

**ŠOLA ZA ČASTNIKE  
21. GENERACIJA  
SPECIALIZACIJA INŽENIRSTVO**

**ZAKLJUČNA NALOGA**

**UČINEK GRADBENIH STROJEV 14. INŽENIRSKEGA BATALJONA**



Kandidat: ndes. Moša Marinič Žunič

Mentor: st. Lojze Sevšek

Maribor, september 2010



REPUBLIKA SLOVENIJA  
**MINISTRSTVO ZA OBRAMBO**

**Slovenska vojska**

Poveljstvo za doktrino, razvoj,  
izobraževanje in usposabljanje

Šola za častnike

---

Številka:

Datum:

## ZAKLJUČNA NALOGA

# UČINEK GRADBENIH STROJEV 14. INŽENIRSKEGA BATALJONA

Kandidat: ndes. Moša Marinič Žunič

Mentor: st. Lojze Sevšek

Maribor, september 2010

## POVZETEK

14. INŽB ima v svoji sestavi mnogo različnih vrst delovnih strojev, ki so namenjeni podpori bojnega delovanja SV. V to skupino spadajo tudi gradbeni stroji, katere uporabljajo predvsem za različna gradbena dela. Ta se opravljajo v različnih pogojih, tako pod ognjem kot tudi ne. Za poveljnike inženirskih enot je pomembno poznavanje delovnega učinka gradbenih strojev, zato je predstavitev metodologije izračuna norm delovnega učinka ključnega pomena in prinaša tako bataljonu kot poveljnikom osnovo za nadaljnje normiranje. Z uporabo v nalogi predstavljene metodologije pridemo do vmesnih zaključkov, ki bi lahko na koncu rezultirali kot praktične delovne norme gradbenih strojev 14. INŽB.

Primerjava goseničnih in kolesnih inženirskih vozil podaja usmeritve in predloge za razmislek bodočega razvoja inženirskih enot SV. Tema je zanimiva z vidika zaščite upravljalca gradbenega stroja z uporabo oklepa, pri katerem pa je potrebna odločitev o načinu učinkovitejšega premika-gosenice ali kolesa.

Za učinkovito rabo vojaških gradbenih strojev je predstavljena metodologija odlična podlaga, s pomočjo katere v največji meri izkoristimo gradbene stroje. Konec koncev se moramo zavedati vpliva različnih dejavnikov, ki vplivajo na upravljanje s stroji in so v delu predstavljeni.

**KLJUČNE BESEDE:** gradbeni stroji, gradbena dela, delovni učinek, oklep, 14. inženirski bataljon.

## ABSTRACT

The 14<sup>th</sup> Engineer Battalion is composed of many different kinds of mobile machinery designed for supporting combat activity of Slovenian Armed Forces. Construction machinery used for various building works also falls into this category. Construction works take place in diverse circumstances, possibly also under fire. It is important for the engineer commanders to be aware of the work effect of construction machinery, thus the presentation of the methodology of work effect norms is crucial and enables the basis for further standardization for the battalion as well as the commanders. Using the methodology presented in this paper, we acquire partial conclusions, which could finally result in practical work standards of the 14<sup>th</sup> Engineer Battalion's construction machinery.

The comparison of tracked vehicles and wheeled engineer vehicles leads to directions and suggestions for the analysis of future development of engineer units of Slovenian Armed Forces. The topic is interesting from the viewpoint of protecting the operator of construction machinery with armour; however, a decision about a more efficient way of movement (track or wheels) needs to be made.

The presented methodology is an excellent basis for the efficient use of army construction machinery, since we can employ it to make the best use of it. Finally, we must be aware of the impact of different factors affecting machinery operation, which are also described in this paper.

**KEY WORDS:** construction machinery, construction works, work effect, armour, 14<sup>th</sup> Engineer battalion.

## KAZALO

<b>POVZETEK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>1 UVOD</b> .....	<b>1</b>
1. 1 IZHODIŠČE ZAKLJUČNE NALOGE.....	2
1. 2 NAMEN IN CILJI RAZISKAVE.....	2
1. 3 METODE DELA.....	2
1. 4 STRUKTURA ZAKLJUČNE NALOGE .....	3
1. 5 OMEJITVE PRI PISANJU NALOGE .....	3
1. 6 HIPOTEZA.....	3
<b>2 OSNOVE KATEGORIZACIJE TAL IN GRADBENIH DEL</b> .....	<b>4</b>
2. 1 TEORETIČNI OKVIR.....	4
2. 2 KATEGORIZACIJA TAL .....	5
2. 3 STOPNJE (FAZE) GRADBENIH DEL.....	6
<b>3 GRADBENI STROJI</b> .....	<b>7</b>
3. 1 ZGODOVINA, RAZVOJ IN PREDSTAVITEV GRADBENIH STROJEV.....	7
3. 1. 1 Nekateri gradbeni stroji .....	8
3. 1. 1. 1 Bager goseničar E195E .....	9
3. 1. 1. 2 Bager kolesnik MHPlus C.....	11
<b>4 VOJAŠKI GRADBENI STROJI</b> .....	<b>13</b>
4. 1 VOJAŠKO PRIREJENI GRADBENI STROJI .....	13
4. 1. 1 Bager .....	14
4. 1. 2 Tovorno vozilo-prekucnik .....	14
4. 2 OKLEPLJENI (INŽENIRSKI) GRADBENI STROJI.....	14
4. 2. 1 OIV Terrier .....	15
4. 2. 2 OIV 3 Kodiak.....	16
<b>5 INŽENIRSKI GRADBENI STROJI</b> .....	<b>17</b>
5. 1 GOSENIČARJI ALI KOLESNIKI .....	17
5. 1. 1 Mobilnost-premičnost.....	18
5. 1. 2 Sposobnost preživetja .....	19
5. 1. 3 Zmožnost podpore oz. samozadostnost.....	19
5. 1. 4 Zmožnost ognjenega delovanja .....	20
5. 1. 5 Ugotovitve.....	20
<b>6 UČINEK GRADBENIH STROJEV</b> .....	<b>22</b>
6. 1 UČINEK STANDARDNIH GRADBENIH STROJEV .....	25
6. 1. 1 Buldožer D150 XLT PAT .....	30
6. 1. 2 Bager goseničar 195E, Bager kolesnik MHPlus C.....	31
6. 1. 3 Nakladalec ULT 160 C.....	33
6. 1. 4 Valjar ASC 150 .....	34
6. 1. 5 Kopač-Nakladalec 438C (Kombinirka) .....	35
<b>7 ZAKLJUČEK</b> .....	<b>36</b>
<b>LITERATURA</b> .....	<b>38</b>

<b>VIRI</b> .....	<b>38</b>
<b>SEZNAM SLIK IN TABEL</b> .....	<b>40</b>
<b>SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC</b> .....	<b>41</b>
<b>SLOVAR TUJIH IZRAZOV</b> .....	<b>41</b>
<b>PRILOGE</b> .....	<b>42</b>
<b>PRILOGA A1: GRADBENI STROJI 14. INŽB</b> .....	<b>42</b>
A1. 1 Nakladalec ULT 160 C .....	42
A1. 2 Buldožer D150 XLT PAT .....	44
A1. 3 Valjar ASC 150.....	46
A1. 4 Kopač-Nakladalec 438C (Kombinirka).....	47
A1. 5 Ukrepi tehnične zaščite pri delu .....	48
<b>IZJAVA O AVTORSTVU</b> .....	<b>55</b>

# 1 UVOD

Človek je že od nekdaj opravljal dela na zemljišču, s katerimi je dosegel spremembo izgleda le-tega. Skozi stoletja je, z evolucijo, napredoval in postopoma izumil tudi gradbene stroje. Ti so postajali vedno boljši, saj smo ljudje misleča bitja in vedno iščemo načine kako neko obstoječo stvar še izboljšati ter jo narediti bolj uporabno za naše potrebe. Od preprostih lopat smo prešli k bolj zapletenim sistemom izkopavanja in na koncu razvili bager, ki nam omogoča večjo količino izkopa ter tudi kakovostneje opravljeno delo.

Izboljševali in napredovali so tudi gradbeni stroji. Razvijali so se iz preprostih pripomočkov, kot je npr. lopata ali šaduf<sup>1</sup>, v lesene konstrukcije večjih sestav. Največji »skok« v izboljšanju strojev se je začel s pojavom pamega stroja in kasneje motorja na notranje izgorevanje. S tem so se razvili gradbeni stroji, kakršne poznamo danes. V prejšnjem stoletju se je težilo k gradbenim strojem, ki bi bili čim bolj univerzalni in bi lahko opravljali vrsto del. Vendar pa se je to skozi čas pokazalo kot neučinkovito oziroma, gradbeni stroji niso dosegali takšnega delovnega učinka kot bi ga, če bi bili specializirani samo za eno nalogo in bi to opravljali v popolnosti. S to mislijo se je končalo prejšnje in začelo tekoče tisočletje, v katerem so se gradbeni stroji, večinoma, specializirali. Kombinirani gradbeni stroji namreč ne dosegajo takšnih delovnih učinkov kot specializirani. Po drugi strani pa lahko opravijo vrsto del, ki jih specializiran gradbeni stroj ne more.

Najsi bo specializiran ali ne, pri vsakem gradbenem stroju je pomembna njegova učinkovitost. Slednja je eden izmed pomembnejših kazalcev, ki jih vojska upošteva pri načrtovanju časa za izvedbo naloge. Učinkovito delo pa je predpogoj, v katerega moramo biti prepričani pri načrtovanju. Da bi izvedeli, kako učinkovite vojaške gradbene stroje ima 14. INŽB, sem si zastavil nalogo predstavitve metodologije izračuna učinkov gradbenih strojev s cikličnim delovanjem<sup>2</sup> v omenjenem bataljonu.

Gradbeni stroji opravljajo točno določeno vrsto nalog in so primerni tako za gradnjo zaklonišč, cest, rovov, kanalov itd. Vendar vsi gradbeni stroji ne opravljajo istih nalog in niso primerni za vse vrste nalog. Poznamo specializirane in večnamenske stroje, stroje s cikličnim in s kontinuiranim delovanjem. Vse te opredelitve definirajo gradbene stroje. Pomemben potencial SV se skriva v strojih cikličnega delovanja, ker ti zastopajo večino mehanizacije prej omenjenega 14. INŽB. Vendar, pa poveljniki za pripravo enot na nalogo potrebujejo že pripravljene norme delovnega učinka, ki pa jih je zaradi taktično – tehničnih lastnosti strojev težko dobiti. Naloga je namenjena predstavitvi metodologije izračuna norm delovnega učinka gradbenih strojev 14. INŽB. Samo računanje norm je za obseg naloge prezahtevna naloga in ga prepuščam odprtega za nadaljnje raziskave. Preprosto povedano, predstavljena metodologija bo poveljnikom inženirskih idr. enot predstavila uporabne formule, ki so enostavne in hitro uporabne za izračun delovnega učinka in norm.

Metodologija izračuna učinka gradbenih strojev je v SV dokaj neraziskana in slabo predstavljena. Z vidika znanstvenega preučevanja vojaške problematike delovanja strojev s cikličnim delovanjem je SV, v primerjavi z drugimi vojskami po svetu, v zaostanku. Ta naloga bo poskušala vsaj malo doprinesiti v zakladnico slovenske vojaške vede in poiskati priključek na področju inženirstva z ostalimi vojskami.

Po svetu je inženirstvo v vojski zastopano tudi do 30%, znanstveno proučevanje tovrstne problematike pa ima pomembno vlogo. RS je, tudi zaradi svoje majhnosti, razvijala univerzalne in samostojne enote. Vsemu navkljub še vedno obstaja specializirana enota, ki

---

<sup>1</sup> Šaduf je naprava, ki so jo v Egiptu in na Bližnjem vzhodu v zgodnjih civilizacijah uporabljali pri namakanju polj. Služila je kot velika zajemalka, katera je pretakala vodo iz enega mesta na drugo. V uporabi se je obdržala vse do današnjih dni.

<sup>2</sup> Ciklično delovanje je delovanje, ko nek stroj opravi delo v nekem ciklu, ki ga na koncu tudi zaključí. Omenim lahko cikel delovanja bagra: zajem materiala, dvigovanje delovnega kraka, obrat kraka do mesta razkladanja, razkladanje materiala, konec cikla in njegova ponovitev. Nasprotje cikličnega delovanja je kontinuirano (stalno) delovanje npr. mešalec betona.

je namenjena samo inženirskim nalogam, vendar pa znanje o inženirstvu večinoma ostaja v glavah vojakov te enote in se ga ne zapiše. S to nalogo poskušam narediti majhen korak k zapisu inženirskega znanja v trajno obliko in ga ponuditi tudi širši strokovni javnosti. 14. INŽB mora prevzeti vlogo vlečnega konja in spodbujati razvoj vede o vojaškem inženirstvu, saj je v SV edina enota, ki tovrstno znanje poseduje.

## **1. 1 IZHODIŠČE ZAKLJUČNE NALOGE**

V zaključni nalogi se osredotočam na gradbene stroje, katere uporabljajo v 14. INŽB in njihov učinek pri delu. Za izhodišče sem si izbral gradbene stroje s cikličnim delovanjem kot so npr. bager, nakladač ali kombinirka. S tem si želim omejiti temo samo na eno skupino gradbenih strojev in jo podrobno preučiti. Naslonil se bom predvsem na tuje avtorje s področja preučevanja učinkov gradbenih strojev, saj je to področje tam bolj raziskano in javno dostopno.

## **1. 2 NAMEN IN CILJI RAZISKAVE**

14. INŽB razpolaga z mnogo različnimi gradbenimi sredstvi in stroji. Pri opravljanju svoje raziskave in s tem pri izdelavi zaključne naloge sem se omejil na gradbene stroje s cikličnim delovanjem.

Namen raziskave je, da se skozi preučevanje gradbenih strojev in njihovih navodil dokopljem do uporabnih podatkov, s katerimi bom lahko operiral in jih uporabil pri predstavitvi metodologije izračuna učinka gradbenih strojev v 14. INŽB. Normiranje učinka je pomembno iz razloga, da je za naloge doma in v MOM, s katerimi se srečuje SV, potrebno podrobno vzporedno načrtovanje dela in načrtovanje porabe časa. Slednji je ključni dejavnik, ki ga v vojski venomer primanjkuje.

Cilj raziskave je v zaključni nalogi predstaviti in prikazati mogoče metodologije izračuna delovnih učinkov standardnih gradbenih strojev in transportnih sredstev, s katerimi razpolaga 14. INŽB. Prikazana metodologija se nanaša samo na izračun strojev s cikličnim delovanjem in na katerega ima velik vpliv tudi »človeški faktor«. Med vsebino bo podan tudi postopek izračuna delovnih učinkov nekaterih gradbenih strojev predstavljenih v nadaljevanju zaključne naloge. Kot vmesni cilj si zadajam nalogo predstaviti dilemo goseničarji proti kolesnikom, jo razdelati in utemeljiti ugotovitve. Slednja je pomembna, ker gradbeni stroji uporabljajo ali gosenice ali kolesa in tako različno uspešno premagujejo teren. V nadaljevanju se bom posvetil tudi oklepljenim gradbenim strojem, ki pa jih v SV, žal, nimamo. Podal bom ugotovitve, kaj bi uporaba oklepljenih gradbenih strojev lahko prinesla.

## **1. 3 METODE DELA**

Pri izdelavi zaključne naloge bom uporabil naslednje metode dela. Začel bom s pregledom zgodovinskih virov, kateri mi bodo nudili konkretno osnovo za nadaljnje delo. Nadalje bom uporabil analizo, sintezo, interpretacijo (tolmačenje) in primerjavo sekundarnih virov s področja gradbenih strojev. To mi bo omogočilo nadaljnje iskanje najuporabnejše metode za izračun delovnih učinkov gradbenih strojev. Praktični preizkus predstavljene metodologije z gradbenimi sredstvi 14. INŽB bi bil logično nadaljevanje, vendar je to, zaradi obširnosti, tema druge naloge.



## **1. 4 STRUKTURA ZAKLJUČNE NALOGE**

Zaključna naloga je sestavljena po naslednjem ključu. V uvodu bom predstavil temo in podal obrazložitev za izbiro le-te. Podpoglavja uvoda zajemajo: izhodišče zaključne naloge, namen in cilje raziskave, metode dela, strukturo zaključne naloge in hipotezo, s katero problemsko zastavim nalogo.

Jedro zajema osrednjo tematiko predstavitve metodologije izračuna norm delovnega učinka gradbenih strojev v 14. INŽB. Poglavje je sestavljeno iz podpoglavij: osnove kategorizacije tal in gradbenih del, predstavitve gradbenih strojev, inženirski gradbeni stroji, dilema goseničar ali kolesnik, vojaški gradbeni stroji, metodologija izračuna učinka izbranih (vojaških) gradbenih strojev.

Sledi zaključek v katerem potrdim ali ovržem hipotezo, navedem razloge za to odločitev in jih obelodanim ter podam smernice in priporočila razvoja v prihodnosti.

## **1. 5 OMEJITVE PRI PISANJU NALOGE**

Pri pisanju zaključne naloge sem se najpogosteje srečeval z omejitvami dostopnosti podatkov o gradbenih strojih, saj jih proizvajalci večinoma neradi podrobno podajajo v tehnični dokumentaciji in v navodilih za uporabo gradbenega stroja. Pri nalogi bi bilo potrebno opraviti praktične preizkuse izkopa materiala, ki bi dali točne podatke o delovnih zmogljivostih stroja. Kot primer navajam nakladanje materiala z bagrom kolesnikom, kjer bi za dejanski izračun norm moral opraviti merjenje časa enega delovnega cikla bagra, ki obsega: zajem materiala z žlico, obračanje kupole, iztros materiala iz žlice in obračanje kupole v prvotni položaj za ponovitev cikla.

Za tovrstni preizkus bi tako potreboval vozilo, gorivo, prostor za opravljanje preizkusa, primerno število vojakov z licenco za upravljanje z bagrom kolesnikom, tovornjak prekucnik in voznika tovornjaka prekucnika, časomerilca, zapisovalca izmerjenih časov. Takšen preizkus torej zahteva ogromno ljudi, sredstev, časa in prostora, ki pa jih, zaradi intenzivnosti usposabljanja, žal, nisem imel na voljo. To ostaja naloga za naslednje generacije oz. projekte v okviru SV.

## **1. 6 HIPOTEZA**

Hipoteza zaključne naloge temelji na domnevi pomembnosti normiranja delovnega učinka in trdi: »Z normiranjem delovnega učinka gradbenih strojev 14. INŽB za potrebe bojevanja SV okrepi podporo preživetja in pripomore k učinkovitejši podpori bojnega delovanja lastnih sil.«

## 2 OSNOVE KATEGORIZACIJE TAL IN GRADBENIH DEL

### 2. 1 TEORETIČNI OKVIR

Delovni učinek nam prikazuje kolikšna je stopnja izkoriščenosti gradbenih strojev in usposobljenosti upravljavca, če so znani pogoji v katerim se delo izvaja.

