ustvarjajo vodoravne potisne sile, te pa so pod stalnim učinkom valjarja, zato se zrna v plasti ne zdrobijo.

Statični valjar uporabimo takoj za asfaltnim razgrinjevalcem (finišerjem). Čim težji valjar mora biti prilagojen debelini plasti, tako da s svojimi prehodi opravi dodatno predzgostitev, predvsem plasti debeline do osmih centimetrov. Učinek zgoščevanja je odvisen od pritiska površine valja valjarja na podlago in pa tudi od globine ugreza valja v plast (Žmavc, 2007, str. 137).

Pnevmatski valj oziroma valj s pnevmatikami ima zmožnost spreminjanja tlaka v gumah. Pnevmatiki se predvsem uporabljajo za zgoščevanje plasti, katerih debelina presega osem centimetrov, saj ravno spreminjanje tlaka v pnevmatikah onemogoča, da bi se kamnita zrna v različnih plasteh voziščne konstrukcije pri vgrajevanju drobila (Žmavc, 2007, str. 138). Zaradi navedenih karakteristik in pa zmožnosti hidravlične kontrole višine koles oziroma valjev je zelo primeren za delo na nagnjenem terenu. Razpored sprednjih pnevmatskih valjev je paren, medtem ko je zadnji neparen in mora prekrivati medrazmake sprednjih prehodov. Poganja ga tudi močnejši primarni dizelski motor, katerega moči segajo od 50 do 150 kW ter dosega hitrosti od 1 do 20 km/h.

Obstajajo različne konstrukcije navedenih valjarjev, in sicer kot tandem valjarji, ki imajo par valjev. Ti so lahko izvedeni tako, da se manevrira s pomočjo valjev, ali pa kot zglobni valjar, ki položaj menja z lomljenjem na pregibu. Teh je naveč. Valjar z nazivom pegla menja položaj s krmiljenjem sprednjega valja in je predstavnik predvsem statičnih valjarjev. Kompaktni valjar »kompaktor« predstavlja stroj, ki ima spredaj valj, zadaj pa navadna pnevmatska kolesa in je namenjen predvsem za manjše gradbene projekte. Manevrira se tako, da se lomi na pregibu. Z vsemi navedenimi valjarji se upravlja neposredno iz kabine, ki je ergonomska, udobna in dobro pregledna ter nudi varnost strojniku. Izrazito pomembno je tudi, da pravilno upravljamo z valjarjem med valjanjem površine, saj ravno s takšnim pristopom dosegamo kakovost in trajnost vgrajene plasti asfaltne zmesi v različno površino cestišča. Takoj ko asfaltni finišer razgrne asfaltno zmes, se mu moramo na najnižjem delu čim bolj približati, kajti prva zgoščena površina nam omogoča oporo pri naslednjih prehodih z valjarjem. Vedno se vračamo od finišerja po že zgoščeni plošči; ni priporočljivo izvajati sunkovitih manevrov, ustavljati in pospeševati, ker taka dejanja povzročajo neravnine, pri vibracijskem valjarju pa je pomembno, da pred vsako zaustavitvijo ugasnemo vibracije, saj se v nasprotnem primeru pojavijo prečni žlebovi na plasti (Žmavc, 2007, str. 139).



Slika 5: Valjarja

Vir: http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/compactors.html

2.5.2 Eksplozivno nabijalo in vibracijska plošča

Eksplozivno nabijalo oziroma v gradbenem žargonu žaba je gradbeni delovni stroj, namenjen mehanskemu zbijanju površine zemeljskega materiala na udarni način, predvsem na mestih, ki so težje dostopna, in pa na manjših površinah.

Eksplozivna nabijala se deli v dve skupini, in sicer na vibracijsko nabijalo, ki ima pogonski sklop znotraj svoje zgradbe, ter na nabijalo, ki ima poseben pogonski sklop na zunanjem delu zgradbe. Ostali elementi se na obeh izvedbah nahajajo na enakih mestih, ti pa predstavljajo ročke za držanje, komande in nabijalna plošča. Pogonski sklop je sestavljen iz cilindra z ventili in pa napravami, ki omogočajo vžiganje, ter tudi prehodi za batnico, ki ji morajo ustrezati. Eksplozivna nabijala delimo po teži na dve skupini, in sicer na (Mirković, 2005, str. 168):

- eksplozivna nabijala teže do 1 tone,
- eksplozivna nabijala s težo 1–3 tone.

Ne glede na navedeno delitev je v obeh primerih je sestavljen po istem principu iz istih elementov.

Stroj se upravlja neposredno s komandami, ki se nahajajo v območju ročk za držanje, in sicer tako, da operater stoji za strojem. Eksplozivno nabijalo deluje s svojo lastno težo ob prostem padu, dvigne pa se s pomočjo sile, ki nastane potem, ko se zgodi eksplozija zmesi zraka in bencina oziroma natančneje benzola v motorju nabijala. Stopalo je izdelano iz litega železa in je na določenih točkah zapolnjeno z lesom, tako da ublaži učinke udarcev. Je zakrivljeno pod kotom, kar mu ob odzivu omogoči tudi odskok od točke, s tem pa tudi pomikanje po območju delovanja, in sicer v razdaljah do 30 centimetrov.



Slika 6: Eksplozivno nabijalo

Vir: <http://www.wackerneuson.de/en/products/detail/2-cycle-rammer-1.html>

Vibracijska plošča je prav tako gradbeni delovni stroj, ki je namenjen mehanskemu zbijanju zemeljskega materiala, vendar na vibracijski način. Vibracijske plošče se v osnovi delijo na:

- enosmerne ali vibrosol vibracijske plošče, ki so sposobne iti samo naprej,
- dvosmerne, reverzibilne ali vibromaksi vibracijske plošče, ki so sposobne iti tudi v nasprotno smer.

Obe imata v osnovi iste sestavne dele, ki predstavljajo spodnjo nabijalno ploščo, pogonsko delovni sklop ter ročice za upravljanje.

Spodnja nabijalna plošča je sestavljena iz močne jeklene pločevine, ki je pravokotne ali kvadratne oblike in ima širine v obsegu od 0,50 do 0,90 metrov. Ta preko specialnih okvirjev prevzema težo vibracijskih naprav. Vibracijske naprave so sestavljene iz motorja, rotorja in vztrajnika z ekscentri ter težo upravljalne ročice. S tako postavitvijo se ustvarjajo samo vertikalne vibracije s frekvencami od 50 do 200 Hz, medtem ko hitrosti znašajo od 0,2 do 0,60 km/h. Tu pa tudi nastopi razlika med enosmernimi ploščami vibrosol in dvosmernimi ploščami vibromaksi, kajti slednje imajo možnost menjave višine rotorjev in vztrajnikov, kar omogoča pomikanje v obe smeri (Mirković, 2005, str. 166). Z vibracijskimi ploščami upravlja delavec neposredno preko držala, in sicer stojte.



Slika 7: Vibracijski plošči vibrosol in vibromaksi

Vir: <http://www.wackerneuson.de/en/wacker-neuson-deutschland/home.html>

2.6 STROJI ZA IZDELAVO VOZIŠČNIH KONSTRUKCIJ

Izdelava visoko kakovostne trase ceste bi bila skoraj neizvedljiva brez uporabe tako imenovanih specialnih gradbenih delovnih strojev, namenjenih izdelavi tras cest in to je njihovo edino poslanstvo. Zaradi svoje izjemno ozke specializiranosti morajo še posebej iti v korak z najnaprednejšimi tehnično-tehnološkimi rešitvami na področju gradnje cest.

2.6.1 Rezkalnik

Rezkalni stroj ali žargonsko freza je specialni mobilni gradbeni delovni stroj, ki se uporablja pri razkopu in umiku starih, dotrajanih in poškodovanih asfaltnih cestnih konstrukcij. Razkopani asfaltni material nato transportira v kesone prekucnikov.

Sestavljen je iz šasije iz robustnih jeklenih okvirjev, ki so sposobni prenesti obremenitve delovnega orodja, dozerskega pluga za zbiranje materiala, deponijskega transporterja, naprave za močenje mesta izkopa, pogonskega sklopa in kabino s komandami za neposredno upravljanje.

Glavno nalogo na rezkarju opravlja cilindar v obliki valja, ki je postavljen na sredino spodnjega dela šasije oziroma na sredino podvozja rezkarja. Izdelan je iz visokokvalitetnega jekla, katerega premer znaša od 1 do 1,5 metra, dolžine pa se gibljejo od 0,60 do 20 metrov. Na njem se nahaja od 250 do 300 zob, ki so razporejeni od 25 do 30 zob na m². Rotirajo se s hitrostjo od 3,5 do 5,5 m/s, hidravlični sistem s hidravličnimi cilindri pa jim omogoča razkop na višini od 0,10 do 0,2 metra. Zraven cilindra je tudi brizgalka, ki je napeljana iz rezervoarja za vodo in je namenjena močenju terena in pa samega cilindra, ki preprečuje nastanek prašine, hkrati pa hladi cilindar. Takoj za cilindrom je postavljen dozerski plug, ki lahko s pomočjo hidravličnega sistema spreminja svoj kot, tako da omogoča izkopanemu materialu pot k deponijskemu transporterju. Deponijski transporter je postavljen na sredino zadnjega dela rezkalnika pod kotom 12 do 15 stopinj, in sicer predstavlja brezkončni gumijasti trak dolžin od 6 do 15 metrov in širin 0,4 do 0,8 metra, ki služi za transport razkopanega materiala v kesone prekucnikov. S pomočjo hidravličnega sistema ima možnost menjavanja položajev levo ali desno ter spreminjanje kotov (Mirković, 2005, str. 324).

Z rezkalnikom se upravlja neposredno iz delovnega prostora, ki se redko pojavlja v vidu klasične kabine. Največkrat gre za prostor, pokrit s tako imenovano ponjavo – cerado, ki je oprta na dva ali štiri stebričke, dostikrat pa ni pokrit prostor. Gnan je s primarnim dizelskim motorjem, medtem ko se moč prenaša s pomočjo hidrodinamičnega motorja. Pomika se s štirih goseničnih sklopov s samostojnim motorjem ali pa preko treh ali štirih gnanih koles. Razlika je v tem, da sta pri štirikolesniku zadnji dve vodeči, pri trikolesniku pa sprednji dve.



Slika 8: Rezkalnik

Vir: http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/cold-planers.html

2.6.2 Asfaltni razgrinjevalec (finišer)

Asfaltni razgrinjevalec (finišer) je specialni mobilni gradbeni delovni stroj, namenjen za enakomerno razgrinjanje, planiranje in primarno zbijanje mešanice asfaltne zmesi v različne sloje cestišča. Omenjeno dejanje izvaja v razponu višin od 1 do 30 centimetrov ter v obsegu širin od 2,5 do 12 metrov.

Šasija finišerja je robustni okvir, izdelan iz jekla, ki mora biti sposoben prenesti obremenitve od prevzemnega lijaka oziroma koša, mešanice asfaltne zmesi, naprav za interni transport, to je tračnega transporterja, in naprav za obdelavo asfaltne zmesi ter njeno razprostiranje po površini ter pogonskih sklopov. Najpomembnejši kazalec pri finišerju je kapaciteta prevzemnega lijaka, širina in debelina razprostiranja ter stopnja zgostitve mešanice asfaltne zmesi (Mirković, 2005, str. 319).

Prevzemni lijak oziroma koš je namenjen prevzemu asfaltne zmesi med praznjenjem kesona prekucnika. Izdelani so iz jeklene pločevine ter oblikovani v obliki gondole ali odprte prizme, kjer znašajo prostornine 6–10 m³. Stranice prevzemnih lijakov oziroma košev so zglobno pritrjene na šasijo finišerja ter se s pomočjo hidravličnega sistema pomikajo proti dnu koša. To jim omogoča, da ostanek asfaltne zmesi po koncu »kipanja«, ko prekucnik odpelje, potisnejo proti internemu transportnemu traku, ki se nahaja na dnu lijaka in sega do polžaste gredi. Interni transport se odvija s pomočjo brezkončnega gumijastega traku, ki ima širino 3–3,5 metrov, njegova glavna naloga pa je skrb za red in enakomeren transport asfaltne zmesi do polžaste gredi. Polžasta gred je dobila ime po helikodialni obliki navojev, ki so naviti okoli nje in predstavlja nasproti rotirajoči se drog, ki enakomerno razprostira transportirano asfaltno zmes. Na ta način omogoči ravnalnim in pa nabijalnim gredem, da primarno zravnavajo razprostrto asfaltno zmes. Izravnalne in nabijalne gredi ali plošče morajo biti ogrevane, kar omogoča električna

napeljava, vendar se redkeje uporablja. Najpogostejši način ogrevanja je s pomočjo plinskih jeklenk, ki se nahajajo na šasiji finišerja (Mirković, 2005, str. 320).

Pogon je dizelsko hidravlični, kar pomeni, da se na vsakem posameznem kolesu ali gosenici nahaja motorček. Moč primarnega dizelskega motorja znaša 25–125 kW. Finišer na gosenicah je praviloma stabilnejši, medtem ko je finišer na kolesih mobilnejši. S finišerjem se upravlja neposredno iz delovnega prostora, ki predstavlja nepokrit ali pa s ponjavo na dveh ali štirih nosilcih pokrit prostor, redkeje pa se pojavlja kot kabina. Razlika se pojavlja tudi v krmljenju finišerja, kajti če gre za različico s pnevmatikami, se nahajata vsak na svoji strani po en volan, kar močno olajša preglednost nad izvajanjem razprostiranja asfaltne zmesi po površini. Pri goseničarju pa se krmi s pomočjo joystickov, ki so prav tako vsak na svoji strani. Na šasijo je pritrjena plošča, ki sega izza izravnalno nabijalne gredi in je namenjena delavcem, da na njej stojijo in nadzorujejo proces razprostiranja asfaltne zmesi po površini in če je potrebno, popravijo tudi morebitne nepravilnosti.

Za opravljanje dela z asfaltnim razgrinjevalcem so potrebni 1–3 delavci, vse pa je odvisno od tehnično-tehnološke dovršenosti stroja ter obsega razgrinjanja asfaltne zmesi po površini. Če so v procesu dela udeleženi trije delavci, so vloge porazporejene, tako da je eden od njih kvalificirani strojnik, se pravi oseba, ki ima opravljen izpit iz upravljanja s težko gradbeno mehanizacijo, druga dva pa sta lahko nekvalificirana delavca, od katerih eden nadzoruje proces razgrinjevanja asfaltne zmesi in s pomočjo grabelj popravlja morebitne neravnine, drugi pa usmerja voznika prekucnika pri vzratni vožnji do finišerja, da prepreči trke z njim. Novejše izvedbe finišerjev so izdelane tako, da je strojnikov sedež postavljen izven roba konstrukcije, kar mu omogoča dober pregled in nadzor nad procesom razstiranja, tako da lahko sam brez opozorila odreagira v kritičnih situacijah. Za opozarjanje voznika prekucnika pri vzratni vožnji pa skrbi semaforček, ki je postavljen na finišerju v višini prekucnikovega vzratnega ogledala in sveti zeleno, dokler ni dovolj blizu, da lahko opravita varen stik. Ko je varen stik opravljen, se prižge rdeča luč in finišer začne potiskati prekucnik naprej.



Slika 9: Asfaltni finišer na gosenicah in kolesih

Vir: http://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/asphalt-pavers.html

2.7 TOVORNA VOZILA

Tovorna vozila so definirana kot vozila, katerih največja dovoljena masa (NDM) presega 3,5 tone in poleg voznikovega sedeža nimajo več kot 8 sedežev. Pri izgradnji trase ceste se najpogosteje uporabljajo v izvedbah klasičnih tovornjakov, tovornjakov prekucnikov, vlačilcev in nekaterih specialnih univerzalnih tovornih vozil.

2.7.1 Tovornjak

Tovornjak predstavlja najenostavnejšo vrsto transportnega delovnega sredstva, ki se sam s pogonsko močjo svojega motorja pomika in opravlja transport iz ene točke v drugo. Dostopen je z različnimi nadgradnjami v različnih izvedbah, za katero nadgradnjo in izvedbo se bomo odločili, pa je predvsem odvisno od namena in vrste dela oziroma transporta, ki ga bomo opravili, ter vrste terena, v območju katerega obratuje.

Tovornjak je sestavljen iz šasije oziroma okvirja, ki je iz jekla in mora imeti sposobnost prenesti obremenitve nadgradnje, tovora v njej in vseh njegovih naprav ter spremljajoče opreme, kakor tudi možnost dodatnih specialnih priključkov. Šasija se največkrat oslanja na dve ali tri osi s pnevmatikami. Poleg navedenega so njegovi sestavni deli še nadgradnja, ki predstavlja delovno orodje, ter pogonski in transmisijski sklop ter krmilne naprave (Marković, 2005, str. 70).