Pojma »norma« in »normativ« izhajata iz latinščine in označujeta pravilo, predpis, merilo dela sredstev in energije. Normativ je širši pojem in predstavlja predpis kateri regulira materijo iz kakršnekoli področja človeške dejavnosti. Norma pa bolj natančno določa količino, kakovost in pogoje v katerih je potrebno opraviti določena dela (glej Hristov, 1978).

Če ostanemo izključno na področju organizacije inženirskih del, imata pojma »norma« in »normativ« bolj ozek in konkreten pomen, veljala pa bosta izključno za norme del, katere izvajajo inženirske enote.

Normiranje in merjenje učinkov vsakega dela kot tudi inženirskih del ima večplasten pomen. Kot prvo delovna norma je osnova za načrtovanje potrebne delovne sile, strojnih kapacitet, orodij, materialov in energije. Kot drugo, edino s pomočjo norm lahko določimo čas trajanja in rok končanja posameznih del, s tem pa lahko vzporedno načrtujemo uvajanje in umikanje gradbenih strojev. Kot tretje, delovne norme so osnova za ugotavljanje kvantitete in kvalitete izvedenih del kot tudi za izračun vloženega dela ljudi, porabljenih moto ur, materiala in energije. Kot četrto, je delovna norma merilo obremenjenosti ljudi in strojev brez katere ni možno ugotoviti kdo koliko dela in kakšne rezultate dosega. In ne nazadnje, (peto) delovne norme so najbolj objektivni kazalec za nagrajevanje opravljenega dela.

V različni strokovni literaturi<sup>3</sup> se pojem »delovna norma« opredeljuje na podoben, a neenoten način. Brez zahajanja v analize posameznih definicij, je najbolj splošna sledeča: »Delovna norma je čas, potreben, da povprečno večša oseba z določeno kvalifikacijo, z upoštevanjem normalnih delovnih pogojev z določenim sredstvom, na točno določen način z normalno delovno vnemo in utrujenostjo, izvrši nekakšno točno določeno delo« (Hristov, 1978, 88). Izražamo jo v različnih enotah tako prostorninskih kot tudi časovnih, zato tudi poznamo časovne- $N_c$  (ure, minute, sekunde) in količinske  $N_k$  ( $m^3$ , litri itd.) norme-razmerje je  $N_c \times N_k = 1$ . Dalje poznamo norme posameznika (individualne), skupinske in globalne norme.

Norma velja samo za predpisane pogoje dela, vrsto materiala in orodja. Če pride do sprememb enega ali več od naštetih elementov, je nujno potrebno korigirati normo in sicer proporcionalno.

Normirati nekakšno delo pomeni, da v opredeljenih pogojih iznajdemo najbolj ekonomičen način dela ter določimo čas njegovega trajanja, v katerem lahko povprečno večša in kvalificirana oseba na predpisan način in s potrebnimi sredstvi za delo, z normalno delovno vnemo in utrujenostjo, kakovostno izvrši določeno delo.

Normiranje dela je ena od oblik znanstveno raziskovalnega dela, ker pri tem uporabljamo znanstvene metode raziskovanja. Pri normiranju, enako kot pri znanstveno raziskovalnem delu, veljajo enaki kriteriji in načela. Proces dela pri normiranju poteka po naslednjem vrstnem redu:

- Postavljanje cilja – definiranje oz. opredeljevanje problema;
- Izbira metode dela, potrebnih sil in sredstev za izvedbo normiranja;
- Izdelava predračuna;
- Izdelava načrta in programa;
- Tehnika in organizacija izvedbe;
- Obdelava podatkov;
- Uvajanje in preverjanje novih norm v praksi;
- Popravek (korekcija) norm (povzeto po Hristov, 1978).

---

<sup>3</sup> Npr. Pajk (1982, 15-20).

## 2. 2 KATEGORIZACIJA TAL

Pri izračunu norm delovnega učinka gradbenih strojev je najprej potrebno poznati elemente, s katerimi se srečujemo pri normiranju. Prvi je zemljišče, ki ga je potrebno kategorizirati, drugi pa razdelitev gradbenih del, ki jih gradbeni stroji opravljajo. Oba je potrebno poznati, da vemo, za katere naloge gradbene stroje uporabljamo.

Zemljišče je osnovni element, kateri nam pogojuje delo s stroji. To se v naravi pojavlja v različnih oblikah in ga lahko razdelimo v skupine. Vse geološke lastnosti tal so razvrščene v sedem skupin – kategorij. Prve tri kategorije predstavljajo zemljo, četrta je prehod in od pete do sedme so zajeti kompaktni sloji. Našteto razvrstimo v preprosto tabelo:

**Tabela 1: (Vojaška) Kategorizacija tal**

Kategorija	Opis
I.	sipka mehka zemlja, humus, čisti pesek in nevezani gramoz.
II.	plodna zemlja, peskata glina, zbiti pesek in nevezani gramoz.
III.	kompaktna in žilava zemlja, grob polvezani gramoz, naravno vlažna ilovica in ilovica z majhnim procentom peska
IV.	stene, ki niso kompaktne(mehke) lapor, mehki in razpadajoči apnenec, in mehki peščenjaki
V.	mehke stene (srednje trdote), konglomerati, apnenci, in vse druge razpokane stene
VI.	kompaktne trde stene dolomiti, marmor, kvarc, masivni apnenec
VII.	trde stene (granit, kvarc, bazalt)-najdemo jih v kamnolomih ali terenih kjer ni mogoče izdelovati objektov utrjevanja.

Po Pajku (1982) se tla delijo v kategorije po naslednjem vzorcu<sup>4</sup>:

**Tabela 2: Kategorizacija tal**

Kategorija	Značilnosti tal za posamezno kategorijo	Pripomočki za ročni izkop <sup>5</sup>	Koeficient nakladanja (začasno povečanje prostornine)	Trajno povečanje prostornine v % raščnih tal
I.	Sipka zemlja	Lopata, zajemalka	1,15	0-2%
II.	Navadna zemlja	Lopata za vbadanje	1,20	2-4%
III.	Trdna zemlja	Lopata in kramp	1,25	3-5%
IV.	Skala v razpadanju	Kramp, lomilka	1,30	4-7% in več
V.	Mehka skala	Razstrelivo, sicer kakor IV.	1,40	8-10% in več
VI.	Trdna skala	Razstrelivo	1,50	10-15% in več
VII.	Zelo trdna skala	Razstrelivo	1,50	10-15% in več

<sup>4</sup> Avtor v kategorizaciji poda še nekatere druge parametre, ki bodo razloženi v nadaljevanju.

<sup>5</sup> Pomembno v kolikor inženirske enote svetujejo pehotnim pri vkopavanju.

Vir: Pajk (1982, 18)

Avtor navaja, da je »... kriterij za uvrstitev posameznih vrst tal v kategorije I-VII izključno le odpor, ki ga nudi določeno zemljišče pri izkopavanju in s tem v zvezi poraba časa in materiala, kar vpliva na ceno izkopa.« (Pajk, 1982, 18)

Ta kategorizacija nima nobene zveze s kakršnokoli drugo kategorizacijo, kot jo na primer izdelajo na področju geologije in geomehanike, kjer so tla klasificirana-razdeljena po geološkem sestavu, nosilnosti tal in podobnih kriterijih.

Vse te delitve imajo za vojaške potrebe izjemen pomen, še posebej vojaška razdelitev navedena v prvi tabeli. Da se tla uvrstijo v določeno skupino, je pomemben odpor zemljišča, ki ga nudi pri izkopavanju, s tem v zvezi pa se to odraža na porabi časa in materiala. Cena izkopa nima, za vojaške potrebe, pri tem nobenega pomena. Kar je z vojaškega vidika pomembno so to čas in uporabljena materialna sredstva.

Čas je pomemben z vidika priprave določenega zemljišča za bojno delovanje, pa najsi gre za napadalno ali obrambno delovanje. Ta dejavnik morajo imeti natančno opredeljen poveljniki enot, saj je le-ta eden ključnih dejavnikov taktike<sup>6</sup>, ki lahko privede do uspeha ali pa pogojuje neuspeh.

Kot drugo so pomembna uporabljena materialna sredstva. S pravilno izbiro in kasneje s pravilno uporabo materialnih sredstev lahko načrtovalci in izvajalci del zagotovimo najučinkovitejše delo, kar pa nedvomno vpliva na čas dela in posredno pogojuje bojno delovanje. Ravno iz tega vidika je normiranje učinka gradbenih strojev izjemnega pomena, vendar pa je metodologijo normiranja potrebno uspešno zastaviti ter izbrati parametre po katerih se bo prišlo do norm delovnega učinka za izbrane gradbene stroje.

## 2. 3 STOPNJE (FAZE) GRADBENIH DEL

Delo je proces pri katerem človek, z uporabo pripomočkov, vpliva na izgled zemljišča ter ga po svoji volji in sebi v prid spreminja. S to trditvijo najlažje opišemo pojem dela in ga s tem naredimo razumljivega. Pri organizaciji del se v vseh organizacijah srečujejo z izzivi, kako bo določeno delo v čim krajšem času opravljeno, hkrati pa bo tudi ekonomsko upravičeno. V vojaški organizaciji predvsem ekonomska upravičenost ne bi smela biti prvotni cilj, pač pa mora biti vodilo vojaška uporabnost. Da dosežemo to stopnjo, je potrebno pred začetkom gradbenih del le-ta organizirati. Vsa gradbena dela strukturiramo na enak način, ki nam pomaga pri organizaciji delovnega procesa. Struktura gradbenih del se deli na pripravljalna<sup>7</sup>, pomožna<sup>8</sup>, glavna<sup>9</sup> in zaključna<sup>10</sup> gradbena dela.

---

<sup>6</sup> Dejavniki taktike so: ljudje (moštvo), prostor, MTS, čas in vreme

<sup>7</sup> V ta sklop sodijo vse aktivnosti od trenutka, ko dobimo nalogo do začetka izvajanja (gradbenih) del: spoznanje z nalogo, zbiranje potrebnih podatkov za dokončno odločitev in pridobitev tehnične dokumentacije, priprava enote za nalogo, razmestitev enote in tehničnih sredstev na delovna mesta.

<sup>8</sup> Aktivnosti, ki omogočijo izvajanje glavnih gradbenih del: izgradnja dostopnih poti, čiščenje terena, priprava materiala itd.

<sup>9</sup> To so vsa neposredna dela, ki vodijo k izvršitvi osnovne naloge npr. postavljanju mosta.

<sup>10</sup> So vsa dela, ki jih opravimo po zaključku glavnih gradbenih del: zaključevanje dokumentacije, sanacija zemljišča, sredstev itd.

## 3 GRADBENI STROJI

### 3. 1 ZGODOVINA, RAZVOJ IN PREDSTAVITEV GRADBENIH STROJEV

Gradbeni stroji niso izum 20. stoletja, stoletja, v katerem je človek dosegel največji tehnološki napredek. Obstajajo že tisočletja, samo njihov izgled, uporabljeni materiali, uporabnost itd. so se spremenili. Človek, kot uporabnik strojev, jih je izpopolnil, naredil odpornejše in uporabnejše. V antiki in pred njo, so obstajali delovni stroji, ki so večinoma izkoriščali mehansko energijo in surovo moč človeka ali živali. Temeljili so predvsem na naravnih materialih, ki so jih predelali in povezali v celoto in ji rečemo gradbeni stroj. Kot primer navedimo šaduf. Šaduf je naprava, katero najbolj poznamo iz starodavnega Egipta. Tam jo še vedno uporabljajo za namakanje polj ob rekah. Namenjena je prenašanju vode iz enega mesta na drugo s pomočjo vzvodne ročice in vedra. Poleg prenašanja vode lahko z njim prenašamo sipki material npr. pesek ali prod. Človeku omogoča prenos več materiala in manj potrebne delovne sile, kot če bi material prenašal človek sam.

Z razvojem tehnike je človek odkril parne motorje ter razvil prve parne stroje v 18. stoletju. Izumitelj prvega parnega stroja je Britanec James Watt. Iznajdba leta 1765 je povzročila tehnično revolucijo, ki je človeštvu prinesla bistven napredek in hitrejše ter predvsem cenejše delo. Tako pridobljeno mehansko delo se danes uporablja pretežno za pridobivanje električne energije ali za sočasno pridobivanje električne energije in toplote. Sodobni parni stroji se hitro vrtijo, so robustni, imajo možnost dograjevanja novih valjev in s tem lahko dodatno povečamo moč. Parni stroj ne more obratovati samostojno, ampak le v sklopu parnega batnega postroja. Sestavljajo ga parni kotel, parni batni stroj, kondenzator pare in črpalka za kotlovsko vodo. Sestavni deli so med seboj povezani s cevovodi, delovna snov pa teče v zaprtem tokokrogu. Ustrezni teoretični proces se imenuje Clausius-Rankineov proces.

Parni stroji so človeštvo »premikali« do sredine 20. stoletja. Najbolj znani predstavnik parnega stroja je skoraj zagotovo parna lokomotiva, ki je ljudem omogočila hitrejše in cenejše migracije. Vendar so parne stroje ob koncu 19. stoletja začeli izrinjati stroji z motorji na notranje izgorevanje. Ti so bili predvsem učinkovitejši pri izrabi energije in niso potrebovali neprestanega streženja stroja. Motorje z notranjim zgorevanjem imenujemo stroje, ki kemično energijo goriva spreminjajo v mehansko delo. Kemična energija se v procesu zgorevanja v motorju spreminja v toplotno energijo, ta pa se zaradi povečanja zgorevalnih tlakov spreminja v mehansko energijo. Delimo jih na:

- batne motorje, pri katerih povečan tlak plinov, ki nastane pri zgorevanju, pritiska na bat. Premočno gibanje bata se preko ročičnega mehanizma spremeni v krožno gibanje ročične gredi;
- turbinske motorje, ki so izdelani tako, da pri zgorevanju nastali tlak plinov deluje na lopatasto kolo rotorja in ga vrti (turbopropelerska letala);
- tokovne motorje, ki delujejo na osnovi reakcijskega učinka iztekajočih plinov (reakcijska letala).

Izmed vseh vrst motorjev<sup>11</sup>, so stroji z motorji na notranje izgorevanje najbolj učinkoviti in uporabni za gradbene stroje. Ravno s tem razlogom so se v gradbeništvu tudi uveljavili, saj strojem zagotavljajo dovolj veliko moč, navor in hitrost za opravljanje gradbenih del (Slika 1).

---

<sup>11</sup> Poznamo tudi npr. električne motorje.

### 3. 1. 1 Nekateri gradbeni stroji

Nakladalec (angl. loader, nem. Lader) je gibljiv in lahko transportni gradbeni stroj, katerega se večinoma uporablja za nakladanje in prenos sipkih materialov. Z njim lahko izvajamo tudi manjše izkope v določenih vrstah tal. Standardni gradbeni nakladalec ima podvozje na gumijastih kolesih, ki so proti obrabi ali poškodbam najpogosteje zaščitena z verigami. Redkeje se uporabljajo nakladalci na gosenicah. Na sprednji strani nakladalca je pritrjena nakladalna lopata. To je osnovno orodje s katerim nakladalec čelno zajema material ter ga tudi čelno iztvori. Pri standardnih pregibnih nakladalcih na gumijastih kolesih so sprednja kolesa in lopata preko pregiba vezana na zadnji del stroja, ki je na drugem paru koles. Možnost zamenjave raznih orodij daje nakladalcu lastnosti univerzalnega gradbenega stroja.

Valjar (angl. roller, nem. Walz) je stroj za zbijanje z valjanjem sorazmerno večjih zemeljskih mas, kamenih ter z vezivi stabiliziranih materialov. Prav tako se uporablja za valjanje debelozmatih betonov (t.i. valjani beton) ter asfaltnih slojev. Valjarji so lahko vlečni ali samohodni. Glede na konstrukcijo oziroma materiale ter obliko obloge oziroma plašča se valjarji delijo na (kovinske) gladke valjarje, ježe (zamenjamo plašč) ter na valjarje gumenjake. Vlečni valjarji se večinoma vlečejo pomočjo buldožerja. Samohodni valjarji so dvo-osovinski in to z enim valjem in gumijastimi kolesi ali pa z dvema valjema (tandem valjar). Posebna vrsta valjarjev so kompaktorji, ki se večinoma uporabljajo na odlagališčih odpadkov. Zahtevani parametri zbitosti (oziroma potrebna energija zbijanja) se dosežejo z regulacijo amplitude (odskoka) ter številom vibracij in prehodov valjarja.

Kopač-Nakladalec ali bager-nakladalec in največkrat "kombinirka" (angl. backhoe loader, nem. Baggerlader) je kombinacija bagra in nakladalca v enem stroju. Je traktor na gumastih kolesih-pnevmatikah, ki ima spredaj nakladalno lopato-žlico, zadaj pa bagrski krak, najpogosteje z globinsko lopato bagra. Kombinirka je gradbeni stroj, pri katerih zamenjava orodij na obeh delavnih straneh omogoča več različnih delavnih operacij. V sebi združuje lastnosti več gradbenih strojev. Primerna je za izvedbo raznih vrst zemeljskih del manjšega obsega in manjših montažnih del (montažo cevovodov v rovih,...) v okviru manjših gradbišč.

Bager (angl. excavator, nem. Bagger) je vrsta tehničnega sredstva, katerega največ uporabljamo za strojno delo v gradnji in proizvodnji gradbenih idr. materialov. Zajema širok razpon različnih vrst, oblik, podvrst in tipov gradbenih strojev sorazmerno podobnih delovnih konceptov, ki so predvsem namenjene za površinski, podzemni in podvodni izkop v raščeni tleh in steni, oziroma za izkop in nakladanje zemeljskih in kamenih materialov. Uporabljamo ga za planiranje in oblikovanje nasipov s pomočjo vseh vrst sipkih materialov in kamnitih gradiv. V osnovi bage delimo na:

- gradbene bage z enim krakom ter z eno globinsko, nakladalno ali zajemalno lopato-žlico (t.i. bagri lopatarji) oziroma vlečno košaro (»skrejper«),
- bage z več lopatami v obliki veder (bagri vedričarji in del njim podobnih rovokopalcev oz. »trenčerjev« za izkop v tleh) ter
- bage brez lopat ali veder (bagri sesalci ali »refulerji«, rovokopalci).