Za nadgradnjo se najpogosteje uporablja keson, ki je lahko izdelan iz čiste kovine ali mešano iz kovine in lesa ter je oblikovan kakor odprta prizma s prostorninami, ki se gibljejo 6–20 m². Je njegovo delovno orodje in površina kesona je ena izmed pomembnejših kazalcev. Je togo vezan na šasijo tovornjaka, pri čemer se odpirajo le zaščitne stranice, ki skrbijo, da natovorjeni tovor med transportom ne pade s kesona, kar omogoča lažje natovarjanje, raztovarjanje in pretovarjanje. Natovarjanje, raztovarjanje in pretovarjanje težjega tovora se opravlja s pomočjo

pretovorno-manipulativne mehanizacije ali pa z uporabo žive delovne sile, kadar gre za lažji tovor. Za doseganje večje samostojnosti, s tem pa tudi boljše izkoriščenosti tovornjaka, se v zadnjem času vse pogosteje vgrajuje hidravlično dvigalo, ki je v žargonu poznano pod imenom švedskega proizvajalca »Hiab«. Hidravlično dvigalo predstavlja 3–5 sekcij rok, ki so zložene eno v drugo ali ena pod drugo, odvisno od izvedbe. Omogoča razteg v dolžinah 5–30 metrov, njegova postavitvev pa je različna (Marković, 2005, str. 70). Najpogosteje je nameščen med kabino in kesonom ali pa na zadnjem delu šasije, pomembno pa je tudi, da so na tistem delu, na katerem je nameščen, tudi hidravlični stabilizatorji, ki zagotavljajo stabilnost tovornjaka med opravljanjem raztovora, natovora in pretovora.

Tovornjak poganja dizelski motor, ki preko transmisijskih sklopov prenaša pogonsko moč na kolesa. Transmisijski sklopi predstavljajo menjalnik, ki je lahko klasični mehanski s H-shemo prestavnih razmerij, naprednejši avtomatizirani, ki omogoča hitrejše in natančnejše menjanje višine prestavnih razmerij kot tudi popolnoma avtomatski menjalnik, ki sam zazna, kdaj je treba zvišati ali znižati prestavno razmerje, kar nudi vozniku večjo koncentracijo na dogajanje v okolici in eno skrb manj. V primeru dvoosnega tovornjaka se pogon lahko opravlja na obeh oseh (4 x 4) ali samo na zadnjo os (4 x 2), medtem ko se pri triosnih tovornjakih prenos lahko odvija na vse tri osi (6 x 6), na zadnji dve (6 x 4) ali pa na srednjo os (6 x 2). Zadnji primer je najširše uporabljen pri triosnih tovornjakih, kjer je zadnja tretja os sledljiva oziroma v žargonu poznana kot »karela« in je velikokrat dvižna. Moč motorja je odvisna od izvedbe tovornjaka, naloge, ki jo opravlja, kot tudi terena, po katerem se giblje, v celoti gledano pa se giblje največ od 230 do 400 kW.

Z vozilom se krmi in upravlja iz ergonomsko oblikovane kabine, ki mora poleg varnosti in udobja nuditi tudi dobro preglednost nad območjem, po katerem se giblje in na katerem obratuje. To omogoča kabina, ki ima vgrajena velika okna in pa okna, vgrajena na nepreglednih mestih, kakor sta hrbtna stran kabine ter spodnja desna stran vrat, pa tudi velika in pregledna vzratna in kotna ogledala. Običajno se v gradbeništvu uporablja izvedba dnevne kabine, redkeje gre za spalno, saj razdalje niso tako velike, da bi na poti potrebovali počitek.



Slika 10: Tovornjaka s kesonom in dvigalom
Vir: www.baumaschinenbilder.de/lkw mit Hiab

2.7.2 Prekucnik

Prekucnik je mobilno transportno delovno sredstvo, namenjeno za transportiranje izkopanega zemeljskega materiala na območju, kjer se opravlja izkop, kot tudi prevoza mešanice asfaltne zmesi iz asfaltne baze na območje, kjer se gradi trasa ceste. Sestavljen je iz istih komponent in po istem principu kakor tovornjak, vendar s to razliko, da morajo biti tako šasija kot tudi nadgradnja veliko bolj robustni.

Zaradi razgibanega terena, po katerem se navadno prekucnik giblje, je šasija postavljena nekoliko višje od tal, kar mu omogoča izrazito dobro prehodnost na nekoherentnem terenu. Najpogosteje se uporablja prekucnik s tremi osmi, v velikem porastu pa je uporaba prekucnikov s štirimi osmi, kajti z dvema štiriosnima prekucnikoma prepeljemo več tovora kot s tremi trisosnimi prekucniki. Klasična postavitev koles štiriosnega prekucnika je dve osi v tandemu zadaj in dve v manjšem razmiku spredaj, pojavljajo pa se tudi kot tridemi, kjer je tretja os, to je zadnja os v tridemu, krmljena, kar zmanjša obrabo pnevmatik. V nekaterih državah, kot sta Švica in Nizozemska, kjer so omejitve teže do 50 ton, se uporabljajo prekucniki s petimi osmi. Pogon pri trisosnih izvedbah se opravlja preko kardanske gredi, in sicer lahko na vse osi (6 x 6), na zadnji tandem (6 x 4) ali pa na srednjo os (6 x 2). Pri štiriosnih prekucnikih pa se pogon lahko opravlja na vse osi (8 x 8), na drugo krmno in zadnji tandem (8 x 6), na zadnji tandem (8 x 4), ki pa je tudi najširše uporabljen, saj ga odlikujejo odlične manevrske sposobnosti. Moči motorja se najpogosteje gibljejo v okviru od 240 do 480 kW, ta moč se prenaša s pomočjo klasičnega mehanskega menjalnika, avtomatiziranega in v zadnjem času tudi v prekucnikih vse bolj uporabljenega avtomatskega menjalnika.

Njegovo poglavitno delovno orodje je nadgradnja, ki predstavlja keson, oblikovan v obliki odprte prizme, izdelan iz cinkane ali lakirane kovine. Sprednji del kesona, ki je takoj za kabino vozila, je podaljšan in zakrivljen, tako da seže nad kabino in ji nudi zaščito pred padanjem težjih kosov. Namenjen je spravljanju izkopanega zemeljskega materiala kot tudi asfaltne zmesi med opravljanjem transporta.

Prostornina oziroma kapaciteta kesona kot njegove delovne naprave je izrazito pomemben kazalec. Naklad prekucnika poteka s pomočjo izkopnih strojev, kot so bagri in kombinirke, medtem, ko razklad lahko opravi sam. To omogoča hidravlična roka, ki je krmljena iz kabine prekucnika, natančneje iz menjalnika in je nameščena na tri načine:

- s spodnjim delom za šasijo z zgornjim pa za sprednji zgornji del stranice kesona takoj za kabino ali pa z gornjim delom na spodnjo stran kesona, tako da omogoča vertikalno praznjenje kesona skozi zadnjo odpirajočo se stranico. Ti kesoni so namenjeni prevozu velikih količin materiala,
- s spodnjim delom na sredino šasije in z zgornjim delom na sredino kesona, kar poleg vertikalnega praznjenja omogoča tudi praznjenje levo in desno skozi stranice, ki se odpirajo,
- z enim delom je pritrjena na sredino notranjega dela sprednje stranice kesona, ki ima dvojno sprednjo stranico. Iztovor poteka horizontalno skozi zadnjo odpirajočo se stranico, in sicer tako, da druga stranica potiska material, medtem ko prva služi kot opora hidravlične roke.

Zadnji način razkladanja ima številne prednosti, kot so:

- v kesonu po opravljenem razkladu ni ostankov materiala,
- prostor v višino ni omejen, ker ni več dvigovanja kesona,
- za cestogradnjo najpomembneje pa je, da se material razklada enakomerno.

Prekucnik, s katerim nameravamo prevažati asfaltno zmes, mora biti obvezno opremljen s ponjavo oziroma cerado, s katero ščiti material pred zunanjimi vplivi. Notranjost moramo predhodno obvezno premazati s snovjo, ki preprečuje sprejemanje z asfaltno zmesjo. V nasprotnem primeru bi se ustvarile grude, ki bi med razkladanjem prišle v finišer in bi škodljivo vplivale na mehanizem, lahko bi ga celo poškodovala. Prevoz mešanice asfaltne zmesi s tako opremljenim prekucnikom lahko traja največ uro in pol, kajti kljub zaščiti se transportirana asfaltna zmes na različnih mestih kesona različno neenakomerno hladi. Zato se mnogi proizvajalci nadgradenj trudijo razvijati in odločajo proizvajati termično izolirane kesone, sposobne izvajati transport do dve uri, ne da bi transportirani material občutil vplive zunanjih dejavnikov (Žmavc, 2007, str. 132).



Slika 11: Triosni in štiriosni prekucnik
Vir: www.baumaschinenbilder.de/lkw

2.7.3 Vlačilec

Vlačilec je vlečno tovorno vozilo, namenjeno za vleko vozil brez lastnega pogona, katerih predstavniki so polprikolice. Vlačilec in polprikolica tvorita tako imenovano skupino vozil in skupaj opravljata transport z enega na drugi konec.

Sestavni deli vlačilca so močna jeklena šasija, ki je krajša kot pri klasičnem tovornjaku in se oslanja na dve ali tri osi s kolesi ter ima sedlo za priklop polpriklopnika. Prav tako je odvisno, po kakšnem terenu bo obratoval, to predvsem pogojuje višino šasije. Kabina je ergonomsko oblikovana, udobna in nudi varnost. Preglednost zagotavljajo vgrajena velika okna in pa vzvratna ter kotna ogledala. Izbira dnevne ali spalne kabine je odvisna predvsem od vrste dela, območja obratovanja in pa razdalje, ki jo opravimo v določenem dnevu. Na hrbtni strani kabine se nahajajo priključki za polprikolico, in sicer zrak za zavore in pa elektro napajanje za svetila. Odvisno od izvedbe in namena dela ima lahko tudi vgrajeno hidravlično dvigalo, vendar mora imeti na mestih, kjer je vgrajeno, tudi hidravlične stabilizatorje za zagotavljanje stabilnosti med nakladalno-razkladalnimi operacijami.

Poganja ga dizelski motor, ki preko klasičnega mehanskega, avtomatiziranega ali avtomatskega menjalnika prenaša pogonsko moč preko kardanske gredi na kolesa. Šasija se lahko oslanja na dve ali tri osi, kakšen pa je pogon, je odvisno prav od števila osi. Pri dvoosnem vlačilcu se uporablja pogon na obe osi (4 x 4) ali pa samo na zadnjo os (4 x 2). Pri triosnem vlačilcu je pogon lahko na vse tri osi (6 x 6) ali na zadnji tandem (6 x 4). V primeru, ko imamo triosni vlačilec in pa pogon 6 x 2, gre lahko za zadnjo ali predzadnjo krmljeno os.



Slika 12: Vlačilca

Vir: www.baumaschinenbilder.de/lkw

2.7.4 Specialno tovorno vozilo (UNIMOG)

Specialno tovorno vozilo predstavlja univerzalno delovno transportno sredstvo, ki je sposobno opravljati različne naloge in transport gradbenih in drugih elementov. Osredotočili in opisali bomo specialno tovorno vozilo, ki je najpogosteje uporabljeno pri izgradnji cest, to pa je UNIMOG.

Ime vozila predstavlja nemško krajšavo (UNIversal MObil Gerat) oziroma v slovenščini univerzalni mobilni stroj. Je kombinacija, sestavljena iz sposobnosti terenskega vozila, tovornjaka in traktorja. Sestavlja ga izrazito toga šasija in ima veliko torzijsko čvrstost, prav tako toge portalne osi ter zavojne vzmeti. To mu omogoča sprejemanje vseh naprezanj brez prenosa na nadgradnjo in pa priključke. Minimalna višina portalnih osi od tal znaša 500 milimetrov, na njih pa so kolesa z gumami, kjer je možno nastaviti tlak po želji, med osmi pa je kratka medosna razdalja. Slednje omogoča izrazito dobro prehodnost na različnih vrstah podlage terena.

Poganja ga dizelski motor v obsegu moči od 160 do 230 kW, ki pogonsko moč prenaša prek avtomatiziranega menjalnika in kardanske gredi na obe osi (4 x 4). Menjalnik je avtomatiziran in ima 8 stopenj prenosa za vožnjo naprej ter 6 stopenj prenosa za vožnjo vzvratno. Novejši modeli imajo tudi možnost uporabe hidravličnega pogona pri nižjih hitrostih. Široko področje uporabe pa mu omogočajo tri sprejemne točke, in sicer na sprednji standardizirani montažni plošči, na spodnjem središčnem nosilcu, ki se nahaja med osmi, in zadaj na vzdolžnih profilih šasije. Šasija dopušča možnosti menjave različnih vrst nadgradenj. Pogon priključkov lahko poteka na mehanski način ali pa s pomočjo hidravličnega sistema. Priključki, ki za svoje opravljanje dela zahtevajo veliko moči, se praviloma postavijo na sprednjo montažno ploščo. S kardansko gredjo priključimo na izhod PTO, ki prenaša konstantno moč 150 kW iz motorja. PTO-izhodi, ki se nahajajo na motorju in v menjalniku, so namenjeni za pogon hidravlične črpalke za dvigala, razne platforme, prekucni keson in končno tudi hidrostatični pogon.

Nanj je možno priključiti več kot 150 priključkov petnajstih proizvajalcev vendar bomo našeli tiste najpomembnejše, ki se uporabljajo pri izgradnji trase ceste. Najpogostejši priključek v tej panogi je motorna rotacijska krtača, ki za pogon potrebuje veliko moči in se postavi na sprednjo montažno ploščo, se priključi na PTO-izhod, visokotlačni čistilec in pa čistilec z močnim curkom vode, ki mora imeti poleg brizgalnih šob tudi nadgradnjo cisterne ali pa cisterno vode v kesonu s cevmi za dovod vode do brizgalk. Prav tako mora imeti isto izvedbo nadgradnje s cisterno za bitumensko vezivo, ko opravlja brizganje bitumenske zmesi po različnih slojih cestišča (Kamion & Bus, str. 48).

Z vozilom, priključki in nadgradnjami se upravlja neposredno iz kabine s stikali in joystickom za hidravliko, obstaja pa možnost upravljanja tudi izven kabine. Kabina je ergonomsko oblikovana, udobna, varna in izrazito pregledna, kar dodatno izboljša uporabnost stroja oziroma vozila. Pri novejših izvedbah vozil so prilagodljivost pripeljali do te mere, da voznik lahko zamenja celo položaj strani volana, kar mu omogoča še boljši nadzor nad delom.



Slika 13: UNIMOG z motorno krtačo
Vir: www.baumaschinenbilder.de/unimog

2.7.5 Priklopnik in polpriklopnik

Priklopnik in polpriklopnik sta transportni sredstvi, ki se ne moreta premikati samostojno, saj nimata lastnega pogonskega sklopa. Spadata med vlečena vozila, ki za opravljanje transporta in delovanje naprav potrebujejo moč vlečnih vozil, torej pomoč tovornjaka in vlačilca, skupaj tvorijo skupino vozil.

Glavna razlika med priklopnikom in polpriklopnikom je v izvedbi, in sicer se priklopnik na vlečno vozilo zapne z gredjo, v žargonu poznano pod imenom »rudo«, za kljuko, ki se nahaja na zadnjem delu šasije tovornjaka ali trionsnega prekucnika. Polpriklopnik pa ima na spodnjem sprednjem delu tako imenovani kraljevi čep, s katerim se nasloni na sedlo vlečnega vozila oziroma vlačilca.

Obe sestavljata močna jeklena šasija, ki se oslanja na eno ali več osi s pnevmatikami, napravami za zaviranje, svetlobnimi in zvočnimi znaki, ter

nadgradnjo, izbrano glede na vrsto dela in transporta, ki ga opravljamo. Pri obeh je šasija lahko izvedena visoko ali pa nizko glede na to, za kakšen namen bo uporabljena, in kakšna vrsta nadgradnje se bo vgrajevala (Marković, 2005, str. 78).

Na priklopnike z visoko šasijo se najpogosteje nadgradi prekucne kesone ali cisterne. Šasija takega priklopnika se oslanja na eno os, tandem osi ali pa je dvoosni priklopnik, ki se naslanja na krmno os s sedlom, ki ima tako imenovano »rudo v S«, s katero se zapne za vlečno vozilo. Taka vrsta priklopnika se pojavlja tudi s tremi osmi, vendar se zapenja za dvoosni tovornjak, saj je enake dolžine. Pri izvedbi s prekucnim kesonom je treba vgraditi tudi hidravlični sistem s hidravlično dvizžno roko za dviganje kesona, s tem pa opravljanje iztovarjanja. Šasije z nizko izvedbo predstavljajo nadgradnjo, ki je namenjena za prevoz gradbenih delovnih strojev. Lahko je enoosna ali tandem prikolica, ki je namenjena prevozu lažjih gradbenih delovnih strojev, ali pa triosna prikolica za prevoz težje gradbene mehanizacije, kjer sta zadaj dve osi in se zadnja krmili, kar zmanjšuje obrabo pnevmatik, spredaj pa je naslonjena na krmno os s sedlom in »rudo v S«, s katero se pripne za vlečno vozilo. Taka nadgradnja mora imeti dvizžno platformo, ki se dvigne in spusti s pomočjo hidravličnega sistema ter omogoči gradbenemu delovnemu stroju, da se naloži in razloži.