Bagri za premikanje po delovišču uporabljajo gosenice, kolesa-pnevmatike (sem spadajo avtobagri), lahko so grajeni na vagonskem podvozju oziroma tračnicah ali na določenih vrstah plovil (plovni bagri). Standardne gradbene bage, z enim krakom in eno lopato-žlico na tem kraku, sestavlja: podvozje z opremo za gibanje (predvsem gosenice ali gumijasta kolesa pri manjših bagrih) na katerem se nahaja podstavek, ki se obrača za 360 stopinj; podstavek nosi pogonske motorje, opremo za prenos, upravljavsko kabino ter krak bagra z lopato ali nekim drugim orodjem. V smislu prenosa pogonske energije na delovni del, na lopato ali neko drugo orodje se standardni bagri z eno lopato delijo na bage z vlečno žlico in na hidravlične bage. Opišemo jih lahko kot univerzalne oz. večnamenske gradbene stroje. Večnamenskost teh bagrov se kaže v tem, da lahko hitro menjajo razne vrste lopat, priročna orodja in orodja na kraku ter tako izvajajo razna dela pri gradnji in zemeljskih delih (Slika 2).

Buldožer ali včasih tudi ravnalnik (angl. dozers, nem. Planierer) je tipični gradbeni stroj, večinoma za masovni izkop tal in krhke stene s strganjem ter za transport z rinjenjem. Uporablja se tudi za razstiranje in grobo planiranje sipkih zemljin in kamenih materialov. Delo buldožerja je učinkovito do približno 100 metrov. Buldožer sestavljajo traktorsko podvozje, najpogosteje na gosenicah, na katerega je s sprednje strani nameščeno osnovno delovno orodje t.i. nož buldožerja v obliki deske. Z zadnje strani ima lahko buldožer nameščen »ripper« oz. slovensko rahljač (zob, kljun), kateri omogoča tudi izkop določenih vrst sten<sup>12</sup>. Redkeje zasledimo buldožerje na kolesih, ki so podobni nakladalcu z buldožerskim nožem. Uporabljajo se tudi za vleko drugih strojev, kar kaže na njihovo uporabnost, in kot podvozje razne tehnološke opreme ter za polaganje cevi.

Bagre bom bolj podrobno predstavil na primerih iz 14. INŽB, ker so zelo uporabni in učinkoviti pri izkopu in ob morebitnem utrjevanju. Z njimi lahko hitro in učinkovito utrdimo vod, četo ali bataljon.

Najboljše dosežke lahko gradbeni stroji, tudi bagri, dosežejo ob pomoči moštva oz. vojakov. Sodelovanje in sobojevanje enot je izredno pomembno, saj se le tako lahko dosežejo učinki v mejah pričakovanj. Sodelovanje enot pride v poštev v primeru priprave obrambe oz. utrjevanje pred bojnim delovanjem. Sobojujejo se lahko enote, ki so namenjene bojnemu delovanju in enote za bojno podporo, ki imajo zadosti minsko-balistične zaščite, kot so npr. oklepljeni gradbeni stroji.

### **3. 1. 1. 1 Bager goseničar E195E**

#### **1. NAMEN**

Bager goseničar 195E je standardni gradbeni stroj z enim krakom in eno lopato (žlico) na njem. Uporablja se za površinski, podzemni in podvodni izkop v raščenih tleh in steni, oziroma za izkop in nakladanje zemeljskih in kamenih materialov. Njegova uporaba zajema še planiranje in oblikovanje nasipov s pomočjo vseh vrst sipkih materialov in kamnitih gradiv. Za tovrstna dela je bager goseničar izjemno primeren. Pri tem delu pride še posebej do izraza, da stroj za premikanje uporablja gosenice in ne kolesa, kar na neurejenem zemljišču pride še kako prav. To, da je bager goseničar, mu omogoča boljši dostop in manever na neutrjenih zemljiščih.

Ta gradbeni stroj je primeren za nakladanje, kopanje, razbijanje, betoniranje itd. To mu omogoča paleta izbora različnih priključkov-orodij, kar ga naredi bolj univerzalnega in precej bolj uporabnega. Za namestitvev drugih priključkov je sicer potrebna človeška pomoč, vendar se to opravi hitro, nato pa bager že nadaljuje z delom. Kot smo že prej omenili univerzalnost teh bagrov vidi v tem, da lahko hitro menjajo razne vrste in oblike lopat, priročna orodja in orodja na kraku ter tako lahko izvajajo razna dela pri gradnji in zemeljskih delih. Veliko strojev nima teh možnosti ali pa so njihove zmogljivosti zelo omejene. Ravno iz tega razloga nekateri uporabniki gradbenih strojev bager imenujejo kot najbolj uporaben delovni stroj, ki je med njimi tudi najbolj priljubljen.

Bager goseničar 195E sestavlja mnogo različnih sklopov, ki so v nadaljevanju naštet:

- ▶ podvozje z opremo za gibanje - gosenice na katerem se nahaja,
- ▶ podstavek, ki se obrača za 360 stopinj,
- ▶ podstavek nosi pogonske motorje,
- ▶ hidravlika,
- ▶ opremo za prenos ukazov, upravljavsko kabino ter
- ▶ krak bagra z lopato ali nekim drugim orodjem.

---

<sup>12</sup> Krhkih, 1.-5. kategorija zemljine.

Podatki proizvajalca (New Holland) za bager goseničar E195E navajajo podatke, da ima stroj gosenični segment 600 mm dolg; da je širina koloseka 2590 mm; da je širina okvirja 2674 mm; da je delovna utež stroja 19430 kg ter da je specifični pritisk na tla 0,48 bara (elementi stroja so prikazani na sliki 3).

## 2. OPIS SESTAVNIH DELOV in DELOVANJE

Veliko sestavnih delov, ki so ključni za delovanje bagra, je pri vseh gradbenih, delovnih idr. strojih podobnih. Vsaj njihove funkcije so si podobne, zato ne bo pri vsakem delovnem stroju posebej opisovano delovanje npr. menjalnega mehanizma. Večina sestavnih delov je bila opisanih pri poglavju o nakladalcu ULT 160C. V nadaljevanju sledi nekaj pomembnejših podatkov o bagru E195E.

### a. MOTOR

je znamke CNH (Case New Holland), ki je eno izmed vodilnih podjetij na področju razvoja in proizvodnje gradbene mehanizacije. Motor je 4 taktni z neposrednim vbrizgom, ki ga poganja dizelsko gorivo. Dejanska moč motorja je 88 kW kar pomeni okoli 110 konjev. Valji so postavljeni v vrsti, njihovo število pa je 4. Prostornina motorja je 3900 cm<sup>3</sup> oziroma 3,9 litra (glej Tabeli 20 in 21).

### b. HIDRAVLIKA

Hidravlika omogoča bagru njegovo osnovno funkcijo, to je opravljanje večjih gradbenih del v obliki izkopov, vrtanja itd. V hidravličnem sistemu je hidravlično olje, ki ga po sistemu poganja črpalka. Prostornina črpalke za hidravlično olje je 2x98 cm<sup>3</sup>. Črpalka vodilnega sistema ima možnost pretoka oz potiska 22 litrov olja na minuto, kar zagotavlja zadostno količino za ustvarjanje potrebnega tlaka v hidravličnem sistemu. Hidravlično olje doseže največji delovni pritisk pri 37,8 MPa, kar pomeni 378 barov delovnega pritiska. Hidravlični valji so različnih dimenzij in so prikazani v tabeli 3.

### c. PRENOS

Motor je hidrostatičen z dvema hitrostma. Zavore so samodejne in po tipu jih uvrščamo med kolutne. Največji naklon, ki ga bager še zmore premagati ne presega 70% naklona. Kot smo že omenili se bager giba z dvema hitrostma in sicer 3,5 km/h-počasi in s 5 km/h hitro. Njegova kupola se okoli svoje osi vrti z 11,5 obratov na minuto, kar daje stroju sposobnost za hitro izpolnjevanje nalog. V rokah izurjenega strojnika je bager lahko popolno »orodje«. Iz tega lahko zaključimo, da je bager New Holland 195E zelo sposoben gradbeni stroj, ki pa je visoko specializiran za delo na težko dostopnem terenu. Ni primeren za gibanje po cestah in kot udeleženelec v prometu kar mu niti ne omogočata doseženi končni hitrosti. Je pa bager izjemno zmogljiv za premagovanje večjih naklonov.



### 3. POMEMBNEJŠI DELI STROJA

#### a. KABINA STROJNIKA

Kabina strojnika je eden najpomembnejših elementov stroja, katerega mora strežič stroja poznati do potankosti. V njej se namreč nahaja večina inštrumentov, potrebnih za upravljanje s strojem (Slika 4).

Za razliko od nakladalca ta stroj v kabini nima volana, pač pa se vse upravlja preko ročic. Torej je kabina podobno zasnovana kot v ostalih goseničarjih, le da je prilagojena namenu. Najpomembnejši elementi kabine so zagotovo ročice za upravljanje, saj se z njimi vrši dejansko delo in se ustvarja določen rezultat. Ravno zato je potrebno nameniti posebno pozornost usposabljanju vojakov strojnikov, ki so razporejeni na gradbeni stroj. Dobro poznavanje elementov stroja in praktično delo z njim privedeta do dobre usposobljenosti, učinkovitosti pri izvajanju nalog in skrajševanju potrebnega časa za izvršitev zadane naloge. Vse naštetu pa je izredno pomemben dejavnik, če želimo izdelati merodajne norme in izračunati pravilne učinke gradbenih strojev.

### 4. OSNOVNO VZDRŽEVANJE

Kot smo omenili že pri nakladalcu, se osnovno vzdrževanje omeji predvsem na dnevni pregled vozila pred, med in po uporabi. Za tovrstno vzdrževanje je odgovoren in zadolžen strojnik stroja. Naj omenim še samo, da za večino gradbenih strojev veljajo naslednji intervali nadaljevalnega vzdrževanja oz. vzdrževanja na višji stopnji in sicer na: 100, 250 (1 mesec), 500 (ali 3 mesece), 1000 (ali 6 mesecev), 1500, 2000 (ali 1 leto), 2500 in 3000 (ali 2 leti) delovnih ur.

Za bager goseničar veljajo naslednje obveznosti pri dnevne pregledu. Pred začetkom delovnega dne se bager vizualno pregleda in ugotovi morebitne nepravilnosti, prav tako pa se preverijo: motorno olje, hladilni sistem motorja, olje hidravličnega sistema, nivo rezervoarja za gorivo, rezervoar pralne naprave vetrobrana, ciklonski pred-čistilec; očisti pa se pred-čistilec goriva.<sup>13</sup> Vse naštetu mora biti preverjeno pred začetkom delovnega dne, da lahko zaključimo, da je bager brezhiben in pripravljen za uporabo. Vse to namreč pogojuje stroške delovanja bagra, zmanjša stroške vzdrževanja in pogojuje samo učinkovitost gradbenega stroja.

#### **3. 1. 1. 2 Bager kolesnik MHPlus C**

##### 1. NAMEN

Bager na kolesih MHPlus C je bager proizvajalca CNH. Kot vidimo ob predstavljenem bagru izhajata iz istega podjetja. Bager kolesnik ima zelo podobne lastnosti kot bager na gosenicah, zato ga ne bom podrobno predstavljal. Omenim naj samo nekaj razlik med njima.

Bager kolesnik se, za razliko od svojega »sorodnika«, giblje na kolesih. To ima lahko določene prednosti, ima pa tudi nekaj slabosti. Zagotovo je ena od slabosti ta, da je na delovišču manj gibljiv od bagra goseničarja in težje premaguje neraven teren. Po drugi strani je izjemno mobilni, kar mu omogočajo kolesa. Dosega tudi višje hitrosti kot bager na gosenicah. Delovna hitrost dosega 9 km/h, prenosna pa do 35 km/h. Načeloma se na krajših razdaljah lahko premika sam. Za daljše je še vedno potreben prevoz z labodico.

Kot drugo razliko bi rad izpostavil, da je bager kolesnik predstavnik bagra s tritočkovnim zgibom lopate, medtem ko je bager goseničar predstavnik bagrov z dvotočkovnim zgibom žlice. Teoretično bi moral bager kolesnik dosegati boljše rezultate izkopa kot bager

---

<sup>13</sup> New Holland. Navodila za uporabo in vzdrževanje. str. 4-7.

goseničar. Vendar pa je to dokaj relativno, saj je vse odvisno od izurjenosti strojnika na bagru.

## 2. OPIS SESTAVNIH DELOV in DELOVANJE

Sestavni deli so podobni pri vseh bagrih. Pri tem dotičnem je širina žlic 600 mm in več. Izkopava lahko do višine 9385 mm, v globino pa lahko izkoplje do 6115 mm. Vzpenja se lahko do 65% naklona v delovnem načinu. V prenosnem zmore 15% naklon. Kapaciteta rezervoarja je 250 l, na delovno uro porabi do 18 litrov goriva. Bager ima možnost priključitve številnih drugih orodij kot je npr. hidravlično kladivo z maso 80 kg, frekvenco udarcev do 900 na minuto in energijo udarca 2500 J.

## 3. OSNOVNO VZDRŽEVANJE

Osnovno vzdrževanje je podobno kot pri bagru goseničarju in obsega vzdrževanje na: 100, 250 (1 mesec), 500 (ali 3 mesece), 1000 (ali 6 mesecev), 1500, 2000 (ali 1 leto), 2500 in 3000 (ali 2 leti) delovnih ur.

Pred začetkom delovnega dne se bager vizualno pregleda in ugotovi morebitne nepravilnosti, prav tako pa se preverijo: motorno olje, hladilni sistem motorja, olje hidravličnega sistema, nivo rezervoarja za gorivo, rezervoar pralne naprave vetrobrana, ciklonski pred-čistilec; očisti pa se pred-čistilec goriva.<sup>14</sup> Vse naštetu mora biti preverjeno pred začetkom delovnega dne, da lahko zaključimo, da je bager brezhiben in pripravljen za uporabo.

---

<sup>14</sup> New Holland. Navodila za uporabo in vzdrževanje. str. 4-7.

## 4 VOJAŠKI GRADBENI STROJI

Vojaški gradbeni stroji (VGS) so precej kompleksen pojem, ki obsega vsaj dve različni disciplini. Vendar pa najprej razjasnimo, kje se vojaški gradbeni stroji uporabljajo. Poznamo več tipov vojaških gradbenih strojev, večinoma pa jih uporabljajo inženirske enote pri svojih nalogah. So gradbeni stroji, namenjeni za vojaške naloge. Poznamo več delitev gradbenih strojev npr. na gradbene stroje s cikličnim delovanjem (bager, nakladalec itd.) in na gradbene stroje s kontinuiranim delovanjem (npr. avtomešalec oz. tovornjak mešalec oz. hruška). V vojaških krogih delimo gradbene stroje na drugačen način in sicer v tri skupine:

- a. Civilni gradbeni stroji,
- b. Vojaško prirejeni gradbeni stroji,
- c. Oklepljeni gradbeni stroji.

Vse tri skupine spadajo v skupino gradbenih strojev, vendar samo zadnji dve spadata v skupino vojaških gradbenih strojev in ju lahko vojaško opredelimo. Prva skupina, torej civilni gradbeni stroji, se pretežno uporabljajo v civilnih organizacijah kot so npr. gradbena podjetja. Le redko in ob izrednih razmerah jih vojska lahko uporabi, pa čeprav si v Republiki Sloveniji Slovenska vojska pridružuje pravico do uporabe gradbenih idr. strojev v izrednem in vojnem stanju (ZObr, Uradni list RS, št. 103/2004.).<sup>15</sup> To je mišljeno v okviru materialne dolžnosti državljanov Republike Slovenije pri obrambi države.

Druga skupina gradbenih strojev so vojaško prirejeni gradbeni stroji. V to skupino spadajo vozila, katera podjetja proizvajajo za civilni trg, vendar so jih priredili za potrebe vojske. Večinoma se pri tovrstnih gradbenih strojih priredi šasija (največkrat okvir in vzmetenje), stroj se prebarva v vojaške barve ter se s tem doseže primernost za vojaško uporabo. Ti stroji niso primerni za uporabo na prvi bojni črti in se jih večinoma uporablja za zaledne naloge.

Tretjo skupino gradbenih strojev predstavljajo, po vojaški opredelitvi, oklepljeni gradbeni stroji. Ti stroji so najbolj robustni in trpežni predstavniki VGS ter so primerni za uporabo v najtežjih pogojih dela, tudi v prvi bojni črti. Kot že samo ime pove, so ti stroji oklepljeni, s čimer se doseže večja varnost vojakov strojnikov in se razširi polje uporabe stroja tudi na neposredno bojno podporo na bojnih nalogah.

V nadaljevanju bosta predstavljeni dve skupini gradbenih strojev in sicer vojaško prirejeni gradbeni stroji ter oklepljeni gradbeni stroji.

### 4. 1 VOJAŠKO PRIREJENI GRADBENI STROJI

Pri svojem delu se inženirske enote velikokrat srečujejo s potrebo po gradbenih strojih tudi izven bojnih situacij. Večinoma se te enote pripravljajo in urijo v miru, da bodo uspešno delovale v vojni. Po drugi strani pa se gradbeni stroji v vojski uporabljajo tudi za naloge zaščite in reševanja. SV je kot obrambna sila Republike Slovenije (RS) vpeta v sistem zaščite in reševanja ter tako pomaga ob naravnih in drugih nesrečah s svojim znanjem in tehničnimi zmožnostmi. Predpogoj je, da mora, v okviru zakonskih pooblastil, za pomoč SV zaprositi Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje, načelnik Civilne zaščite oz. ostali pristojni organi. Šele nato lahko SV da na razpolago ljudi in MTS (materialno-tehnična sredstva) civilnim strukturam.

Ravno za potrebe zaščite in reševanja se je v zadnjih letih v RS največ uporabljalo gradbene stroje SV. Ti po svojih karakteristikah nikakor ne morejo biti uvrščeni med tipične

---

<sup>15</sup> 6. člen 1. točka 2. odstavek Zakona o obrambi.

oklepljene gradbene stroje, saj nimajo nikakršne minsko-balistične zaščite, pač pa med vojaško prirejene gradbene stroje. Tem strojem se največkrat kakšen del priredi, ojača oz. okrepi. Od tod tudi ime vojaško prirejeni gradbeni stroji. Tako se npr. tovornjakom prekucnikom okrepi šasija, predvsem okvir, podvozje in vzmetenje, saj večinoma delujejo na neurejenih in neutrjenih območjih. S tem jih priredimo za vojaške potrebe, da zdržijo večje obremenitve od običajnih gradbenih strojev. V glavnem pa karoserija in motor ostaneta, pri tej skupini gradbenih strojev, enaka in se ju ne prireja za vojaške potrebe.

V nadaljevanju je naštetih in opisanih par predstavnikov skupine vojaško prirejenih gradbenih strojev.

#### **4. 1. 1 Bager**

Kot vojaško prirejen gradbeni stroj bager New Holland MHPlusC, ki ga uporablja SV, ni popolnoma nič spremenjen in se od civilne različice ne razlikuje v ničemer, razen v barvi. Njegove karakteristike so predstavljene v prilogi A. 3. Omenjeni bager je izjemno primeren za vojaške potrebe, saj je zelo okreten, krak lopate pa je tritočkovni in zaradi tega dosega boljše delovne učinke. V SV sta v uporabi dve različici bagrov in sicer že prej omenjeni kolesnik, v operativni uporabi pa je še bager goseničar New Holland E195E predstavljen v prilogi A. 2. Največ se uporabljata za nakladanje različnega materiala in za različne izkope.

#### **4. 1. 2 Tovorno vozilo-prekucnik**

Osnovne lastnosti vozil namenjenih za prevoz tovora so sorazmerno velika potovalna hitrost, velika manevrska sposobnost in prilagodljivost vsem delovnim pogojem (vremenski pogoji, topografija prometnic, svetlobnih pogojev,...). Tipična gradbena vozila za masovni prevoz sipkih tovorov so kamioni »kiperji«-prekucniki.

Navedeno vozilo je tipični predstavnik skupine vojaško prirejenih gradbenih strojev. V osnovi je zasnovan kot civilni tovornjak prekucnik, vendar je bila ob izdelavi upoštevana namenskost in so s tem namenom okrepili šasijo prekucnika. Tako je sedaj primeren za uporabo na manj urejenih in utrjenih površinah. Najbolj vidna novost na tovornjaku prekucniku je kovinski nastavek za plug, nož itd., ob tem so nameščeni še priključki za hidravliko. Omenimo še, da je tovornjak prebarvana v barve, ki jih uporablja SV (glej Sliko 7).

### **4. 2 OKLEPLJENI (INŽENIRSKI) GRADBENI STROJI**

V prejšnji točki smo omenili vmesno stopnjo med civilnimi in oklepljenimi gradbenimi stroji, to so vojaško prirejeni gradbeni stroji. Skupina, ki sledi, so oklepljeni gradbeni stroji. To so tipično vojaški gradbeni stroji, katerih osnovna naloga izhaja iz civilnih struktur, vendar so namensko narejeni za vojsko in niso samo prirejeni, kot npr. prejšnja skupina strojev. To pomeni, da je gradbenim strojem dodan tudi oklep, kar poveča njihovo minsko-balistično zaščito. S tem dosežemo tudi ustreznost za uporabo na izpostavljenih delih bojišča, to je v prvi bojni črti, kjer zagotavljajo podporo bojevanja lastnih sil.

Oklep je tem strojem dodan predvsem zaradi mnogih nevarnosti, ki nanje prežijo na bojišču. To so predvsem nasprotnikova artilerija, neeksplozivna ubojna sredstva, mine (protitankovske in protipehotne<sup>16</sup>), protioklepno orožje vseh vrst in ne nazadnje tudi izstrelki

---

<sup>16</sup> Po Ottawski konvenciji iz leta 1997 so protipehotne mine prepovedane, vendar vse države konvencije niso podpisale, med njimi ZDA.

iz osebnega orožja posameznika, torej pušk in pištol. Večinoma so oklepljeni z jeklenimi ploščami, kevlarскими prevlekami in neprebojnim steklom, kar jim daje največjo možno zaščito pred nasprotnikovim delovanjem.

Drugi pomemben element oz. celo pogoj oklepljenih gradbenih strojev je sama konstrukcija stroja. Na to morajo biti snovalci vojaške mehanizacije pozorni. Zato je prej pravilo kot izjema, da vojaške oklepljene gradbene stroje konstruirajo snovalci, ki imajo izkušnje s snovanjem oklepnih vozil in tankov. Iz tega lahko snovalci potegnejo mnogo pozitivnih in uporabnih vzporednic, zamisli in postopkov izdelave, ki jih lahko pridoma uporabijo pri konstruiranju oklepljenih gradbenih strojev. V mislih imam predvsem nagib oklepa in debelino oklepa<sup>17</sup>, ki še povečata zaščito. Drugi možnosti konstruiranja in uporabe zaščitnih sredstev sta še trikotna zasnova zaščite podvozja (školjka), ki udarni val in rušilno moč eksplozije preusmeri stran od vozila, ter uporaba reaktivnega oklepa na oklepljenih vozilih, ki imajo podobno konstrukcijo kot tanki. S tem namenom jih v vojskah po svetu večinoma imenujejo AEV (ang. Armoured Engineer Vehicle) oz. slovensko oklepljena inženirska vozila (OIV). S tem izrazom strokovnjaki opisujejo vsa inženirska vozila, ki so oklepljena, in ne samo oklepljenih gradbenih strojev. V tej nalogi sem, zaradi obširnosti tematike, osredotočen samo na oklepljene gradbene stroje, ki so podskupina OIV-jev. Vendar pa se v vojskah večkrat pojavi, da so OIV večnamensko zasnovana in se jih torej ne uporablja samo za gradbena dela, pač pa tudi za premagovanje ovir in njihovo odstranjevanje.

Pri delitvi oklepljenih gradbenih strojev se držimo civilnih opredelitev in jih večinoma delimo po namenu uporabe. Nekaj specifičnosti se pokaže pri nekaterih vozilih, ki imajo vojaško specifičen namen uporabe. Tako poznamo npr. oklepljene buldožerje, kot je IDF Caterpillar D9, katerega uporablja ameriška vojska v Iraku in Afganistanu; oklepljeni bager PiPz Dachs AEV v uporabi nemške vojske; inženirsko vozilo (kopač-nakladalec) Terrier, ki z letom 2011 vstopa v uporabo pri britanskih kraljevih inženircih, itd. V nadaljevanju bodo predstavljeni nekateri predstavniki skupine oklepljenih gradbenih strojev (Slika 8).

#### 4. 2. 1 OIV Terrier

Inženirsko vozilo Terrier je predstavnik skupine OIV, vendar ga lahko zaradi njegovih večnamenskih lastnosti opredelimo tudi kot oklepljeni gradbeni stroj. To vozilo je namenjeno za formacije kraljevih inženircev v Veliki Britaniji (Royal Engineers). Predvidoma v letu 2011 bo zamenjalo oklepno inženirsko vozilo starejšega tipa in sicer FV180 »bojni inženirski traktor«.<sup>18</sup> Vozilo se da prevažati z letalom in je s svojimi 30 tonami dovolj lahko za prevoz po zraku. Za zemeljska dela je namenjena sprednja žlica oz. lopata in stranska roka. S tema pripomočkoma bo namenjen za kopanje obrambnih položajev, protitankovskih rogov, premikanje zemlje, narivanje, odstranjevanje ovir, čiščenje prehodov, njihovo označevanje itd. Nanj se za premagovanje ovir lahko namesti tudi modularno izdelan prehod (ang. trackway) in sistem za premagovanje ovir Python. Po navadi vozilo upravlja posadka, ki jo sestavljata dva vojaka, lahko pa se ga upravlja daljinsko, z razdalje 1000 metrov pri npr. odstranjevanju min. Nanj je nameščen izboljšan modularen oklep, izboljšana protiminska zaščita, 360° dnevno-nočna opazovalna naprava. Njegova hitrost dosega tudi 70 km/h kar pomeni, da bo lahko sledil glavnemu bojnemu tanku britanske vojske Challenger-ju 2 in BVP (bojnemu vozilu pehote) Warrior-ju in ju pri delovanju tudi podpiral. Na natečaju za nakup je bil izbran zaradi naslednjih dobrih lastnosti:

---

<sup>17</sup> Debelina oklepa realno ni povečana, povečana je samo, če izstrellek leti na oklep pod kotom manjšim od 90°. Na tisti točki nudi oklep večji odpor izstrelku, kot če bi nanj letel pravokotno.

<sup>18</sup> Ang. FV180 Combat Engineer Tractor.

- Čisti in označuje poti,
- Izkopava obrambne položaje,
- Pripravlja ali odstranjuje fortifikacijske ovire,
- Zagotavlja največjo možno stopnjo operativne prilagodljivosti in dostopnosti,
- Zagotavlja prijazno delovno okolje za posadko (tudi daljinsko upravljanje),
- Minimalne potrebe po logistični podpori.

#### 4. 2. 2 OIV 3 Kodiak

OIV 3 Kodiak (Slika 9) je še en predstavnik skupine večfunkcijskih inženirskih oz. gradbenih strojev z oklepom. Kodiak naj bi, po navedbah proizvajalca Rheinmetall Defence, imel karakteristike glavnega bojnega tanka. Vozilo je nameščeno na šasijo tanka Leopard 2, z njim upravlja posadka treh vojakov. Nova zasnova obsega izboljšano balistično in minsko zaščito. Vse naštetu omogoča vozilu, da opravlja naloge kar pod ognjem. Obseg nalog zajema spekter od gradnje do odstranjevanja in premagovanja fortifikacijskih idr. ovir in minskih polj. Kodiak je uporaben tudi v mirovnih operacijah in misijah (MOM) in je zato predstavljen tudi v civilni različici. Opremljen je z dvema sistemoma za spopadanje z JRKB grožnjami, posadkovni del ima avtomatsko klimo in je okrepljen s protiminsko zaščito kar vključuje tudi posebne sedeže. Možna je vgraditev sistema BMS (ang. Battlefield Management System)<sup>19</sup>, radijske naprave in tudi interkoma. Oborožen je z daljinsko nadzorovano oborožitveno postajo Protector ali Qimek, kar pomeni oborožitev do kalibra 12,7 mm. Standardna konfiguracija oz. oborožitev vključuje še bombomet (2x8 bombic 76 mm). Od želje strank je odvisno ali se odločijo še za dodatni bombomet.

Posadko vozila sestavljajo poveljnik vozila, voznik/inženirec in pionirec. Vsi sistemi v vozilu, vključno z oborožitveno postajo, so lahko upravljani daljinsko ali ročno. V primeru, da se uporabijo sistemi daljinskega upravljanja, le-to omogoča varnejše delo in možnost delovanja popolnoma zaščiten pred vsemi zunanjimi vplivi z zaprtimi loputami na vozilu. Vsakemu članu posadke je na voljo lasten zaslon, preko katerega samostojno nadzira dogajanje in opravlja različne naloge. Za oborožitveno postajo je zadolžen poveljnik vozila, vse ostale sisteme upravlja voznik/inženirec. Pionirec ima v posadki vlogo strokovnjaka postavljanja fortifikacijskih ovir, razminiranja, izdelave prehodov itd. ter pomaga upravljati sisteme za uresničitev poslanstva. OIV 3 Kodiak je lahko opremljen z do šestimi kamerami: ena spredaj in ena zadaj za samo vožnjo in manevriranje, na levi in desni zadnji strani vozila sta ena do dve kameri za nadzor nad krakom lopate, ena je nameščena na element buldožerske žlice spredaj. Na zaslonih se prikazujejo različni podatki in informacije iz okolja. Podatki o hitrosti, vrtljajih itd. se prikažejo na volanskem/ročičnem zaslonu, ki je vgrajen.

Sistemi z orodji so na OIV Kodiak podprti s hidravliko. K opremi lopate spadajo vsestransko, univerzalno prijemalo, hidravlično kladivo in razbijalec/drobilec betona. Ob želji naročnika se na zadnji strani lahko prednastavijo priključki za še dve dodatni orodji. Zamenjava orodij se vrši daljinsko nadzorovano, tako da posadki ni potrebno zapuščati vozila in se po nepotrebem izpostavlja nevarnostim. Prostornina žlice je 1 m<sup>3</sup> ter lahko dvigne do 5 ton maksimalnega tovora na dosegu kraka do 9 m. Buldožerski nož je širok do 4,02 m (s stranskimi podaljški, brez 3,42 m). Angledožerski nagib noža je do 79 °, tiltdožerski pa +/- 5°. Sistem za premagovanje minskih polj sestavlja Pearsonov plug s širino večjo od 4,2 m in z nastavljivo globino čiščenja med 0 in 300 mm. Ko vozilo očisti določeno traso, jo označi s sistemom označevanja, ki je na vozilo nameščen in postavi do 50 označevalnih palic na eni strani. Sistem za izvleko oz. vleko sestavljata dva 9–tonska Rotzler vitla z dinamično vlečno silo 90 kN (kilo Newton-ov). Pri tej sili vlečeta vitla s hitrostjo 6 m/min, pri sili 2,5 kN pa vlečeta s hitrostjo 90 m/min. Uporabna dolžina jeklenice je 200 m (več na Sliki 10).

<sup>19</sup> BMS je taktični operacijski sistem za nadzor nad enotami med nalogo in nam omogoča prikaz dogajanja v realnem času.

## 5 INŽENIRSKI GRADBENI STROJI

14. INŽB SV ima v svoji sestavi različno mehanizacijo. Le-ta je prilagojena trenutnim potrebam doma in na tujem ter doktrini SV. Po uradni formaciji 14. INŽB je večina mehanizacije razporejena v gradbeno četo<sup>20</sup>, ki pa je po potrebi lahko pridodana tudi drugim enotam. V prej omenjeni četi tako najdemo tovornjak prekucnik Iveco, nakladalec ULT 160C, bager goseničar 195E, bager kolesnik MHPlus C, buldožer D150 XLT PAT, kopač-nakladalec 438C (kombinirka) in valjar Ammann 150 HD<sup>21</sup>. Nisem naštel vseh strojev v sestavi čete, vendar omenjam samo večje in pogostejše uporabljane gradbene stroje. Drugi razlog pa je, da se v tej nalogi ukvarjam izključno z gradbenimi stroji s cikličnim delovanjem. To pa so ravno ti stroji.

Navedeni gradbeni stroji se uporabljajo v mirnodobnem času za podporo enotam SV, v vojnem pa je njihovo poslanstvo zagotoviti predvsem čim boljšo podporo preživetja enotam za bojno delovanje lastnih sil<sup>22</sup>. Pri tem pa moramo biti pozorni na eno pomembno dejstvo. Enota SV, 14. INŽB, trenutno nima tehničnih zmožnosti podpirati enot za bojno delovanje neposredno v boju. Gradbena mehanizacija, s katero razpolaga omenjeni bataljon, je namreč splošna civilna mehanizacija, ki se jo največ uporablja v civilnem gradbeništvu. So stroji, ki ne zagotavljajo osnovne zaščite stroju in njegovemu upravljalcu. Ravno zato se teh strojev ne uporablja na prvi bojni črti, da bi nudili podporo enotam v boju. Uporablja se jih v zaledju, kjer niso neposredno izpostavljeni ognjenemu delovanju nasprotnika. V primeru, da bi bili, nimajo ti gradbeni stroji nobene balistične ter minske zaščite in bi bili lahko hitro onesposobljeni. Zatorej je od poveljujočega odvisno, kako bo te stroje uporabil in predvsem kdaj in kje jih bo. Omenjene stroje lahko, zaradi naštetih razlogov, uvrstimo v skupino vojaško prirejenih gradbenih strojev. Tej pomanjkljivosti navkljub ti stroji niso nič manj zmogljivi od oklepljenih gradbenih strojev. Celo bolj so okretni in lahko izvedejo nalogo učinkoviteje in v krajšem času kot sorodni oklepljeni gradbeni stroji.

V SV je aktivna večrodovna bojna skupina, katere del je tudi Vod bojne inženirije (VBINŽ) in se imenuje Lahka bataljonska bojna skupina (LBBSk). Naloge inženirske enote v LBBSk so popolnoma enake kot nalogam enoti stalne formacije torej BPIONČ (bojne pionirske čete). Tako se z vključevanjem VBINŽ v LBBSk zagotovi inženirska podpora bojnega delovanja LBBSk-ja na glavnih in pomožnih smereh ter po globini, s čimer ustvarimo pogoje za uspešno delovanje in manever v vseh oblikah delovanja. Težišče VBINŽ je podpora na izvajanju nalog zahtevnega oviranja, rušenja objektov in zagotavljanje premika enotam LBBSk-ja preko naravnih, umetnih in minsko eksplozivnih ovir ter sodelovanja pri odkrivanju in uničenju MES (minsko eksplozivnih sredstev). Skupina gradbenih strojev ne uporablja, čeprav bi jih za potrebe oviranja, premika in preživetja potrebovala. V poštev bi prišla predvsem oklepljena kombinirka, ki je zaradi večnamenskosti izredno primerna za manjša dela pri oviranju.

### 5. 1 GOSENIČARJI ALI KOLESNIKI

Dilema, katera vozila so boljša, goseničarji ali kolesniki, je stara že toliko kolikor je stara tehnologija izdelovanja obojih. Z vsakim novim zasnovanim vozilom in z vsakim novim nakupom v katerikoli vojski na svetu, se pojavi dilema: » Kolesnik ali goseničar?«.

<sup>20</sup> Uradna formacija 14. INŽB poleg poveljstva bataljona zajema še POVLOGČ, BPIONČ in MOSTČ.

<sup>21</sup> Valjarji so med gradbenimi stroji posebnost, saj jih strokovnjaki uvrščajo tako med gradbene stroje s cikličnim kot tudi me tiste s kontinuiranim delovanjem.

<sup>22</sup> Kot lastne sile imenujem (po potrebi) tudi ostale sile zveze NATO.

V tem poglavju se bom poskušal dokopati do odgovora na prej zastavljeno dilemo. Ravno s tem namenom iskanja odgovorov, ki so lahko v vojaških krogih izredno uporabni, so večje vojske sveta, vsaka zase, financirale določene raziskave, ki naj bi prinesle odgovor na to vprašanje. Predvsem vojska ZDA je na tem področju najbolj aktivna, če želi še naprej ostati vodilna vojaška sila v svetu. Zanj so tovrstne raziskave izredno pomembne, saj se rezultate aplicira na enote, ki so trenutno na bojnih nalogah v tujini. Te enote so najboljši »poskusni zajčki«, ki lahko raziskavam dajo realno vrednost. Vse to lahko ocenimo kot in vivo raziskavo.

Za doseganje uspešnosti različnih raziskav se je pojavila naslednja težava. Glede na različne lastnosti vozil, različnih okolij, kjer delujejo določeni stroji in različnih namembnosti strojev, je bilo potrebno oblikovati enotne kriterije, po katerih se bo ocenjevalo ustreznost tako goseničarjev kot tudi kolesnikov. V ta namen so se v ZDA pri neki raziskavi leta 1988<sup>23</sup> odločili in določili določene spremenljivke, v okviru katerih bo raziskava potekala. Te so naslednje:

- Mobilnost oz. premičnost (ang. mobility),
- Sposobnost preživetja (ang. Survivability),
- Zmožnost podpore oz. samozadostnost<sup>24</sup> (ang. Supportability).

Oblikovane so bile te tri spremenljivke za preučevanje, katere bomo razložili v nadaljevanju. Čeprav je bila raziskava narejena ob koncu osemdesetih let 20. stoletja (1988. leta), se namen bojnih inženirskih idr. enot ni bistveno spremenil. Prav tako se niso bistveno spremenile lastnosti in namembnost bojnih vozil, zato so navedene spremenljivke še vedno povsem relevantne in ocenljive.