Razlika med izvedbo priklopnika s kolesi v tandemu in izvedbo z »rudo v S« je le v tem, da je prva enostavnejša za vzvratno vožnjo, kar se posebej izkaže pri vzvratni vožnji v ovinek, kjer je treba konstanto paziti, saj če npr. hočemo vzvratno zapeljati desno, moramo volan vrteti v levo, in šele ko začne priklopnik iti v zeleno smer, volan počasi izravnava. Lažja pa je za vožnjo v ostrejše ovinke, saj sledi vozilu in je njegova prehodnost 70-odstotna.



*Slika 14: Klasičen in tandem priklopnik
Vir: www.baumaschinenbilder.de/kipper-anhaenger*



Slika 15: Priklopnik za prevoz mehanizacije
Vir: www.baumaschinenbilder.de/tiefanhaenger

Polpriklopnik ima lahko visoko šasijo, na katero se montira prekucni keson ali cisterna. Oslanja se na dve ali tri osi, odvisno predvsem od obremenitev, ki jih namerava prenašati. Če gre za nadgradnjo prekucnega kesona, mora prav tako imeti hidravlični sistem za dvigovanje. Pri triosnih različicah obstaja možnost, da se sosednji dve osi dvigneta in se vozi samo po srednji, kar zmanjšuje obrabo pnevmatik. Nizka nadgradnja se predvsem uporablja z nadgradnjo za transport gradbenih delovnih strojev z ene lokacije na drugo. V tem primeru je šasija postavljena na dve, tri ali celo štiri osi. V zadnjih dveh izvedbah sta zadnji dve osi krmiljeni, kar zmanjšuje obrabo pnevmatik. Imeti mora nakladalno platformo, ki je namenjena za nakladanje in razkladanje mehanizacije in se dviguje ter spušča s pomočjo hidravličnega mehanizma.

Tako pri priklopniku kot polpriklopniku z nadgradnjo prekucnega kesona je treba pred transportom asfaltne zmesi vedno predhodno namazati notranjost kesona s posebno snovjo, ki preprečuje sprijemanje in nastanek grud, ki bi lahko poškodovale finiše. Potrebno je uporabljati ponjavo oziroma cerado, da preprečimo negativne vplive zunanjega okolja in s tako opremo lahko transportiramo v času ure in pol. Razvoj gre pa v to smer, da se izdelujejo kesoni, ki so termični in preprečujejo vpliv zunanjih dejavnikov na asfaltno zmes, kar podaljša sposobnost transporta na dve uri (Žmavc, 2007, str. 109).



Slika 16: Polpriklopnika
Vir: [www.baumaschinenbilder.de/sattel tief lader](http://www.baumaschinenbilder.de/sattel_tief_lader)

3 SEDANJE STANJE V INDUSTRIJI GRADBENIH STROJEV

Današnji sodobni tempo narekuje hitro opravljanje dela v širokem obsegu na vseh področjih. Tudi gradbeni sektor, ki se ukvarja z izgradnjo trase cest, ni nikakršna izjema. Da je takim pogojem dela kos, v največji meri pripomorejo sodobni, tehnično-tehnološko napredni in izpopolnjeni gradbeni delovni stroji in tovorna vozila. Sodobni gradbeni delovni stroji in tovorna vozila gradbenemu sektorju omogočajo realizacijo in izvedbo velikih gradbenih projektov, ki nemalokrat zahtevajo opravljanje izjemno zapletenih posegov v toku delovnega procesa, ter dopuščajo izvedbo in dokončanje v izrazito kratkih časovnih rokih.

Gradbeni delovni stroji in tovorna vozila omogočajo široko uporabnost na različnih območjih gradbišč, kjer se odvija izgradnja določene trase ceste, kot tudi na terenih, ki imajo različno razgibanost in pa prehodnost površine. Izbiramo lahko med težo, velikostjo, močjo motorja in kapaciteto delovnih orodij samo ene vrste gradbenega delovnega stroja in tovornega vozila, kar nam pride nadvse prav, kadar gre za vrste postroja. Nudijo možnost hitre zamenjave in pa uporabe delovnih orodij in priključkov, kar v največji meri zahtevajo različne delovne operacije. Pripravljeni so za delo v skupini, kjer se med seboj dopolnjujejo in s takim načinom dela skrbijo za končno vrhunsko kvaliteto izvedenih del na določeni trasi ceste. Tako dokazujejo, da so primerni za uporabo pri kompleksnem postroju. Lahko pa služijo kot pripomoček na manjših gradbiščih, kjer gre za enostaven postroj.

Gradbeni delovni stroji in tovorna vozila zmanjšujejo manipulacijsko-prevozne stroške in povečujejo produktivnost, kajti ni potrebno veliko fizične delovne sile, ki je v sodobnem času izrazito draga. Potrebni so le kvalificirani delavci z opravljenim izpitom iz upravljanja težke gradbene mehanizacije. V veliki meri gradbeni delovni stroji predstavljajo zmogljive stroje, ki imajo močne, varčne, okolju prijazne motorje in izrazito visoko učinkovitost ter natančnost pri opravljanju dela v procesu izgradnje trase ceste. Odlikujejo jih enostavna uporabnost s pomočjo enostavnih komand, podprtih z napredno tehnologijo, ki strojniku med opravljanjem dela preko LCD-zaslona sporoča stanje stroja ter terena, na katerem obratuje. GPS-sistem pa lastniku omogoča vpogled v delovanje stroja ter območje, na katerem se nahaja in obratuje. Vse to lahko nadzoruje preko spleta iz svoje oddaljene pisarne. GPS-sistem v tovornih vozilih pa poleg lastnikovega nadzora vozniku služi kot pomoč pri iskanju lokacij, na katere je usmerjen, ter ga opozarja na morebitne ovire, ki bi mu onemogočile nadaljevanje vožnje.

Kabina predstavlja ergonomsko oblikovan delovni prostor in strojniku ali vozniku nudi udobje, varnost in preglednost. Udobje nudi s pomočjo zračno vzmetenega sedeža z možnostjo prilagoditve glede na velikost strojnika oziroma voznika ter komandami ali volanom, ki so na dosegu rok ne glede na položaj. K temu

pripomorejo še klimatska naprava, grelna naprava, protihrupno in protiprašno tesnjenje. Za preglednost pa je poskrbljeno s steklenimi površinami, vzvratnimi in kotnimi ogledali ter vse bolj tudi kamerami, ki so vgrajene na ključnih mestih, pomembnih za nadzor med opravljanjem dela. Za boljšo vidljivost v temnejših prostorih, ob večernih in nočnih urah, pa so montirane luči ali celo reflektorji. Varnost ima vse večji pomen in se zagotavlja z ROPS (Roll over protection system), ki varuje strojnika pred prevračanjem, TOPS (Tip over protection system), ki varuje pred prekucom, ter FOPS (Falling objects protection system), ki ščiti pred padom težkih predmetov na kabino.

Tovorna vozila, predvsem pa gradbeni delovni stroji, predstavljajo na videz enostavna, ampak so izrazito kompleksno izdelana delovna sredstva, ki imajo vgrajene očem skrite ključne elemente, ki skrbijo za delovanje. Osnovni in najenostavnejši stroj torej dosega visoko začetno ceno, ki je primerljiva s ceno avtomobila višjega srednjega razreda, to pa od nas zahteva izredno visok začetni kapital, kajti kot bomo videli, v strošek ne uvrščamo zgolj denarja za nakup stroja, ampak še veliko več.

Za pravilno, brezhibno in pa kar se da dolgo delovanje stroja je potrebno občasno izvajati preventivni in redni servis, medtem ko so servisni intervali na strojih razmeroma kratki, servis za gradbene delovne stroje pa zaradi že omenjene kompleksnosti ni poceni. Ko k temu dodamo transport do pooblaščenega servisne delavnice, za to pa nemalokrat potrebujemo pomoč skupine vozil kombinacij tovornjaka in priklopnika z nizko šasijo ali vlačilca in priklopnika z nizko šasijo z nadgradnjo za prevoz mehanizacije, dobimo rezultat, ki kaže visoke stroške vzdrževanja.