### 5. 1. 1 Mobilnost-premičnost

Mobilnost so v prej navedeni raziskavi<sup>25</sup> opredelili povsem vojaško in sicer kot sposobnost prostega in hitrega premikanja po območju interesa z namenom izpolnitve različnih bojnih ciljev. V našem primeru govorimo o mobilnosti kot o izmerljivi spremenljivki, ki nam pove, kolikšna je sposobnost prostega gibanja nekega (inženirskega) oborožitvenega sistema<sup>26</sup> - odstotek terena, katerega je vozilo sposobno premagati in njegove povprečne hitrosti oz. časa potovanja po navedenem terenu. Mobilnost tako opisuje sledljivost ostalim enotam.

Bruto masa vozila oz. sistema in sledi (površina, ki jo za seboj pustijo gosenice ali kolesa) določajo rezultanto pritiska vozila na površino oz. podlago. Moč (zmogljivost) površine pomnožena z rezultanto pritiska vozila na površino določata t. i. prvi kazalec mobilnosti vozila (KMV). Višji kot je KMV oz. pritisk vozila na površino, manj premično (mobilno) je vozilo.

Na premičnost vozila lahko vplivajo različni dejavniki. Najpomembnejša med njimi sta premična sposobnost po različnih tipih terena (moker, suh, pesek, sneg ...) in sposobnost manevriranja preko ovir, fortifikacijskih sredstev, rastja itd. V tem primeru se bolje izkažejo goseničarji, saj imajo manjši ugrez, ki je posledica manjšega KMV. Manjši KMV je predvsem dosežen z rezultanto pritiska na podlago. To posplošeno pomeni, da je površina gosenic, ki se dotikajo podlage, znatno večja od površine koles, ki se dotikajo podlage. Iz tega pa tudi pridemo do spoznanja, da goseničarji bolje razporedijo svojo bruto maso na večjo površino

<sup>23</sup> Raziskava je nosila naslov *Mobility Analysis for the TRADOC Wheeled-Versus-Track Study*.

<sup>24</sup> V tem kontekstu je besedna zveza zmožnost podpore oz. samozadostnost uporabljena kot ustreznica za opis zanesljivosti vozila in porabe goriva ter samega streženja vozila.

<sup>25</sup> Raziskava je nosila naslov *Mobility Analysis for the TRADOC Wheeled-Versus-Track Study*.

<sup>26</sup> V tem primeru lahko govorimo o oborožitvenih sistemih, saj so vojaški oklepljeni inženirski stroji kompleksi in jih sestavlja več podsistemov kot so npr. oborožitvena postaja, vozilo, sistemi za zveze itn.



kot kolesniki z enako maso. Iz tega vidika tudi lažje premagujejo različne vrste težkega in lahkega terena.

Po drugi strani se pokaže prednost kolesnikov na cestah in utrjenih vojaških idr. poteh. V Bosni so se izkazale določene prednosti teh vozil. Ti so na cestah dosegali višje hitrosti in s tem večjo premičnost, tako da je njihova uporaba s tega vidika smotrna in smiselna. Vendar so po drugi strani na neutrjenih poteh in na neurejenem terenu in ob slabših vremenskih razmerah nedvomno zaostajali za goseničarji in dosegali slabšo premičnost in s tem rezultate. To se posebej pokaže pri vozilih težjih od 10 ton.

### **5. 1. 2 Sposobnost preživetja**

Sposobnost preživetja nekega vozila ali sistema je odvisna od vrste kriterijev in sicer: minska in balistična zaščita, velikost silhuete in neopaznost oz. nevidnost (ang. stealthiness).

Goseničarji so že v osnovi bolj robustni od kolesnikov, saj niso enako zasnovani kot slednji in z avtorizacijo gosenic nekaterih delov (npr. volanskih) ne potrebujejo. Študije v ameriški kopenski vojski (The Army) so potrdile, da bi dosegli primerljiv KMV, bi kolesniki (njihove platforme) potrebovali 6-kratno prostornino za vodilne in vzmetenjske sklope. To vpliva tudi na do 28 % povečanje prostornine vozila, če želimo ohraniti enako notranjo prostornino. To posledično vpliva na velikost silhuete, kar za nasprotnika pomeni večjo in lažjo tarčo. Torej, če povečamo prostornino vozila, povečamo njegovo maso (ob predpostavki, da ohranimo raven minske in balistične zaščite), s tem pa zmanjšamo premičnost.

Kolesniki so omejeni še z omejeno sposobnostjo pnevmatik ob neposrednem zadetku izstrelka ali šrapnelov. Nekateri pnevmatiki imajo sicer sposobnost, da prevozijo še nekaj kilometrov, kar jim omogočijo trdi gumijasti vsadki z vodikovimi celicami. Vendar pa so omejene s številom kilometrov in s hitrostjo. Po drugi strani pa kolesniki povzročajo manjši hrup od sorodnih vozil goseničarjev, kar gre na račun povzročanja manjših vibracij in stika trdnih delov kot npr. jeklo-beton. V zadnjem času so konstruktorji gosenic naredili velik korak naprej v njihovem razvoju, saj povzročajo manjši hrup in poškodbe na cestišču. To so dosegli z uporabo novejših in odpornejših gumiranih materialov.

Goseničarji imajo še eno veliko prednost pred kolesniki in sicer, da lahko, ob potrebi, manevrirajo praktično na mestu. Torej, lahko se obrnejo za 180 stopinj in praktično nimajo obračalnega kroga, medtem ko kolesniki potrebujejo vsaj nekaj prostora, da naredijo polkrožni obrat.

### **5. 1. 3 Zmožnost podpore oz. samozadostnost**

Besedna zveza zmožnost podpore oz. samozadostnost opisuje zanesljivost vozila, porabo goriva in samo streženje vozila ter stroške servisiranja. Kolesniki so ponavadi »prijaznejši« do uporabnika, v tem primeru enot vojska, pri porabi goriva. To se povezuje z dejstvom, da kolesniki ustvarjajo manj trenja med pnevmatikami in podlago, s tem pa tudi manj izgub energije. Vsi ti elementi posledično pripeljejo do spoznanja, da imajo kolesniki ob enaki količini porabljenega goriva večji doseg kot goseničarji. Vendar pa je potrebno vzeti v obzir še ostale dejavnike kot so npr. da imajo goseničarji ob enaki masi boljšo mobilnost in sposobnost preživetja.

Študija, v kateri so preučevali streženje hummerja<sup>27</sup>, je pokazala, da je omenjeno vozilo pri uporabi v izvidniških nalogah mnogo manj zanesljivo, če je 68% časa prebilo na

---

<sup>27</sup> Hummer ali Hummwee je ameriški lahki oklepni (4x4) kolesnik, namenjen predvsem za izvidniške naloge in za patrolje.

brezpotjih, kot pa če je na brezpotjih prebilo 40% časa. Torej se zanesljivost kolesnikov zmanjšuje v odvisnosti od časa prebitega na neurejenem terenu.

#### 5. 1. 4 Zmožnost ognjenega delovanja

Glede na vse tri navedene kazalce, ki so jih leta 1988 upoštevali pri svojih raziskavah o uporabnosti goseničarjev in kolesnikov, uvajam v razmislek vsem še četrto neznanko, ki bi v prihodnosti lahko postala pomemben kazalec pri odločitvah o goseničarjih ali kolesnikih, to je zmožnost ognjenega delovanja. Pri tem kazalniku (spremenljivki) je potrebno upoštevati tudi prvega, to je mobilnost. V primeru, da želimo na obe vozili namestiti enak oborožitveni sistem večjega kalibra, se je potrebno vprašati, ali ga bo vozilo sposobno učinkovito uporabljati. Glede na KMV se pri goseničarjih sila, ki jo ustvari npr. izstrelek ob izstrelitvi iz npr. avtomatskega minometa, porazdeli po vsej površini gosenic. Te porazdelijo silo učinkoviteje, saj se tal dotikajo z večjo površino kot pa kolesniki, ki imajo bolj točkast stik. To je predvsem uporabno pri delovanju v močvirnatih, razmočenih ali peščenih predelih, kjer je gibanje že tako omejeno, s tem pa bi lahko bilo omejeno tudi ognjeno delovanje. Za enak prenos sile ognjenega delovanja oborožitvenega sistema na površino bi kolesnik potreboval dosti več stika. Zatorej ob ognjenem delovanju vedno obstaja bojazen, da bo oborožitveni sistem deloval na vozilo s prevelikim odsunom ob izstrelitvi in ga vozilo ne bi bilo sposobno v zadostni meri ublažiti. Zato je bolje, če se vozilo z večjo podlago dotika tal, saj s tem ustvari pogoje za boljši prenos sile na podlago. S tem se poveča natančnost streljanja in zmožnost ognjenega delovanja. Z upoštevanjem mobilnosti in zmožnosti ognjenega delovanja dobimo učinkovito vozilo.

#### 5. 1. 5 Ugotovitve

Glede na vidik mobilnosti so goseničarji optimalna in najboljša izbira na različnih platformah, kar je potrebno za uporabo na raznolikem in zahtevnem terenu. Ob upoštevanju hitrosti in časa se kolesniki izkažejo na utrjenih površinah, vendar so izredno ranljivi na pnevmatikah a logistično dobro zagotovljivi.<sup>28</sup>

Z vidika sposobnosti preživetja so goseničarji večinoma konstruirani tako, da imajo manjšo silhueto od kolesnikov, boljše manevrske sposobnosti in večjo balistično ter minsko zaščito v odvisnosti od KMV od primerljivih velikosti kolesnikov. Po drugi strani pa kolesniki povzročajo manj hrupa in so uporabni na mirovnih operacijah, kjer ne privabljajo sumljivih pogledov s hrupom ter ne uničujejo cest.

Zmožnost podpore, samozadostnosti in streženja vozila daje prednost kolesnikom, pri čemer pa se mora upoštevati, da se ti večinoma gibljejo po urejenih poteh. V mislih imam predvsem zagotavljanje zadostne količine goriva in njegove porabe. Prav tako naj bi bila poraba rezervnih delov manjša. Moramo pa upoštevati, da je zasnova goseničarjev večinoma bolj robustna in se deli tudi težje obrabijo oz. uničijo.

Pri odločanju o uporabi bodisi goseničarjev bodisi kolesnikom moramo dobro pretehtati uporabnost vozil. Predvsem nas mora zanimati, čemu bodo vozila namenjena in kakšne vrste vozil že uporabljamo. V nemški vojski se inženirstvo razvija v dve smeri<sup>29</sup>. Prva se usmerja v gosenična inženirska vozila, druga pa v kolesna. Do teh usmeritev so Nemci prišli na preprost način. Vprašali so se, komu bodo inženirska vozila namenjena in katere enote bodo podpirala. S preučitvijo te dileme pridemo do odgovora, da morajo biti inženirska vozila

<sup>28</sup> Biti zagotovljiv je v tem kontekstu uporabljeno kot zmožnost lahke logistične zagotovitve nadomestnih delov.

<sup>29</sup> Pogovor s st. Sevškom dne 13. 7. 2010.

enako sposobna premagovati zahteven teren, biti enako hitra in imeti približno podobne dele kot vozila, katera podpirajo. Prišli so do zaključka, da je za njihove razmere najbolj optimalna rešitev, da goseničarje podpirajo gosenična inženirska vozila, kolesnike pa inženirska vozila na kolesih.

Ob upoštevanju vsega naštetega lahko zaključim, da so kolesniki optimalna izbira za prevoze moštva na utrjenih poteh. S tem se znižajo stroški streženja vozila, kar pomeni predvsem porabo goriva in rezervnih delov. Po drugi strani so goseničarji izjemno zanesljivi in robustno zasnovani, kar jim omogoča bolj agresivno delovanje in delovanje po brezpotjih in neutrjenih poteh. Goseničarji so, v primerjavi s kolesniki, tudi bolj mobilni na takem terenu in ponujajo boljšo minsko–balistično zaščito ob enaki masi.

Naj opozorim samo še na dejstvo, da si mora vsaka vojska sama oblikovati cilje delovanja in jih podrobno opredeliti v svojih vojaški doktrini ter v rodovskih doktrinah. Potrebno je oblikovati lastne koncepte bojevanja. S tem se opredeli cilje delovanja, mirovne ali bojne misije, ter se tako lažje oblikujejo izhodišča za usmeritev k goseničarjem ali h kolesnikom. Žal lahko ugotovimo, da je v SV vse premalo natančno opredeljeno in se ne upoštevajo območja delovanja enot in zagotavljanje tehnične in servisne podpore vozilom oz. sistemom. V prihodnosti nas kot veliko organizacijo čakajo nove naloge in potrebno si bo zastaviti jasnejše cilje pri uresničevanju poslanstva.

## 6 UČINEK GRADBENIH STROJEV

Z delovanjem na predmete dela, s pomočjo sredstev za proizvodnjo, človek spreminja dimenzije, strukturo in sestavo predmetov dela ter na ta način ustvarja proizvode. Velikosti proizvodnje (število izdelkov) v enoti časa rečemo delovni ali proizvodni učinek.

Delovni učinek je odvisen od stopnje razvitosti sredstev za proizvodnjo, sposobnosti delavcev ter kopice drugih elementov kot so: pogoji delovnega mesta, zemljišča, klime ter (v vojni) delovanja nasprotnika. V našem primeru nam prikazuje, kolikšna je stopnja izkoriščenosti gradbenih strojev in usposobljenosti upravljavca, če so znani pogoji, v katerih se delo izvaja.

Prikazana metodologija (glej Linarić, 1996, str. 4-14), del nje, se nanaša samo na stroje, katerih delovanje opisujemo z izrazom ciklično delovanje. Na tovrstne stroje ima največji vpliv t. i. »človeški faktor«. Za dotično nalogo izračuna norm zatorej jemljem stroje s cikličnim delovanjem kot so npr. kombinirka, bager in nakladalec. Predstavljena metodologija je povzeta po standardih zagrebške gradbene fakultete.

V svetu se najpogosteje pojavlja praksa, da izračun učinka delovnih strojev večinoma upošteva samo učinek na (delovno) uro. Izbrana metodologija izračuna norm delovnega učinka gradbenih strojev temelji na dveh kategorijah in sicer: teoretični (oz. temeljni tehnični) učinek ter praktični (oz. načrtovani) učinek.

Za izračun teoretičnega učinka gradbenih strojev se uporabi enačba:

$$U_t = n_c \times Q_c$$

$U_t$ -teoretični učinek,  
 $n_c$ -število ciklov v časovni enoti,  
 $Q_c$ -količina učinka v enem ciklu.

Teoretični in praktični učinek se povezujeta preko koeficienta popravka, ki teoretični učinek zmanjša na raven praktičnega z upoštevanjem vseh dejavnikov, ki vplivajo na delo. Ti dejavniki so lahko različni: kategorija tal, sposobnost in izurjenost strojnika na vozilu, delovni pogoji na katere vpliva vreme in tudi človeški dejavnik itn.

Praktični učinek se izračuna po naslednji enačbi:

$$U_p = k_i \times U_t$$

$U_p$ -praktični učinek,  
 $k_i$ -koeficient popravka teoretičnega učinka,  
 $U_t$ -teoretični učinek.

Korekcijski faktor (koeficient popravka) se izračuna po naslednji formuli:

$$k_i = k_o \times k_p ;$$

$k_o$  – splošni koeficient popravka teoretičnega učinka, katerega formula je enaka za vse stroje na gradbišču oziroma v tehnološkem procesu.

$k_p$  – posebni koeficient popravka teoretičnega učinka in je različen glede na vrsto gradbenega stroja, ki dela v okviru tehnološkega procesa ali na gradbišču.

- a) Splošni koeficient popravka teoretičnega učinka ( $k_o$ ) temelji na treh dejavnikih, ki določajo njegovo končno vrednost, in sicer:
- organizacija in upravljanje oziroma vodenje del,
  - izkoristek delovnega časa stroja,
  - starost oziroma dotrajanost stroja.

V smislu povedanega sledi formula za izračun produkta splošnih koeficientov popravka teoretičnega učinka:

$$k_o = k_{or} \times k_{id\check{c}} \times k_{ds};$$

$k_{or}$  – koeficient popravka organizacije, upravljanja oziroma vodenja del;

$k_{id\check{c}}$  – koeficient popravka izkoristka delovnega časa stroja;

$k_{ds}$  – koeficient popravka dotrajanosti stroja.

**Tabela 3: Koeficienti popravka organizacije, upravljanja in vodenja del na terenu.**

Delovni pogoji	Vrsta gradbenega stroja za zemeljska dela	
	Nakladalec in buldožer	Bager-kopač
dobri	0,83	0,83
povprečni	0,80	0,75
slabi	0,75	0,67
nezadovoljivi	0,70	0,58

Vir: Linarić, Zdravko. Učinek građevinskih strojeva. Dostopno prek: [http://info.grad.hr/!res/gf\\_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b- ucinak građevinskih strojeva.pdf](http://info.grad.hr/!res/gf_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak%20građevinskih%20strojeva.pdf) (20. 6. 2010).

**Tabela 4: Koeficient popravka izkoristka delovnega časa stroja, glede na efektivno delo v eni uri.**

Odlično koriščenje delovnega časa	$k_{id\check{c}} = 0,92$ (efektivno delo nad 55 minut na uro)
Dobro koriščenje delovnega časa	$k_{id\check{c}} = 0,84$ (efektivno delo nad 50 minut na uro)
Slabo koriščenje delovnega časa	$k_{id\check{c}} = 0,75$ (efektivno delo nad 45 minut na uro)

Vir: Linarić, Zdravko. Učinek građevinskih strojeva. Dostopno prek: [http://info.grad.hr/!res/gf\\_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b- ucinak građevinskih strojeva.pdf](http://info.grad.hr/!res/gf_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak%20građevinskih%20strojeva.pdf) (20. 6. 2010).

Kot dodatni koeficient je pri izračunu praktičnega učinka potrebno upoštevati tudi koeficient dotrajanosti stroja, ki se lahko izračuna po naslednji enačbi ali pa uporabimo spodnjo tabelo:

$$k_{ds} = m / (1 + m)$$

$$l = 1 / t_{oks}$$

$$m = 1 / t_{ps};$$

l- pogostost okvar stroja,  
m- pogostost popravil stroja,  
stroja (povprečje).

$t_{oks}$ - pričakovan čas do okvare stroja oziroma pričakovan čas pripravljenosti stroja za delo odnosno pričakovan čas med okvarami (povprečje);  
 $t_{ps}$ - pričakovan čas potreben za popravilo;

**Tabela 5: Koeficient popravka dotrajanosti stroja.**

Stanje stroja	Delovne ure	Koeficient » $k_{ds}$ «
novi stroj	do 2.000	1,00
ohranjeni stroj	od 2.000 do 4.000	0,91
dotrajani stroj	preko 4.000	0,80

Vir: Linarić, Zdravko. Učinek građevinskih strojeva. Dostopno prek: [http://info.grad.hr/!res/gf\\_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b- ucinak građevinskih strojeva.pdf](http://info.grad.hr/!res/gf_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak%20građevinskih%20strojeva.pdf) (20. 6. 2010).

b) Posebni koeficient popravka teoretičnega učinka ( $k_p$ ) za gradbeni stroj bager se izračuna po naslednji formuli:

$$k_p = k_{vm} \times k_{dp} \times k_{nm} \times k_{ok};$$

$k_{vm}$  – korekcijski faktor vlažnosti materiala;

$k_{dp}$  – korekcijski faktor delovnega prostora;

$k_{nm}$  – korekcijski faktor nakladanja materiala;

$k_{ok}$  – korekcijski faktor izkoriščanja optimalne globine izkopa in kota obrata.