Težava se pojavi tudi, ko se stroj pokvari na območju, kjer opravlja delo. V tem primeru so na voljo tako imenovani mobilni serviserji, ki predstavljajo potujočo delavnico, kjer so vsa potrebna orodja zložena v tovornem prostoru kombija. Zaradi specifičnosti in kompleksnosti stroja samega je popravilo zamudno ter drago. Ko za diagnosticirano težavo ni rešitve ali nadomestnega dela na licu mesta ali pa je treba popravilo opraviti v delavnici s tehničnimi pripomočki, ki se ne morejo pripeljati s kombijem na gradbišče, se spet pojavljajo dodatni stroški. Stroj je treba naložiti na priklopnik ali polpriklopnik ter ga s tovornjakom ali vlačilcem odpeljati v pooblaščen servisno delavnico. Težava lahko postane še večja, če je stroj v taki okvari, da se ne more sam naložiti. V tem primeru potrebujemo uporabo dvigala, izbira katerega pa je odvisna predvsem od teže stroja. Če gre za lažjo mehanizacijo, jo lahko naložimo že s pomočjo hidravličnega dvigala, ki je nemalokrat pričvrščen na tovornjaku. Če gre pa za večtonske stroje, je potrebno konkretno avtodvigalo. Vse naštetu na koncu prinese velikanske stroške. Poleg stroškov nastanejo tudi izgube, posebej pri kompleksnem postroju, saj drugi stroji ne morejo nadaljevati z delom.

Pogonski motorji gradbenih strojev in tovornih vozil so načeloma okolju prijazni, vendar še vedno ne tako, da bi zmogli uporabiti efektivne moči motorja ter doseči optimalno uporabo med praznim hodom in delom pri izjemno velikih obremenitvah. Hibridne tehnologije, ki bi pripomogle k še večjemu znižanju škodljivih emisij in še nižji porabi energentov ter zmanjšanju hrupa na minimum, se redko uporabljajo. Čeprav se stroji in transportna sredstva v kompleksnem postroju med seboj dopolnjujejo, obstaja med njimi še velika neusklajenost med delom različnih delovnih strojev, kar slabo vpliva na kontinuiteto dela, podaljšuje izvedbo del ter zmanjšuje končno kakovost trase ceste. Kljub vse večji avtomatizaciji strojev v procesu dela je še vedno potreben človeški faktor, ki se kaže v dveh vidikih:

- strojnik, kvalificirani delavec, ki mora imeti opravljen izpit iz upravljanja težke gradbene mehanizacije,
- geodet z najmanj V. stopnjo izobrazbe, ki s tahimetri opravlja merjenje površine terena.

Skupaj z gradbenim delovnim strojem sta še vedno ključnega pomena za dokončno in natančno izvedbo del na kateri koli trasi ceste. Živa delovna sila, še posebej pa strokovno usposobljena ter šolana, pa poleg potrebnega začetnega kapitala in spremljajočih stroškov stroja, predstavlja še dodatne stroške.

Problem je varnost zdravja, s tem pa tudi kvaliteta življenja in pa življenje samo, posebej pri glavnih specializiranih strojih, namenjenih za gradnjo cest, kot so finišer, valjar, eksplozivno nabijalo vibracijske plošče in rezkar. Ti namreč delujejo na terenih, ki puščajo v ozračje ob daljši izpostavljenosti zdravju škodljive emisije, ter na strojih, ki povzročajo tresljaje in hrup, ki prav tako negativno vplivajo na zdravje in celo na živčni sistem. Delovni prostor je pogosto premalo izoliran oziroma ga sploh ni in vsi ti negativni vplivi direktno ogrožajo strojnika oziroma upravljavca.

4 VPOGLED NA PRIHODNJI RAZVOJ GRADBENIH STROJEV

Od nastanka prvega gradbenega stroja pa vse do danes so se inženirji in konstruktorji v podjetjih, ki se ukvarjajo s proizvodnjo gradbene mehanizacije, trudili in se še danes trudijo iskati načine in možnosti za izpopolnitev in posodobitev celotnega stroja in tistih komponent, ki so ključnega pomena za opravljanje delovnih nalog, za katere so namenjeni. Skokovit razvoj se je zgodil v zadnjih treh desetletjih, in sicer najbolj na tehničnem področju, torej predvsem na pogonskem sklopu in delovnih napravah, pa tudi na varnostnih mehanizmih ter doseganju udobja. Vendar razvoj še zdaleč ni končan, kajti na nekaterih tehničnih, posebej pa tehnoloških področjih obstaja še veliko neizkoriščenih možnosti, ki bi pripomogle k izboljšanju že tako dobrih zmogljivosti in uporabnosti strojev.

V preteklosti, sedanosti in prihodnosti se poudarja primarni pogonski motor strojev skupaj s pripadajočimi transmisijskimi komponentami, in sicer izboljšave v smislu doseganja izrazitih delovnih moči ob čim nižji porabi goriva in oddajanju škodljivih emisij v okolje. Doseganje in zagotavljanje največje učinkovitosti ob najnižji porabi energije bi omogočilo elektronsko krmljenje obratov, ki bi bili podprti s senzorji, ti pa bi zaznavali, kdaj stroj opravlja delo, kdaj potrebuje moč motorja za premikanje in kdaj je v praznem teku. Predlagamo sistem, ki bi ugasnil motor stroja, kadar bi bil v mirovanju med delovnim procesom, čeprav praviloma motor mora delovati, da vzdržuje tlak v hidravliki. To bi rešili s pomočjo zapor in ventilov, ki bi preprečevali to izgubo tlaka. Na tak način bi tudi zmanjšali porabo energije in pa negativne vplive emisij na okolje. Kompleksnejši pristop v borbi s tem predstavlja tako imenovani hibridni delovni stroj s primarnim dizelskim motorjem, električnimi pretvorniki in akumulatorji, ki bi energijo, nastalo pri obračanju zgornjega dela bagra in samem delu delovnih orodij, shranjevali in bi jo uporabili vsakič, ko moč dizelskega motorja ne bi zadostovala.

Hitrejšo izvedbo gradbenih del in skrajšanje rokov izgradnje bi dosegli z uvedbo gradbenih delovnih strojev, ki bi svoje delo opravljali ciklično. Predstavniki take gradbene mehanizacije bi imeli naslednjo sestavo: brezkončni vrtljivi trak, pogonski motor, žlice različnih vrst, pogonski motor ter sredstva za pomokanje, gosenice ali kolesa. Enostavneje povedano: uvedli bi elevatorje, ki bi kontinuirano opravljali izkopno-transportna dela in bi imeli možnost menjave delovnih orodij oziroma žlic za izkop ter planiranje površine trase ceste in nasipov ter posodic ali pa transportnega traku za transport zemeljskega materiala. Na tak način bi skrajšali čas izvedbe in eliminirali dodaten stroj in transportno sredstvo, hkrati pa bi zmanjšali tudi stroške.

Varnost in zdravje zaposlenih med delovnim časom sta v zadnjem času močno poudarjena in kljub velikim pomikom naprej na tem področju obstaja še veliko

prostora za izboljšave. Vendar pa je zaradi različnih vrst in specializacije delovnih gradbenih strojev v nekaterih primerih potreben selektivni pristop. Pri izkopnih gradbenih delovnih strojih je dobro poskrbljeno za varnost strojnika, vendar je problematičen zadek stroja, kjer se nahajata motor in protiutež. Ta namreč ob obračanju preide izven gabaritov šasije in predstavlja potencialno nevarnost za delavce, ki se nahajajo v neposredni bližini stroja, saj obstaja tveganje, da strojnik kljub dobro zagotovljeni preglednosti zaradi utrujenosti ali kakršnih koli drugih razlogov ni pozoren na vzvratna ali kotna ogledala. Če se ravno takrat za strojem nahaja delavec, obstaja možnost, da ga podre, pritisne ter ga s tem lažje ali huje poškoduje, zaradi česar lahko nastopi smrt.

O tem se ne govori veliko, vendar za vsakega strojnika to predstavlja pereč problem, kajti težko je biti osem ali dvanajst ur pozoren na zahtevno delo na nepreglednem terenu, hkrati pa na dogajanje za strojem. Navedene nevarnosti bi eliminirali na dva načina:

- na zadnji del bagra, kjer se nahaja kritična točka oziroma tako imenovani mrtvi kot, bi namestili senzorje, ki bi zaznali osebo ali objekt v neposredni bližini ter bi odreagirali tako, da bi nemudoma ustavili tvegani manever;
- v zadnji del bagra bi vgradili motor v drugačni postavitvi ter protiutež pod takim kotom, ki bi omogočal močno skrajšavo zadka, tako da bi pri obračanju minimalno ali pa sploh nič posegal izven gabaritov.