**Tabela 6: Koeficient popravka vlažnosti materiala**

Material	korekcijski faktor » $k_{vm}$ «
moker, čisti kamen	0,95
moker, čisti gramoz in pesek	0,93
mokra prst	0,80 – 0,95
mokra in lepljiva prst	0,67 – 0,71
mokre in lepljive nevezane kamnine in glina	0,30

Vir: Linarić, Zdravko. Učinek građevinskih strojeva. Dostopno prek: [http://info.grad.hr/res/gf\\_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak građevinskih strojeva.pdf](http://info.grad.hr/res/gf_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak%20građevinskih%20strojeva.pdf) (20. 6. 2010).

**Tabela 7: Korekcijski faktor izkoriščanja optimalne globine izkopa in kota obrata stroja.**

Izkoriščanje optimalne globine izkopa <sup>30</sup>	Gradbeni stroj						
	Kot obrata stroja <sup>31</sup>						
	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°
	Korekcijski faktor » $k_{ok}$ «						
20%	0,93	0,89	0,85	0,80	0,72	0,65	0,59
40%	1,10	1,03	0,96	0,91	0,81	0,73	0,65
60%	1,16	1,07	1,00	0,94	0,84	0,75	0,68
80%	1,22	1,12	1,04	0,98	0,86	0,77	0,69
100%	1,26	1,16	1,07	1,00	0,88	0,79	0,71
120%	1,20	1,11	1,03	0,97	0,86	0,77	0,70
140%	1,16	1,08	1,00	0,94	0,84	0,75	0,68
160%	1,12	1,04	0,97	0,91	0,81	0,73	0,66
180%	1,07	1,00	0,93	0,88	0,78	0,70	0,64
200%	1,03	0,96	0,90	0,85	0,75	0,67	0,62

Vir: Linarić, Zdravko. Učinek građevinskih strojeva. Dostopno prek: [http://info.grad.hr/res/gf\\_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak građevinskih strojeva.pdf](http://info.grad.hr/res/gf_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak%20građevinskih%20strojeva.pdf) (20. 6. 2010).

Za korekcijski faktor delovnega prostora stroja » $k_{dp}$ «, se upoštevata naslednja parametra:

- v primeru delovnega prostora, ki je širok in pregleden, se vzame **faktor 1,00**;
- v primeru delovnega prostora, ki je razmeroma zaprt oziroma ukleščen (dela v zasekih in usekih in dela na izkopih kanalov in prekopov), se vzame **faktor 0,95**.

<sup>30</sup> Predstavlja odnos med optimalno globino izkopa, ki jo poda proizvajalec in dejansko (na mestu izkopa) globino izkopa. Za inženirski stroj CAT 438C je optimalna globina izkopa 2,5 m, kar pomeni, da bi bil dejanski izkop globine 1,5 m, 60% optimalne globine izkopa.

<sup>31</sup> Predstavlja kot obrata, ki ga oriše stroj od izkopa materiala do mesta odlaganja materiala. Kot 90° pomeni, da je mesto odlaganja materiala pravokotno na os stroja, v primeru, da je kot manjši od 90° se zmanjša delovni cikel stroja in posledično poveča učinkovitost in obratno za kot večji od 90°.

Za korekcijski faktor nakladanja materiala » $k_{nm}$ «, se upošteva naslednje parametre:

- **faktor 1,00**, v primerih ko se material ne nalaga na tovorno vozilo, ampak se ga odlaga prosto za ali ob strani bagra;
- **faktor 0,91**, v primeru nakladanja materiala na primerno vozilo;
- **faktor 0,83**, v primeru nakladanja materiala na neprimerno vozilo.

Praktični učinek pri izračunu norm upošteva vse prej navedene koeficiente oz. faktorje. Za lažjo predstavbo izračun praktičnega učinka poteka po naslednji enačbi:

$$U_p = k_i \cdot U_t$$

$$U_p = k_o \cdot k_p \cdot U_t$$

$$U_p = (k_{og} \cdot k_{rv} \cdot k_{ds}) \cdot (k_{vm} \cdot k_{dp} \cdot k_{nm} \cdot k_{ok}) \cdot U_t$$

Na tak način se po neki ustaljeni praksi izračunava norme delovnih učinkov gradbenih strojev in predstavlja samo eno od mogočih metodologij izračuna norm. V tej nalogi se pojavi samo razlika v prikazu enega od mogočih pristopov pri izračunu koeficienta popravka teoretičnega učinka v odnosu na praktični učinek.

Pri tem je potrebno poudariti, da nam ta metodologija ponuja možnosti izračuna norm učinka gradbenih strojev s cikličnim delovanjem v nekem določenem razponu. Načeloma se praktičnih norm ne da v točnosti izračunati, saj na njih vplivajo že tolikokrat navedeni dejavniki-človek in zunanji dejavniki kot npr. teren. Praktični učinek je tako vedno samo predpostavka oziroma pričakovana vrednost. Ker pa nas, vojake, vedno zanima koliko časa bomo potrebovali za določeno nalogo, je potrebno izdelati okvirne norme, ki bi upoštevale navedene dejavnike in bi čim bolj natančno opredelile potreben čas za njeno izvedbo.

## 6. 1 UČINEK STANDARDNIH GRADBENIH STROJEV

Učinek gradbenih strojev je nedvomno tesno povezan s pojmom kapaciteta, ki po Linariću (1996, 8) pomeni »sposobnost izvršitve učinka« kar omogoča, da lahko učinek opišemo kot »količino kakovostno proizvedenega dela v časovni enoti«. Vse opisano lahko strnemo v enačbo:

$$K = \frac{Q}{T}$$

Urni (splošni) učinek (U) opisuje naslednja enačba:

$$U = n_c \times Q_c = (60/t_c) \times Q_c \text{ ali } (3600/t_c) \times Q_c$$

Količina učinka gradbenih strojev v enem ciklu se na koncu izrazi kot masa (tona) ali pa kot prostornina oz. količina izkopa ( $m^3$ ). V našem primeru je bolj primerna uporaba prostorninskih enot, saj bodo izračuni temeljili na teh enotah.

Za nadaljnjo razlago izračunov učinka gradbenih strojev s cikličnim delovanjem je potrebno opredeliti količino učinka v enem ciklu ( $Q_c$ ). To količino dobimo tako, da  $q$  – konstruktivna prostornina učinkovite delovne površine stroja- popravimo s koeficientom polnjenja ( $k_{pu}$ ) za vsako vrsto materiala posebej. Vse to opišemo z enačbo:

$$Q_c = q \times k_{pu}$$

Material katerega obdelujemo z delovnimi stroji se glede na obdelavo deli na »raščeno« (neizkopana naravna tla ali stena) ali »razrahljan« material (izkopani material). Iz tega lahko

kot zaključek izluščimo, da se učinek strojev za zemeljska dela izraža kot učinek »raščeno« ali učinek »razrahljani« kar se na koncu nanaša na material. Napisano strnemo v enačbi:

Raščen ( $m^3$ )

$$Q_c = q \times k_{pu} \times k_r$$

V tej enačbi  $k_r$  predstavlja koeficient razrahljanosti materiala in je obratno sorazmeren od razrahljanosti  $r$  (Tabela 8):

$$k_r = 1/r$$

Razrahljan ( $m^3$ )

$$Q_c = q \times k_{pu}$$

**Tabela 8: Razrahljanost in gostota materialov**

Material	Gostota materiala v naravnem raščnem stanju pred izkopom ( $t/m^3$ )	Razrahljanost (r) materiala po izkopu	Gostota materiala v razrahljanem stanju ( $t/m^3$ )
slojevita glina	2,02	1,22 ali + 22%	1,65
kompaktna glina	2,01	1,21	1,66
vlažna glina	2,08-2,10	1,25-1,40	1,50-1,66
suha glina	1,64-1,84	1,23-1,40	1,17-1,48
Kaolin-glina	1,66	1,29	1,28
suha, peščena glina	1,66	1,17	1,42
vlažna, peščena glina	1,83	1,19	1,54
vlažna ilovica	1,60-1,66	1,25	1,28-1,383
suha ilovica	1,36	1,25	1,09
suha zemlja	1,66-1,90	1,25	1,33-1,52
vlažna zemlja	2,02-2,10	1,25-1,27	1,60-1,68
peščena zemlja	1,66	1,17	1,42
kamnita zemlja (do 25% kamenja)	1,96	1,25	1,57
suhi (nevezani) pesek	1,6	1,13	1,42
vlažni pesek	2,07	1,12	1,85
suhi pesek in prod	1,93	1,12	1,72
vlažni pesek in prod	2,23	1,1	2,03
suhi prod	1,69	1,12	1,51
suhi prod 6-50 mm	1,9	1,12	1,7
vlažni prod	2,34	1,1	2,13
vlažni prod 6-50 mm	2,26	1,12	2,02
suhi, glineni prod	1,66	1,17	1,42
vlažni, glineni prod	1,84	1,19	1,54
krhka, lomljiva stena-lapor	1,96-2,28	1,24-1,42	1,58-1,96



75% stena, 25% zemlja	2,79	1,42	1,96
50% stena, 50% zemlja	2,28	1,33	1,71
25% stena, 75% zemlja	1,96	1,24	1,58
mavec, usedlina	2,58-3,17	1,30-1,75	1,81-1,98
boksit	1,9	1,33	1,43
apnenec	2,61	1,69	1,54
marmor	2,73	1,67	1,63
peščenjak	2,52	1,67	1,51
skriljevec	2,88	1,3	2,22
granit	2,67-2,73	1,50-1,64	1,66-1,78
bazalt	2,65-2,97	1,49	1,78-1,99
cement	1,76 (zbiti)	1,2	1,47 (sipek)
beton	1,92-2,48 (strjen)	1,39	1,38-1,78 (razbiti)
Vir: Linarić, Zdravko. Učinek građevinskih strojeva. Dostopno prek: <a href="http://info.grad.hr/!res/gf_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak%20gradevinskih%20strojeva.pdf">http://info.grad.hr/!res/gf_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak%20gradevinskih%20strojeva.pdf</a> (20. 6. 2010).			

Kompaktni pesek, nevezani mešani pesek in prod, nevezani prod in slabo vezani prod imajo povprečni koeficient razrahljanosti 0,81 (razrahljanost +23% ali 1,23). To izhaja iz povprečne gostote naštetih materialov in znaša raščeno 1,86 t/m<sup>3</sup> oziroma 1,51 t/m<sup>3</sup> razrahljano. Za vse iste navedene materiale oziroma manj ali srednje kompaktne je povprečni koeficient razrahljanosti 0,88 (razrahljanost okoli +14% oz. 1,14). To izhaja iz povprečne gostote naštetih materialov in znaša raščeno 1,72 t/m<sup>3</sup> oziroma 1,51 t/m<sup>3</sup> razrahljano.

Kompaktni mešani, slabo vezani pesek in prod, z deležem kamenja do 30% in velikostjo kamenja do 0,01 m<sup>3</sup>, zatem za lapor, peščeno glino in ostala ilovnata in glinena tla (z deležem kamenja do 30% in velikostjo kamenja do 0,01 m<sup>3</sup>) imajo povprečni koeficient razrahljanosti 0,70 (razrahljanost +43% ali 1,43). To izhaja iz povprečne gostote naštetih materialov in znaša raščeno 1,92 t/m<sup>3</sup> oziroma 1,34 t/m<sup>3</sup> razrahljano. Za vse iste navedene materiale oziroma manj ali srednje kompaktne je povprečni koeficient razrahljanosti 0,79 (razrahljanost okoli +27% oz. 1,27). To izhaja iz povprečne gostote naštetih materialov in znaša raščeno 1,71 t/m<sup>3</sup> oziroma 1,34 t/m<sup>3</sup> razrahljano.

Kompaktni kamni drobir, z deležem kamenja največ do 30% in velikostjo kamenja do 0,01 m<sup>3</sup>, ter kompaktna trdno vezana s kamenjem pomešana tla (z deležem kamenja do 30% in velikostjo kamenja do 0,01 m<sup>3</sup>) imajo povprečni koeficient razrahljanosti 0,69 (razrahljanost +45% ali 1,45). To izhaja iz povprečne gostote naštetih materialov in znaša raščeno 2,11 t/m<sup>3</sup> oziroma 1,45 t/m<sup>3</sup> razrahljano. Za vse iste navedene materiale oziroma manj ali srednje kompaktne je povprečni koeficient razrahljanosti 0,84 (razrahljanost okoli +19% oz. 1,19). To izhaja iz povprečne gostote naštetih materialov in znaša raščeno 1,73 t/m<sup>3</sup> oziroma 1,45 t/m<sup>3</sup> razrahljano.

Stene imajo povprečni koeficient razrahljanosti 0,60 (razrahljanost +67% ali 1,67). To izhaja iz njene povprečne gostote in znaša raščena 2,60 t/m<sup>3</sup> oziroma 1,55 t/m<sup>3</sup> razrahljana.

Po Hristovu (1978, 112-122) se delovni učinek računa na podoben način, le koeficienti so nekoliko različni. Ta avtor je zagovornik druge metodologije izračuna delovnega učinka in predstavljena sledi njegovemu modelu. Splošna formula za izračun teoretičnega učinka:

$$U_t = q \times (x/t_c)$$

U<sub>t</sub>-teoretični učinek,

q-geometrijska prostornina žlice, noža... v m<sup>3</sup>,

$t_c$ -trajanje enega delovnega cikla (h, min, s),  
 $x$ -število, s katerim se dobi čas v urah. Lahko je 1 (h), 60 (min) in 3600 (s).

Praktični učinek se izračuna po naslednji enačbi:

$$U_p = k_i \times U_t$$

oziroma

$$U_p = q \times (x/t_c) \times k_i$$

$U_p$ -praktični učinek,  
 $k_i$ -koeficient popravka teoretičnega učinka,  
 $U_t$ -teoretični učinek.

$k_{pu}$ -koeficient polnjenja, predstavlja razmerje med prostornino natovorjenega materiala ( $Q$ ) in geometrijsko prostornino žlice, noža... ( $q$ ). Zavzema pa naslednje vrednosti:

$k_{pu}=1$ , če je  $Q=q$ ;  
 $k_{pu}<1$ , če je  $Q<q$ ;  
 $k_{pu}>1$ , če je  $Q>q$ .

Vrednosti koeficienta polnjenja za določene tipe materiala se gibljejo v mejah:

- Peščena tla 0,70-0,95;
- Glinasta tla 0,60-0,80;
- Kamnita tla 0,45-0,55.

Koeficient je uporaben pri proračunih za stroje, ki uporabljajo delovne pripomočke z določeno prostornino, npr. žlica.

$k_n$ - koeficient izkoriščenosti nosilnosti oz. koeficient nosilnosti nam pove, v kolikšni meri je izkoriščena dovoljena nosilnost nekega stroja za dvigovanje oz. prevoz materiala in bremen.

$$k_n = G_s / G_d$$

$G_s$ -resnična, realna masa tovora;  
 $G_d$ -deklarirana nosilnost.

$k_n=1$ , če je  $G_s = G_d$ ;  
 $k_n<1$ , če je  $G_s < G_d$ ;  
 $k_n>1$ , če je  $G_s > G_d$ .

$k_r$ -koeficient razrahljanosti je razmerje med prostornino materiala ali tal v raščenem stanju ( $V_p$ ) in prostornino v razrahljanem ( $V_r$ ) stanju:

$$k_r = V_p / V_r$$

$V_p$ -ima vrednost 1,  $V_r$  pa vedno večjo od 1. Koeficienti so prikazani v naslednji tabeli:

**Tabela 9: Koeficient razrahljanosti**

Material	Razrahljanost (%)	Koeficient razrahljanosti ( $k_r$ )
suhi prod	12	0,89
vlažni prod	14	0,88
suha glina	25	0,8

vlažna ilovica	25	0,8
suha ilovica	25	0,8
suha, peščena glina	30	0,77
kamnita zemlja (do 25% kamenja)	30	0,77
vlažna, peščena glina	33	0,75
skriljevec	33	0,75

Vir: Linarić, Zdravko. Učinak građevinskih strojeva. Dostopno prek: [http://info.grad.hr/!res/gf\\_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak građevinskih strojeva.pdf](http://info.grad.hr/!res/gf_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak%20građevinskih%20strojeva.pdf) (20. 6. 2010).

$k_c$ -koeficient izkoriščenosti časa predstavlja razmerje med čistim delom stroja ( $T_r$ ) in med časom trajanja delovne izmene ( $T_{iz}$ )

Koeficient je zelo pomemben, saj se nanaša na mnogo dejavnikov, ki vplivajo na delovni učinek v določenem času (organizacija dela, delovna sposobnost itd.) in se večinoma giblje med 0,7 in 0,9.

$K_{dp}$ -koeficient delovnih pogojev upošteva vpliv meteoroloških, klimatskih, zemljiščnih idr. Pogojev na delo. Giblje se v vrednostih:

- Zelo dobro delovni pogoji-1,0
- Dobri delovni pogoji-0,9
- Srednje dobri delovni pogoji-0,8
- Slabi delovni pogoji-0,6.

$k_{nv}$ -koeficient nadmorske višine delovnega mesta je pomemben zaradi, vplivov nadmorske višine na upadanje delovne sposobnosti pogonskih motorjev. Višja kot je, težji so pogoji. Prikaz v spodnji tabeli:

**Tabela 10: Koeficient nadmorske višine**

Nadmorska višina (m)	Vrednosti $k_{nv}$	
	Motor brez dodatkov	Motor z dodatki
0-500	1,00	1,00
500-1000	0,99	1,00
1000-1500	0,95	1,00
1500-2000	0,91	1,00
2000-2500	0,87	1,00
2500-3000	0,82	1,00
3000-3500	0,76	0,99
3500-4000	0,70	0,98

Vir: Hristov, Slavčo. 1978. Organizacija inženjerijskih radova. Vojnoizdavački zavod. Beograd (str. 115).

$k_{ok}$ -koeficient obračalnega kota je pomemben predvsem pri bagrih, kateri zaradi premikanja (obračanja) kupole izgubljajo določen čas v delovnem ciklu. Predstavljen je bil v prejšnjem poglavju in ga lahko uporabljamo tudi v tem primeru izračuna.

Iz vsega sledi, da je  $k_i = k_p \times k_r \times k_c \times k_t \times k_{dp} \times k_{nv} \times k_{ok}$

### 6. 1. 1 Buldožer D150 XLT PAT

Za buldožer D 150 XLT PAT so značilne specifične lastnosti dela-rinjenja. Izračun norm delovnega učinka se računa po predstavljeni metodologiji. V nadaljevanju predstavljam enačbe v logičnem zaporedju, s katerim pridemo do zaključka in s tem do izračuna praktičnega delovnega učinka. Vse uporabljene enačbe so bile podrobno predstavljene v prejšnjem poglavju. Zaporedje enačb potrebnih za izračun norm delovnega učinka za buldožer D 150 XLT PAT je naslednje:

$$Q_c = q \times k_{pu} \text{ (razrahljan material)}$$

$$Q_c = q \times k_{pu} \times k_r \text{ (raščen material)}$$

$$n_c = (60 / t_c) \text{ (} t_c \text{ v minutah)}$$

$$U = n_c \times Q_c$$

$$k_p = k_{vm} \times k_{dp} \times k_{nt}$$

$$k_o = k_{or} \times k_{idč} \times k_{ds}$$

$$k_i = k_o \times k_p$$

$$U_p = k_i \times U_t$$

Pri vseh enačbah uporabimo znanje iz prejšnjih poglavij o teoriji izračuna učinka in delovnih norm. Vse uporabne kratice so še enkrat zapisane in razložene v posebnem poglavju uporabljenih kratic.

Koeficient nagiba terena je, kot že ime pove, izjemno odvisen od smeri v katero visi teren. V primeru spuščanja terena se delovni učinek buldožerja povečuje. Za vsako nadaljnjo stopinjo se učinek poveča za 6%. Za vsako stopinjo vzpona pa se učinek zmanjša za 3%. Povedano predstavljata naslednji enačbi:

$$k_{nt} = 1 - (\text{naklon+} \cdot 0,03)$$

$$k_{nt} = 1 + (\text{naklon-} \cdot 0,06)$$

Koeficient noža je koeficient izgube zaradi rinjenja materiala pred nožem ( $k_n$ ) in je ocenjen ter izmerjen nekje na izgubo okoli 0,5% na dolžnem metru rinjenja materiala. Izrazi se v naslednji enačbi:

$$k_n = 1 - (0,005 \cdot l_g),$$

kjer je  $l_g$  razdalja rinjenja materiala. Iz tega lahko zaključimo, da buldožer na 100 m izgubi okoli 50% materiala, kar je skrajna meja njegove učinkovitosti. Pri tem je potrebno sicer upoštevati vrsto del in vrsto materiala, ki ga buldožer obdeluje. Če gre pri nalogi za razstiranje materiala, nikakor ne moremo zaključiti, da je po 100 metrih buldožer neučinkovit, če je razstiranje ravno njegova naloga. Pri tem upoštevamo, da bo buldožer zanašal izgubljal material.

**Tabela 11: Koeficient noža za buldožer**

Vrsta izkopa	$k_n$ - koeficient noža	Zemljišče
Lahki izkop	0,95-1,00	Pesek, drobni prod, razrahljana suha zemlja, peščena ilovica
Srednji izkop	0,80-0,90	Suha in manj vlažna ilovica, prod, zbita zemlja, skala v razpadanju
Srednje težki (trdi) izkop	0,65-0,80	Lahko lomljiva skala, npr. apnenec
Težki (trdi) izkop	0,40-0,65	Konglomerati, trdi peščenjaki, trda in vlažna ilovica, mešana stena

Vir: Linarić, Zdravko. Učinek građevinskih strojeva. Dostopno prek: [http://info.grad.hr/res/gf\\_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak-gradevinskih-strojeva.pdf](http://info.grad.hr/res/gf_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak-gradevinskih-strojeva.pdf) (20. 6. 2010).

Konstruktivna prostornina učinkovite delovne površine stroja ( $q$ ) je poenostavljeno opisana kot kvader, ki ga buldožer zariše v material. Širina noža ustvari eno stranico kvadra  $l_{sn}$ , višina noža pa drugo  $h_{vn}$ . Iz tega sledi formula za  $q$ , ki je:

$$q = h_{vn}^2 \cdot l_{sn}$$

En delovni cikel pri buldožerju je odvisen od dveh dejavnikov in sicer časa  $t$  in poti  $l$ :

- Izkopa  $l_i$ ;  $t_i$ ,
- Rinjenja  $l_r$ ;  $t_r$ ,
- Odlaganja oz. razstiranja, planiranja  $l_o$ ;  $t_o$ ,
- Povratne poti  $l_p$ ;  $t_p$  in
- manevriranja  $t_m$ .

$$t_c = t_i + t_g + t_o + t_p + (2 \cdot t_m)$$

$$t_i = (l_i / v_i)^{32}$$

$$t_r = (l_r / v_r)$$

$$t_o = (l_o / v_o)$$

$$t_p = (l_p / v_p)$$

Pot je opisana kot seštevek poti in sicer izkopa, rinjenja in povratka, ki skupaj dajo dolžino dela  $l_d$ . ( $l_d = l_i + l_r + l_o$ ).

Iz vseh teh podatkov lahko izračunamo normo učinka buldožerja New Holland 150 D XLT PAT.

## 6. 1. 2 Bager goseničar 195E, Bager kolesnik MHPlus C

Omenjena stroja bom obravnaval skupaj, saj sta po namenu uporabe enaka, kar ju uvršča v isto skupino obravnave, med bager. Na njun delovni učinek najbolj vpliva obračalni kot od mesta zajema materiala do mesta razkladanja materiala. Za en delovni cikel bagra se ocenjuje, da ni daljši kot eno minuto, saj je večinoma statičen in se med delom ne premika (ne menja svojega osnovnega položaja).

<sup>32</sup>  $v$  je fizikalna oznaka za hitrost in je v sledečih primerih uporabljena v formuli za izračun časa iz poti  $l$  in hitrosti  $v$ .

$$Q_c = q \times k_{pu} \text{ (razrahljan material)}$$

$$Q_c = q \times k_{pu} \times k_r \text{ (raščen material)}$$

$$n_c = (3600 / t_c) \text{ (} t_c \text{ v sekundah)}$$

$$n_c = (60 / t_c) \text{ (} t_c \text{ v minutah)}$$

$$U = n_c \times Q_c$$

$$k_p = k_{vm} \times k_{dp} \times k_{ok} \times k_n$$

$$k_o = k_{or} \times k_{idc} \times k_{ds}$$

$$k_i = k_o \times k_p$$

$$U_p = k_i \times U_e$$

$k_n$ -koeficient nakladanja materiala na vozilo se upošteva naslednje:

- **faktor 1,00**, v primerih ko se material ne nalaga na tovorno vozilo, ampak se ga odlaga prosto za ali ob strani bagra,
- **faktor 0,91**, v primeru nakladanja materiala na ustrezno vozilo,
- **faktor 0,83**, v primeru nakladanja materiala na manj ustrezno vozilo.

Pomembno pri izračunu norm delovnega učinka je tudi  $k_{ok}$ -koeficient obračalnega kota, ki je opisan v Tabeli 5. Oba bagra imata optimalno globino izkopa nekje okoli 5 m. Če želimo izkopati npr. jarek globok 4 m, je to 80% zmožnosti bagra, kar pa, v odvisnosti od obračalnega kota, lahko poiščemo v tabeli 5. Koeficient polnjenja je enak kot pri buldožerjih koeficient noža in je prikazan v tabeli 11. Do enakosti pride, ker sta oba koeficienta odvisna od lastnosti in kategorije zemljišča oz. obdelovanih materialov.

Trajanje delovnega cikla bagra je povzeto po podatkih podjetja Komatsu, ki je eden vodilnih proizvajalcev gradbenih strojev in v tesni povezavi s podjetjem New Holland. Podatki so predstavljeni v tabeli 12.

**Tabela 12: Trajanje delovnega cikla bagra**

Vrsta izkopa	Prostornina bagske žlice (m <sup>3</sup> )								
	0,38	0,57	0,75	0,95	1,15	1,53	1,91	2,30	3,06
Čas trajanja delovnega cikla v sekundah (t <sub>c</sub> )									
Lahki izkop	20	24	24	24	24	24	26	29	32
Srednji do srednje težki (trdi) izkop	24	26	26	26	26	26	29	32	35
Težki (trdi) izkop	32	35	35	35	35	35	38	40	40

Vir: Linarić, Zdravko. Učinek gradevinskih strojeva. Dostopno prek: [http://info.grad.hr/res/gf\\_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b- ucinak gradevinskih strojeva.pdf](http://info.grad.hr/res/gf_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak%20gradevinskih%20strojeva.pdf) (20. 6. 2010).

**Tabela 13: Trajanje obračalnega cikla bagra**

Prostornina bagske žlice (m <sup>3</sup> )	Trajanje obračalnega cikla bagra za kot		
	45°	90°	180°
<b>Globinska žlica</b>			
0,09 - 0,36	10	13	16
0,18 - 0,60 (0,76)	11	14	17
(0,18) 0,36 - 1,17	13(14)	16(17)	19(20)
0,57 - 1,34	14	17	20

0,52 - 1,80	15(16)	18(19)	21(22)
(0,96) 1,30 - 2,20	16	19	22
2,40 - 3,70 (4,3)	18	21	24
3,10 - 6,30	22	25	28
4,30 - 11,00	24	27	30
<b>Nakladalna žlica</b>			
1,30 - 2,20	16 - 20		
2,40 - 3,70	18 - 22		
3,10 - 6,30	20 - 24		
4,30 - 11,00	27 - 31		

Vir: Linarić, Zdravko. Učinek građevinskih strojeva. Dostopno prek: [http://info.grad.hr/res/gf\\_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b- ucinak građevinskih strojeva.pdf](http://info.grad.hr/res/gf_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak%20građevinskih%20strojeva.pdf) (20. 6. 2010).

### 6. 1. 3 Nakladalec ULT 160 C

Izračun norm delovnega učinka nakladalca je podoben kot izračun norm delovnega učinka bagra. Razlikujeta se le po tem, da se pri nakladalcu ne upošteva koeficienta nakladalnega kota. Za nakladalca je namreč značilno gibanje v obliki črke »V«: polnjenje lopate, dvig lopate, gibanje nazaj z zavojem, gibanje v zavoj naprej, razkladanje materiala in ponovno hod z zavojem nazaj, hod z zavojem naprej proti kupu, kjer se opravi ponoven cikel. Vsi koeficienti, ki jih pri izračunu norm lahko uporabimo, so enaki kot pri buldožerju in pri bagru. V nadaljevanju so podane enačbe, potrebne za izračun norm delovnega učinka nakladalca.

$$Q_c = q \times k_{pu} \text{ (razrahljan material)}$$

$$Q_c = q \times k_{pu} \times k_r \text{ (raščen material)}$$

$$n_c = (3600 / t_c) \text{ (} t_c \text{ v sekundah)}$$

$$n_c = (60 / t_c) \text{ (} t_c \text{ v minutah)}$$

$$U_t = n_c \cdot Q_c$$

$$k_p = k_{vm} \cdot k_{dp} \cdot k_n$$

$$k_o = k_{or} \times k_{idč} \times k_{ds}$$

$$k_i = k_o \times k_p$$

$$U_p = k_t \times U_t$$

Trajanje delovnega cikla nakladalca lahko opredelimo na različne načine in sicer z upoštevanjem prostornine nakladalne žlice in z upoštevanjem ali moči nakladalca ali karakteristike zemljišča. Prvo upoštevajo pri Caterpillar-ju, druga pa pri družbi Komatsu. V tabelah 14 in 15 so prikazani podatki obeh podjetij.

**Tabela 14: Trajanje delovnega cikla nakladalca po CAT-u**

q-realna prostornina lopate	Moč nakladalca	Čas trajanja delovnega cikla ( $t_c$ ) v minutah
1,0 m <sup>3</sup> - 3,5 m <sup>3</sup>	60 kW - 149 kW	0,45 - 0,50
3,5 m <sup>3</sup> - 5,3 m <sup>3</sup>	164 kW - 205 kW	0,50 - 0,55
5,4 m <sup>3</sup> - 8,6 m <sup>3</sup>	298 kW - 455 kW	0,55 - 0,60
9,6 m <sup>3</sup> - 20,0 m <sup>3</sup>	515 kW - 932 kW	0,60 - 0,70

Vir: Linarić, Zdravko. Učinek građevinskih strojeva. Dostopno prek: [http://info.grad.hr/res/gf\\_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b- ucinak građevinskih strojeva.pdf](http://info.grad.hr/res/gf_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak%20građevinskih%20strojeva.pdf) (20. 6. 2010).

Tabela 15: Čas trajanja delovnega cikla nakladalca po Komatsu

Vrsta tovora izkopa oz. nakladanja	q-realna prostornina lopate		
	do 3 m <sup>3</sup>	3,1-5 m <sup>3</sup>	nad 5,1 m <sup>3</sup>
Čas trajanja delovnega cikla (t <sub>c</sub> ) v minutah			
Lahki	0,45	0,55	0,65
Srednji	0,55	0,65	0,70
Srednje težki	0,70	0,70	0,75
Težki	0,75	0,75	0,80

Vir: Linarić, Zdravko. Učinek građevinskih strojeva. Dostopno prek: [http://info.grad.hr/res/gf\\_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak građevinskih strojeva.pdf](http://info.grad.hr/res/gf_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak%20građevinskih%20strojeva.pdf) (20. 6. 2010).

#### 6. 1. 4 Valjar ASC 150

Valjarji opravljajo specifično delo. Tako po načinu dela kot po trajanju enega cikla so posebni. S tem namenom uporabimo pri normiranju delovnega učinka valjarja poseben pristop in sicer se za teoretično ciklično delo valjarja predpostavlja kontinuiran način dela. Vendar se osnovne enačbe bore malo razlikujejo od ostalih in ne predstavljajo posebnih težav. Posebnost je edino, da je  $k_p = k_{dp}$ , pri čemer pa za slednjega upoštevamo enake norme kot pri buldožerju.

$$U_t = (v \cdot l_v \cdot h \cdot 1000) / n$$

$$k_i = k_o \times k_p$$

$$k_p = k_{dp}$$

$$k_o = k_{or} \times k_{idc} \times k_{ds}$$

$$U_p = k_i \times U_t$$

Za izračun teoretičnega učinka so pomembni naslednji parametri:

- v-predpostavljena povprečna hitrost dela oz. gibanja valjarja (km/h)-v tabeli 16,
- l<sub>v</sub>-širina valjanja (to je konstruktivna širina valjarja l<sub>r</sub> zmanjšana za širino preklopa l<sub>p</sub>, ki je (od 10 do 30 cm oz. povprečno 20 cm),
- h-višina zbitega sloja (predpisana ali s poskusom),
- n-število prehodov valjarja (predpisana ali s poskusom).

Povprečne delovne hitrosti valjarjev so prikazane v tabeli 16.

Tabela 16: Delovne hitrosti valjarjev

Vrsta valjarja	Hitrost premikanja valjarja (km/h)
Valjar gumenjak (na kolesih z zračnicami)	cca. 2,5
Statični valjar	cca. 2,0
Vibracijski valjar (kot Ammann)	cca. 1,5
Jež	4-10

Vir: Linarić, Zdravko. Učinek građevinskih strojeva. Dostopno prek: [http://info.grad.hr/res/gf\\_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak građevinskih strojeva.pdf](http://info.grad.hr/res/gf_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak%20građevinskih%20strojeva.pdf) (20. 6. 2010).



**Tabela 17: Utrjena površina valjarja**

Material	Debelina sloja	Hitrost valjanja	Število prehodov valjarja po trasi		
			4	6	8
Glina in podobni enoviti materiali	0,3 m	3 km/h	1417 m <sup>2</sup> /h	945 m <sup>2</sup> /h	709 m <sup>2</sup> /h
	0,5 m	2 km/h	945 m <sup>2</sup> /h	630 m <sup>2</sup> /h	472 m <sup>2</sup> /h
Kamniti material (dobro obdelan)	0,4 m	4 km/h	1890 m <sup>2</sup> /h	1260 m <sup>2</sup> /h	945 m <sup>2</sup> /h
	0,8 m	3 km/h	1417 m <sup>2</sup> /h	945 m <sup>2</sup> /h	709 m <sup>2</sup> /h

Vir: Linarić, Zdravko. Učinek građevinskih strojeva. Dostopno prek: [http://info.grad.hr/!res/gf\\_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak građevinskih strojeva.pdf](http://info.grad.hr/!res/gf_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak%20građevinskih%20strojeva.pdf) (20. 6. 2010).

### **6. 1. 5 Kopač-Nakladalec 438C (Kombinirka)**

Kombinirka je posebne vrste gradbeni stroj, saj ga odlikuje izjemna univerzalnost uporabe. Je večnamenski gradbeni stroj, ki v sebi združuje lastnosti bagra, nakladalca in buldožerja. Temu primeren je tudi način izračuna učinka delovnih norm. Posebnih norm zaradi prej naštetih razlogov za kombinirko ne uvajamo.

Najprej je potrebno opredeliti kakšno vrsto dela bo kombinirka opravljala in šele nato se lahko lotimo izračuna norm delovnega učinka za posamezno nalogo. Pri normiranju pridejo v poštev enačbe, ki smo jih prikazali v poglavjih o buldožerju, bagru in nakladalcu. Tako za lastne potrebe izberemo primerne enačbe in lahko uporabimo prikazano metodologijo izračuna norm delovnega učinka za kombinirko.

## 7 ZAKLJUČEK

Izračun učinka gradbenih strojev je izjemno kompleksen postopek, ki od sodelujočih zahteva, da pokažejo sposobnosti na mnogih področjih dela. Zavedati se moramo, da se pri pripravi in organizaciji izvedbe normiranja za izračun učinka gradbenih strojev pokažejo vse sposobnosti sodelujočih pri projektu. Ta zahteva od človeka njegovo celotno osebnost in popolno osredotočenost, da se pridobijo merodajni, točni in uporabni podatki, katere skozi matematične procese preoblikujemo v uporabne delne informacije. Te se na koncu združijo v bolj kompleksne in popolnejše. Po drugi strani pa poudarjam, da pri izvedbi naloge kot je normiranje učinka gradbenih strojev nikoli ne moremo dobiti popolnoma natančnih podatkov, da bi lahko oblikovali popolne informacije.

Na normiranje vpliva vse preveč dejavnikov, ki jih raziskovalci seveda ne moremo zanemariti. Pri postopkih izvedbe je pomembna organizacija dela, na izvedbo in izvajanje gradbenih del vplivajo dotrajanost gradbenega stroja, delovne ure, odmor delavca, obraba delov, usposobljenost delavca, kakovost izdelave stroja, vrsta obdelovanega materiala, hitrost premikanja delov stroja, stroja samega itd. Poudarjam, da sem skozi proces raziskovanja in obdelovanja metodologije izračuna učinkov gradbenih strojev prišel do spoznanja, da je to izjemno kompleksen in zapleten proces, v katerem se pokažejo vse osebne lastnosti udeleženca.