Posebej nujno bi bilo izvesti izboljšave na področju delovnih strojev, ki so ključnega pomena za dokončanje trase ceste, saj obratujejo na takih področjih, kjer obstajajo škodljivi vplivi emisij, ki gredo v ozračje. Posebej bi izpostavil finišer oziroma asfaltni razgrinjevalec, ki sprejema in razgrinja asfaltno zmes. Asfaltna zmes mora biti ob iztovarjanju v njegov koš izrazito vroča, ne manj kot 150 stopinj, kot taka izpareva in v ozračje zaradi svoje sestave spušča negativne emisije. Finišer je odprt delovni stroj, pokrit s ponjavo ali pa kar brez pokrivala, kar strojnika izpostavlja nevarnim hlapom ter neposredno vpliva na njegovo zdravje. Tu bi uvedli dve izboljšavi:

- obvezno ergonomsko oblikovano kabino z veliko steklenimi elementi in kamerami na ključnih mestih ter obveznim prezračevanjem s posebnim filtrom, ki bi preprečil vstop škodljivih hlapov v kabino,
- zniževanje temperature asfaltna zmesi pri vgrajevanju v površino trase ceste, kar bi posledično znižalo tako oddajanje emisij v okolje kot tudi obremenitev zaposlenih na območju gradnje.

Rezkalnik ima prav tako delovni prostor, ki je najpogosteje pokrit s ponjavo ali pa je brez kakršnega koli pokrivala in je redkokdaj izveden s kabino. To predstavlja izrazito obremenitev strojnika med opravljanjem del z rezkarjem. Čeprav pipa za dovod vode škropi površino, ki jo reže in tako preprečuje dvigovanje prahu, še vedno prihaja do dvigovanja nevidnih prašnih delcev, ki pridejo v pljuča strojnika in dolgoročno povzročajo zdravstvene težave. Poleg prahu pa je moteč hrup, ki

nastane med rezkanjem površine ceste, kar dodatno škodljivo obremenjuje sluh strojnika, zato predlagamo:

- ergonomsko oblikovano kabino z elementi, ki omogočajo pregled nad delovnim okoljem, ter protihrupno in protiprašno tesnjenje;
- poleg pipe za močenje bi dali še sesalno napravo za stooostotno preprečevanje dvigovanja prahu.

Med pisanjem naloge smo opazili, da imajo stroji za zbijanje zemeljskega materiala kljub kompleksnem delovanju razmeroma enostavno konstrukcijo, ki strojnikovega oziroma operaterjevega zdravja in pa posledično življenja ne ščiti najboljše. Gre namreč za mehanizacijo, ki obratuje na območju, kjer se v zrak odvajajo škodljive emisije ter sami stroji povzročajo vibracije in tresljaje, ki negativno vplivajo predvsem na živčni in mišični sistem, posledično pa neposredno na zdravje strojnika ali operaterja. Valjar, posebej vibracijski, med opravljanjem dela obratuje po površini, ki oddaja škodljive emisije v ozračje ter povzroča vibracije, ki se prenašajo po stroju posledično tudi na strojnika. Rešitev vidimo predvsem v:

- obveznih tesnenih ergonomskih kabinah,
- pričvrstitvi kabin na šasijo s pomočjo zračnih blazin podobno kot tovornjak, kar bi zmanjšalo prenos vibracij in pa tresljajev na strojnika.

Eksplozivna nabijala in vibracijske plošče sodijo v tisto skupino strojev, ki najbolj obremenjujejo operaterja, kajti povzročajo vibracije in tresljaje, ki se neposredno prenašajo nanj preko ročic za držanje in manipuliranje, poleg tega pa ga obremenjujeta prah in hrup. Da bi se temu izognili, predlagamo naslednje rešitve:

- uvedli bi dvojne ročice, pritrjene z vzmetenim zglobom, kar bi zmanjšalo nastanek vibracij, ki se neposredno prenašajo na operaterja,
- namestili bi sesalnik, ki bi zmanjšal stopnjo prašnih delcev,
- delavec operater bi moral obvezno nositi masko, čepke za ušesa, zaščitna očala ter zaščitne čevlje.

Uvedli bi izboljšave s pomočjo ITS-sistemov in to na način, da bi pri kompleksnem postroju gradbenih delovnih strojev in tovornih vozil med gradbenimi deli vso v procesu sodelujočo gradbeno in transportno mehanizacijo povezali preko GPS-sistema. Ta bi skrbel za vzdrževanje uigranega in točno določenega zaporedja del udeleženih strojev v delovnem procesu, kar bi še bolj prispevalo k dvigu kakovosti izvedbe cestnih del, zmanjšanju stroškov izvedbe ter skrajšanju rokov izgradnje. To bi dosegli tako, da bi vsak stroj imel GPS-sprejemnik, računalniško enoto in LCD-prikazovalnik. Vsi bi bili povezani z bazno postajo, ki bi v glavno prometno pisarno preko komunikacijskega omrežja IT pošiljala podatke in informacije o položaju in dejanju mehanizacije v točno določenem času. Te podatke bi v pisarni s primernim programom uredili in jih razposlali po vrstnem redu do mehanizacije, kjer bi vsak strojnik in voznik dobil informacije, kaj in kako delati naprej. Tako bi bil omogočen

vpogled, v kateri fazi dela je posamezen delovni stroj, na podlagi česar lahko uskladimo njihovo delovanje. Praktično bi to pomenilo naslednje faze:

- bager, dozer ali greder s planersko žlico opravijo planiranje terena, namenjenega za gradnjo trase ceste,
- takoj za njimi se pošlje valjar, ki zbije površino nevezane plasti ceste oziroma posteljice,
- asfaltni finišer se oskrbuje z asfaltno zmesjo po principu »just in time«, s čimer se povečuje kakovost vgrajenih slojev cestišča.

Tako bi se zmanjšala stopnja neizkoriščenega delovnega časa, dosegla bi se visoka stopnja kontinuitete dela ter zagotavljala visoka končna kakovost opravljenega dela.

Kot smo že omenili, potrebujemo za doseganje dokončne in natančne površine poleg stroja še strojnika in geodeta, ki zakoliči in izmeri površino ter prestavlja količke, kar ne nazadnje predstavlja strošek, podaljšuje roke izvedb in ne garantira ustrezne izvedbe vedno v prvem poskusu. Izboljšave so možne z GPS-sistemom, ki bi ga uporabili kot pomoč strojniku in stroju samemu med opravljanjem del na določeni trasi ceste. Geodet bi s pomočjo računalniškega programa projektiral tridimenzionalno karto ceste, ki je predvidena za izgradnjo ter jo nato prek zunanje strojne opreme ali kakega drugega načina prenosa podatkov prenesel v računalniško enoto, ki se nahaja v stroju. Stroj mora biti opremljen z GPS-sprejemniki, računalniško enoto in LCD-zaslonom, ki strojnika usmerja, v katero smer, kako globoko in pod kakšnim kotom naj upravlja orodje. Tako bi se zmanjšal strošek geodeta, ki naj bi bil prisoten na gradbišču.

5 ZAKLJUČEK

Verjamemo, da je skoraj vsakemu uporabniku cest znan prizor vožnje mimo gradbišča na cesti ter pogled na vso gradbeno mehanizacijo, ki kraljuje na gradbišču in zbujajo pozornost ter spoštovanje. Še posebej pride prisotnost gradbene mehanizacije do izraza v različnih časovnih obdobjih, ko nastajajo različne krajše ali daljše kolone različnih prevoznih sredstev, ki se vijejo proti končni destinaciji in povzročajo tako hudo gnečo, da pride do zastojev. Verjetno gradbena mehanizacija poleg občudovanja ob določenih momentih postane tarča negativnih čustev in negodovanja prenekaterega uporabnika ceste. Morebiti in celo prepričani smo v to, da se v očeh skoraj vsakega posameznika, še posebej laika, gradbeni delovni stroji, kadar ti ne opravljajo dela, za katero so namenjeni, zdijo neurejeno nerazporejeni po gradbišču ter vzbujajo občutek, da so namenjeni sami sebi in so tam le za »okras«.

Med uporabniki cest poleg naštetih osebkov najdemo tudi takšne, ki jih stvari, kot je gradbena mehanizacija in posebej gradbena mehanizacija za izgradnjo trase ceste, zanima. Nekaterim med nami je gradbena mehanizacija, ki je bila postavljena na površini gradbišča, zbudila zanimanje ter željo izvedeti več. Zato smo se ustavili na prvem za to namenjenem mestu oziroma počivališču. V mlajših letih je to zanimanje predstavljalo le otroško željo in nedolžno sanjanje, kako bi bilo lepo in zabavno upravljati določeni tip gradbenega stroja. Bolj ko smo rasli in začeli dojemati splošno celoten svet okoli sebe, bolj nas je poleg čustvene navezanosti na gradbeno mehanizacijo in s tem povezanim govorjenjem o upravljanju zanimal njihov namen. Zanimati so nas začele podrobnosti, od tega, zakaj je vsak dotični posamezni gradbeni stroj namenjen, s katerim strojem se nadopolnjuje, kakšna in kako velika je vloga vsakega posameznega stroja v procesu izgradnje trase ceste, kateri stroj je glavni nosilec procesa in brez katerega niti naključno ne gre in je nenadomestljiv. Prav tako nas zanimajo tako imenovane tehnične specifikacije mehanizacije, kot bi se lahko izrazili, in sicer predvsem moč motorjev, ki jih poganjajo, ter način prenosa moči, ki se uporablja za pomikanje stroja po prostoru, moči motorja, ki se uporablja za opravljanje določene zvrsti zemeljskega dela, za katero je stroj namenjen. Prav tako so zanimivi glavni sestavni deli ter komponente, tako integrirane kot tudi zamenljive. Obravnava teme v diplomski nalogi nam je omogočila globlji in širši vpogled ravno v ta vprašanja, se pravi ravno v sestavo in pa delovanje gradbenih strojev, namenjenih za izdelavo trase ceste.

Ko na splošno pogledamo gradbene delovne stroje, ki se nahajajo na cestnem gradbišču in opravljajo dela, za katera so namenjeni, v večini primerov vidimo sedanji oziroma trenutni čas, veliko gmoto železa različnih oblik, slišimo brnenje, vidimo fazo zemeljskega dela, ki ga opravljajo, ter tudi končni rezultat, ki ga da upravljanje oziroma uporaba določene mehanizacije. Tak način razmišljanja je verjetno najbolj značilen za skoraj vsakega posameznega uporabnika ceste, ki se

na svoji poti sreča s cestnim gradbiščem. Mehanizacija predstavlja nekaj samoumevnega, enostavnega, skoraj vsakdanjega. Ampak ni nekaj samoumevnega, vsakdanjega ter še manj enostavnega.

Gradbeni delovni stroj kot tudi vsaka posamezna izvedba predstavlja rezultat človekovega razmišljanja, razvoja, dela, truda, upornosti ter izrazito močne volje in zagona skozi vse življenjsko obdobje, odgovoriti na vprašanja ter izzive, kako si olajšati delovna gradbena opravila ter pri tem narediti razmeroma trajne in kvalitetne objekte (ceste) ter v razmeroma kratkem časovnem roku izvesti velike, včasih celo megalomanske gradbene projekte, vezane predvsem na cestogradnjo. Tak način razmišljanja ter pristop k iskanju vedno boljših rešitev in odgovorov na zahtevna gradbena vprašanja je temelj napredka za vsakega posameznika, za gospodarstvo, razvoj in napredek celotne družbe in rezultat so prav sodobni gradbeni delovni stroji. Trenutno smo v obdobju bliskovitega tehnološkega napredka in lahko rečemo, da smo tehnološko izrazito napredna družba, kar se kaže na vseh področjih, tudi na področjih gradbenih delovnih strojev.

Vendar ne smemo pozabiti, da se nahajamo tudi v času izobilja, ko se odkrito sprašujemo, ali gre razvoj lahko še naprej. Naš odgovor je da, lahko in moral bo iti še naprej, čeprav so inženirji z razvojem skonstruirali in sestavili mogočne gradbene delovne stroje za skoraj vsa zemeljska dela. Toda zavedati se moramo, da ti s svojim delovanjem izredno močno obremenjujejo naravno okolico ter njeno podnebje, najprej z izpustom ogljikovega dioksida, ki kot toplogredni plin najbolj onesnažuje. Drugo pereče vprašanje so tudi odpadna olja, ki se uporabljajo oziroma so se uporabljala v cilindrih in batih gradbenih strojev. Na okolje ter posebej na ljudi negativno vpliva hrup, ki je ob večjih obremenitvah večji. Navsezadnje tudi ne smemo pozabiti na to, da bo stroj obrabljen do te mere, da ne bo več uporaben, in bo manj obremenjeval okolje, če bo sestavljen iz delov, primernih za reciklažo. Vse naštetito ima namen ščititi zdravje in življenje zaposlenih kot tudi ostalih ljudi ter ohranjati naravo ter podnebje čim manj onesnaženo. Ravno tem izzivom bodo inženirji v prihodnosti posvečali največ pozornosti, kajti trendi v sodobni industriji gradbene mehanizacije že gredo v to smer.

Med obdelovanjem teme diplomske naloge nas je presenetilo in fasciniralo, ko smo spoznali, kako široka, pestra in raznolika je paleta gradbenih delovnih strojev, ki se uporabljajo za izgradnjo ceste. Presenetljiva, predvsem pa zanimiva je ugotovitev, da že za samo eno in isto gradbeno zemeljsko delo obstajajo različni tipi, vrste in izvedenke gradbenih delovnih strojev. Ti imajo praviloma tudi različne moči motorjev ter postavitve teh v različnih položajih, različne načine pomikanja ter manevriranja v prostoru in način samega krmljenja oziroma upravljanja. Prav tako je zelo zanimivo, za kateri namen uporabe zemeljskih gradbenih delovnih strojev je posamezni stroj specializiran. To pomeni, da nekateri gradbeni delovni stroji predstavljajo enostavnejšo in kompaktnjšo gradbeno mehanizacijo, medtem ko so drugi specializirani ter

kompleksnejši, s tem pa tudi bolj zapleteni v sami osnovi izvedbe. Tretji pa nam dajejo možnost, da z njimi opravljamo gradbena zemeljska dela vseh vrst na kakršni koli zemeljski površini. Ne glede na razlike je skupni imenovalec vseh v točki, da človeku izredno olajšajo opravljanje dela ter omogočajo doseganje visoko kakovostno opravljenih del.

Zanimivo in hkrati fascinantno je tudi to, na kakšen način gradbene delovne stroje lahko uporabljamo. Gradbeni delovni stroj lahko uporabimo kot posamičnega, samostojnega in edinega v celotnem gradbenem delovnem procesu. To predvsem velja pri enostavnejših gradbenih projektih, kjer zahtevnost dela ni velika. Večinoma gre tu za kombinacijo dela gradbenega delovnega stroja in človeka oziroma delavca ali več njih, kakor tudi za sodelovanje z drugimi gradbenimi delovnimi stroji pri zahtevnejših projektih. V drugem navedenem primeru je zanimivo, kako se gradbena mehanizacija medsebojno nadopolnjuje, stroji nudijo podporo drug drugemu, tako da lahko pod taktirko izšolanih in izkušenih strojnikov delujejo kakor odlična igralska reprezentanca, čeprav so namenjeni za različne faze in procese zemeljskih del.

Brez posredovanja človeka ne gre. Gradbene stroje upravljajo kvalificirani operaterji gradbene mehanizacije – strojniki. Tehnične specifikacije gradbenega delovnega stroja lahko izkazujejo, da je to najboljši stroj za opravljanje zemeljskih del in da daje najboljše rezultate tako pri samostojni uporabi kot tudi v skupini več strojev. Vendar če tisti, ki je v kabini za krmilom, ne pokaže znanja, volje in sposobnosti, so vse hvalevredne specifikacije le črke in številke na papirju brez pomena. Poleg strojnika je druga pomembna oseba na gradbišču geodet, ki pri izvedbi geodetskih del označuje traso, po kateri in do katere mere bo strojnik gradbeni delovni stroj vodil ter z njim opravljal gradbene delovne operacije, kar konec koncev vpliva na kakovostno izvedbo zemeljskih del ter pravilne umestitve ceste v prostor.

LITERATURA IN VIRI

Ferenščak, M. (1966). *Mehanizacija u građevinarstvu*. Zagreb: Tehnička knjiga.

Mirković, S. (2005). *Građevinska mehanizacija*. Beograd: Građevinska knjiga.

Žmavc, J. (2007). *Gradnja cest: voziščne konstrukcije*. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Članki v revijah

Kamion & Bus (2013). 100 % Unimog. Str. 48.

Stroji (2008). Hidravlika gradbenih strojev, št. 13, str. 20.

Spletne strani

Baumaschinen Bagger (2014). Dosegljivo na naslovu <http://www.baumaschinenbilder.de>. Dostopno 6. 4. 2014.

Cat (2014). Dosegljivo na naslovu http://www.cat.com/en_GB/products/new/equipment/excavators.html. Dostopno 6. 4. 2014.

Wacker Neuson (2014). Dosegljivo na naslovu <http://www.wackerneuson.de/en/products/detail/2-cycle-rammer-1.html>. Dostopno 6. 4. 2014.