Na proces normiranja za izračun učinka gradbenih strojev ima izjemen pomen vrsta obdelovanega materiala, ki daje v procesu izračuna in z uporabo matematičnih metod obdelave podatkov različne koeficiente, katere uporabimo pri izračunu učinka posameznega gradbenega stroja. Naslednji pomemben dejavnik, ki vpliva na izračune, je koeficient organizacije dela. V procesu priprav lahko ta koeficient izjemno vpliva na potek gradbenih del in s tem na učinek gradbenih strojev. Načrtovalci izvedbe gradbenih del oz. organizatorji lahko s popolnim načrtovanjem ta koeficient popolnoma približajo številu 1, ki označuje popolno organizacijo dela brez nepotrebnih izgub. To dosežemo z vzporedno organizacijo dela in z vzporednim uvajanjem gradbenih strojev v delo. Vsi koeficienti, uporabljeni v metodologijah izračuna delovnih učinkov, se poskušajo čim bolj približati številu 1, ki označuje najvišjo, popolno stopnjo.

Konstrukcija gradbenega stroja je naslednji izmed dejavnikov, ki vplivajo na izvedbo gradbenih del in predstavlja naslednji koeficient pri izračunu učinka posameznih gradbenih strojev. Izredno pomembno je, kako je gradbeni stroj zasnovan in kako hitro opravlja določene delovne operacije. Pri bagru je npr. pomembno kako hitro opravi postopek polnjenja žlice in njenega dviganja ter kako hitro lahko zavrti kupolo in opravi postopek razkladanja materiala.

Ne nazadnje so naslednji koeficienti, ki vplivajo na potek in učinkovitost gradbenih del še odpor, ki ga nudi obdelovani material, izgube materiala med delom stroja, zajem materiala (edini koeficient pri postopku normiranja, ki je lahko večji od ena, saj lahko nekateri stroji, npr. nakladalec, lopato napolnijo več kot 100%), število odmorov med delom itd.

Najpomembnejši med vsemi pa je zagotovo dejavnik usposobljenosti in sposobnosti delavca na gradbenem stroju, ki nam tudi da koeficient za izračune. Usposobljenost delavca lahko vpliva na izkoristek gradbenega stroja tudi, če je gradbeni stroj v slabšem stanju. Delavec lahko ta manjko s svojo usposobljenostjo nadomesti. Zaključim lahko, da je vlaganje v delavca na gradbenem stroju dobra srednjeročna investicija, ki nam jo bo delavec, ob ponujenih priložnostih, tudi povrnil.

Hipoteza zaključne naloge je temeljila na domnevi pomembnosti normiranja delovnega učinka in trdi: »Z normiranjem delovnega učinka gradbenih strojev 14. INŽB za potrebe bojevanja SV okrepi podporo preživetja in pripomore k učinkovitejši podpori bojnega delovanja lastnih sil.«

Hipotezo v zaključku naloge potrjujem. To utemeljujem s tem, da je za potrebe bojevanja enot SV izjemno pomembno učinkovito izvajanje podpore bojevanja, v sklopu tega pa tudi podpore preživetja. Z izdelanimi izračuni učinka gradbenih strojev 14. INŽB se skrajša čas organizacije del in se pospeši priprave v sklopu podpore preživetja in ne nazadnje tudi oviranja, premika in splošne inženirske podpore. Kot drugi razlog navajam pomen izdelanih norm v mirnodobne času. Z izdelanimi normami lahko 14. INŽB ponudi svoje usluge in jih hitreje izvrši v primerih posredovanja ob naravnih in drugih nesrečah. Podnebne spremembe narekujejo hitro odzivanje na vremenske neprilike, ki se v realnosti dogajajo z izjemno hitrostjo in jim človek le težka sledi. Z izdelanimi normami bi se odzivni čas skrajšal na minimum in bi tako lahko učinkoviteje posredovali. S takšnim načinom dela SV krepi svojo vlogo ter ugled med prebivalci RS in drugod. Okrepi se civilno–vojaško sodelovanje.

V prihodnje je pričakovati povečevanje vloge inženirskih enot v SV, čeprav smernice v času pisanja naloge kažejo drugače. Inženirske enote v vojskah po svetu zavzemajo tudi do 30% kopenske vojske, kar pojasnjuje vrsta nalog, ki jih opravljajo. Po drugi strani so, zaradi trendov asimetričnega bojevanja, v MOM zelo iskane. Tako lahko pričakujemo, da se bo vloga inženirstva v SV povečala. S tem se bo povečal pomen že izdelanih in pripravljenih norm delovnega učinka, ki bi bile v tem primeru že pripravljene za uporabo. Vendar pa ta proces ne bo nikoli končan. Pravzaprav se bo z vsakim nakupom nove opreme (gradbenega stroja) začel znova. SV je že izkazala zanimanje za oklepljene gradbene stroje, ki bi razširili spekter delovanja »slovenskih inženircev« ter bi jih lahko koristno uporabili tudi pri delovanju v LBBSk. Delovanje strojev bi se iz zalednih nalog preneslo na ključna mesta v prvi bojni črti. S tem bi lahko zavarovali prenekatero življenje slovenskih vojakov, ki so zaradi njihovega majhnega števila neprecenljivi. Vlaganje v njih je bilo drago, še dražja pa so njihova življenja, katerih izgubo bi slovenski javnosti težko opravičili. Priporočilo SV se torej glasi, da je potrebno razmišljati o nakupu OIV, pri tem pa je potrebno obelodaniti namen, potrebe in ekonomsko upravičenost. Vse to je potrebno opredeliti ob upoštevanju vseh štirih prej naštetih dejavnikov: mobilnosti, samozadostnosti, sposobnosti preživetja in zmožnosti ognjenega delovanja.

Z nakupom novih OIV ali gradbenih strojev bi se tako proces normiranja za izračun učinka gradbenih strojev začel od začetka. Vendar pa bi z uporabo predstavljenih metodologij bil ta proces krajši in lažji, saj je del priprav za tovrsten projekt opravljen že v tej nalogi.

Za konec naj še enkrat opozorim na najpomembnejši dejavnik pri normiranju za izračun učinka gradbenih strojev, to je človek. Z dobrim in usposobljenim delavcem se učinek stroja lahko poveča za večkratnik kateregakoli koeficienta. Vendar je potrebno delavca med delom zaščititi, kar odvisno od nalog in namena strojev. To bi dosegli s kombinacijo vojaško prirejenih gradbenih strojev in oklepljenih gradbenih strojev, to pa bi delovni učinek nedvomno povečalo.

## LITERATURA

- BOGATEC, Suzana. Motivacija delavcev za varno delo. Diplomsko delo. Ljubljana, 2009.
- HORNBACK, Paul. The Wheel Versus Track Dilemma. *Armor*. 1998, Marec-april, str. 33-34.
- HRISTOV, Slavčo. Organizacija inženjerskih radova. Vojnoizdavaški zavod, Beograd, 1978.
- PAJK, Milan. Kalkulacije gradbenih del. 8. dopolnjena izdaja. FAGG, Ljubljana, 1982.
- TRBOJEVIĆ, Bogdan. Građevinske mašine. 7. dopolnjena izdaja. Građevinska knjiga, Beograd, 1985.
- VOJNOVIĆ, Dubrovka. Tehnologija građenja. Naučna knjiga, Beograd, 1983.

## VIRI

- BAE Systems, Global Combat Systems Terrier Combat Engineer Vehicle. Dostopno prek [www.4.janes.com/subscribe/jmvl/doc\\_view.jsp?K2DocKey=/content1/janesdata/yb/jmvl/jmvl9346.htm@current&Prod\\_Name=JMVL&QueryText=](http://www.4.janes.com/subscribe/jmvl/doc_view.jsp?K2DocKey=/content1/janesdata/yb/jmvl/jmvl9346.htm@current&Prod_Name=JMVL&QueryText=) (16. 8. 2010).
- Bager. Dostopno prek [www.slovenskavojska.si/oborozitev-in-oprema/logistika-in-inzenirstvo/bager/](http://www.slovenskavojska.si/oborozitev-in-oprema/logistika-in-inzenirstvo/bager/) (15. 6. 2010).
- D 150. Buldožer na gosenicah. Priročnik za upravljanje. Št. natisa: 604.35.037.00. Leto 2005.
- Građevinski strojevi. Dostopno prek [www.gradri.hr/adminmax/files/class/STR-1-1-UVODNO\\_O\\_GRA%C4%90\\_STR.pdf](http://www.gradri.hr/adminmax/files/class/STR-1-1-UVODNO_O_GRA%C4%90_STR.pdf) (18. 6. 2010).
- LINARIĆ, Zdravko. Učinek građevinskih strojeva. Dostopno prek: [http://info.grad.hr/res/gf\\_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak građevinskih strojeva.pdf](http://info.grad.hr/res/gf_osoblje/1033044848/doc/1.%20knjiga/200.b-ucinak%20građevinskih%20strojeva.pdf) (20. 6. 2010).
- Military Engineering Vehicles. Dostopno prek [http://wapedia.mobi/en/Combat\\_engineering\\_vehicle](http://wapedia.mobi/en/Combat_engineering_vehicle) (25. 6. 2010).
- Mobility Analysis for the TRADOC Wheeled-Versus-Track Study. Dostopno prek <http://fas.org/man/dod101/sys/land/docs/2wheels98.pdf> (21. 6. 2010).
- Navodilo za uporabo ASC 110/ASC 150. Leto 2005.
- Navodila za upravljanje in vzdrževanje. 438C. Marec 1997.
- New Holland. Navodila za uporabo in vzdrževanje.

Swiss Army gets Kodiak Armored Engineer Vehicle. Dostopno prek [www.globaldefence.net/defence-news/sonderausgabe/78-military-engineering-/14510-military-engineering-2010-armored-engineering-vehicle-3-kodiak.html?start=1](http://www.globaldefence.net/defence-news/sonderausgabe/78-military-engineering-/14510-military-engineering-2010-armored-engineering-vehicle-3-kodiak.html?start=1) (22. 6. 2010).

Terrier Engineer Vehicle. Dostopno prek [www.army.mod.uk/equipment/engineering/1496.aspx](http://www.army.mod.uk/equipment/engineering/1496.aspx) (20. 6. 2010).

Tovorno vozilo-prekucnik. Dostopno prek [www.slovenskavojska.si/oborozitev-in-oprema/logistika-in-inzenirstvo/tovorno-vozilo-prekucnik/](http://www.slovenskavojska.si/oborozitev-in-oprema/logistika-in-inzenirstvo/tovorno-vozilo-prekucnik/) (17. 6. 2010).

Utovarivač točkaš ULT-150. Uputstvo. Vojnoizdavački zavod. Beograd. 1979.

Zakon o obrambi. Uradni list RS, št. 103/2004.

## SEZNAM SLIK IN TABEL

Slika 1: Indeks tehnološke razvitosti v odvisnosti od časa .....	49
Slika 2: Bager na kolesih .....	49
Slika 3: Bager goseničar E195E .....	51
Slika 4: Kabina bagra goseničarja .....	52
Slika 5: Hitrost buldožerja .....	52
Slika 6: Valjar Ammann .....	52
Slika 7: Tovorno vozilo-prekucnik .....	53
Slika 8: OIV Terrier .....	53
Slika 9: OIV 3 Kodiak .....	53
Tabela 1: (Vojaška) Kategorizacija tal .....	5
Tabela 2: Kategorizacija tal .....	5
Tabela 3: Koeficienti popravka organizacije, upravljanja in vodenja del na terenu .....	23
Tabela 4: Koeficient popravka izkoristka delovnega časa stroja, glede na efektivno delo v eni uri .....	23
Tabela 5: Koeficient popravka dotrajanosti stroja .....	23
Tabela 6: Koeficient popravka vlažnosti materiala .....	24
Tabela 7: Korekcijski faktor izkoriščanja optimalne globine izkopa in kota obrata stroja .....	24
Tabela 8: Razrahljanost in gostota materialov .....	26
Tabela 9: Koeficient razrahljanosti .....	28
Tabela 10: Koeficient nadmorske višine .....	29
Tabela 11: Koeficient noža za buldožer .....	31
Tabela 12: Trajanje delovnega cikla bagra .....	32
Tabela 13: Trajanje obračalnega cikla bagra .....	32
Tabela 14: Trajanje delovnega cikla nakladalca po CAT-u .....	33
Tabela 15: Čas trajanja delovnega cikla nakladalca po Komatsu .....	34
Tabela 16: Delovne hitrosti valjarjev .....	34
Tabela 17: Utrjena površina valjarja .....	35
Tabela 18: Tehnični podatki ULT 160 C .....	50
Tabela 19: Tehnični podatki bagra goseničarja .....	50
Tabela 20: Podatki o hidravliki .....	50
Tabela 21: Podatki motorja .....	51
Tabela 22: Tehnični podatki kombinirka .....	52

## SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC

AEV – Armoured Engineer Vehicle (slov.-oklepljeno inženirsko vozilo),  
BMS – Battlefield Management System,  
BPIONČ – bojna pionirska četa,  
BVP – bojno vozilo pehote,  
CNH – Case New Holland,  
JRKB – jedrsko, radiološko, kemično, biološko (npr. orožje),  
KMV – kazalec mobilnosti vozila,  
kW – kilo Watt,  
LBBSk – lahka bataljonska bojna skupina,  
MOM – mednarodne operacije in misije,  
MOSTČ – mostna četa,  
MPa – mega Pascal,  
NATO – North Atlantic Treaty Organization,  
OIV – oklepljeno inženirsko vozilo,  
POVLOGČ – poveljniško logistična četa,  
RS – Republika Slovenija,  
SV – Slovenska vojska,  
V – volt,  
VBINŽ – vod bojne inženirije,  
VGS – vojaški gradbeni stroj,  
ZDA – Združene države Amerike,  
14. INŽB – 14. inženirski bataljon,  
 $k_{pu}$  – koeficient polnjenja,  
 $k_n$  – koeficient noža,  
 $k_g$  – koeficient izgube zaradi rinjenja materiala pred nožem  
 $Q_c$  – količina učinka v enem ciklu,  
 $q$  – konstruktivna prostornina učinkovite delovnega površine stroja,  
 $k_r$  – koeficient razrahljanosti materiala,  
 $n_c$  – število ciklov v časovni enoti,  
 $t_c$  – časovna enota v minutah,  
U – umi (splošni) učinek,  
 $k_p$  – posebni koeficient popravka teoretičnega učinka in je različen glede na vrsto gradbenega stroja, ki dela v okviru tehnološkega procesa ali na gradbišču,  
 $k_{vm}$  – koeficient vlažnosti materiala,  
 $k_{dp}$  – koeficient delovnega prostora,  
 $k_{nt}$  – koeficient nagiba terena,  
 $k_o$  – splošni koeficient popravka teoretičnega učinka, katerega formula je enaka za vse stroje na gradbišču oziroma v tehnološkem procesu,  
 $k_{or}$  – koeficient popravka organizacije, upravljanja oziroma vodenja del,  
 $k_{idc}$  – koeficient popravka izkoristka delovnega časa stroja,  
 $k_{ds}$  – koeficient popravka dotrajanosti stroja,  
 $k_i$  – koeficient popravka teoretičnega učinka,  
 $U_t$  – teoretični učinek,  
 $U_p$  – praktični učinek.

## SLOVAR TUJIH IZRAZOV

AEV – Armoured Engineer Vehicle (slov. – oklepljeno inženirsko vozilo),  
BMS – Battlefield Management System (slov. – sistem za prikaz bojišča v realnem času),  
NATO – North Atlantic Treaty Organization (slov. – Organizacija severnoatlantske pogodbe),  
CNH – Case New Holland (obraz. – podjetje za proizvodnjo delovnih strojev).

# PRILOGE

## PRILOGA A1: GRADBENI STROJI 14. INŽB<sup>33</sup>

### A1. 1 Nakladalec ULT 160 C

#### a. NAMEN

ULT 160 C je namenjen predvsem za nakladanje razsutega materiala kot so: zemlja, pesek, drobljeni material in podobno. Prej naštetih material se iz predhodno nasipanega materiala pretovori na kupe ali na tovorna vozila. Za nakladanje razsutega materiala je nakladalec opremljen z dvema vrstama nakladalne žlice:

- standardna z volumnom 1.91 m<sup>3</sup> je primerna za nakladanje lažje in srednje specifične mase do 1.8 tone po m<sup>3</sup>;
- posebna z volumnom 1.53 m<sup>3</sup> pa je primerna za nakladanje kamna, katerega specifična masa ne presega 2.5 tone po m<sup>3</sup>.

Konstrukcija nakladalca in jakost njegovega motorja omogočata popolno in učinkovito opravljanje dela iz namenske uporabe nakladalcev kar je bilo predstavljeno v prejšnjem poglavju o splošnih lastnostih gradbenih strojev.

Poleg osnovnih namembnosti iz prejšnjega odstavka, se nakladalec lahko uporabi tudi za odkrivanje humusa, rinjenje odkopanega materiala na določeno razdaljo, čiščenje in ravnanje terena, prenašanja materiala iz enega mesta na drugo in kopanje kanala najmanjše širine 2.5 m kar predstavlja najmanjšo širino žlice (glej Tabelo 1).

#### b. OPIS SESTAVNIH DELOV in DELOVANJE

Nakladalec ULT 160 C je sestavljen iz naslednjih sklopov:

1. motor<sup>34</sup>: njegov namen je, da s svojim delom omogoča premikanje nakladalca in izvajanje vseh del za katere je le-ta namenjen. Je šestvaljni, štiritaktni dizelski motor z vodnim hlajenjem in neposrednim vbrizgavanjem goriva. Hlajenje in podmazovanje motorja se izvaja s pridodano cirkulacijo, za kar so namenjene določene črpalke.
2. prenosni mehanizem je v motor vgrajen z namenom, da prenese obratni moment od motorja do pogonskih koles. Razteza se od motorja, do prednjega in zadnjega mosta, oziroma koles. Torej se razteza čez celotno dolžino gradbenega stroja in je eden pomembnejših delov stroja, saj mora prenesti visoke obremenitve. Moč motorja se prenaša preko gumijaste spojnice, na menjalniški blok (pretvornik obratnega momenta, hidrodinamični menjalnik, zobničasti reduktor) in dalje, preko kardanov, na sprednji in zadnji most oziroma na kolesa.
3. podvozje nakladalca in pogonski mostovi;

---

<sup>33</sup> Bager goseničar in bager kolesnik v tem poglavju nista predstavljena, saj sta opisana v poglavju o gradbenih strojih.

<sup>34</sup> sesalni in izpušni kolektor morata motorju zagotoviti zadostno količino prečiščenega zraka in omogočiti normalno zgorevanje goriva v valjih; razvodni mehanizem skrbi za pravočasno odpiranje in zapiranje odprtih na valjih motorja; sistem napajanja z gorivom je namenjen, da konstantno in stalno oskrbuje motor z zadostno količino goriva ter tako omogoča normalno delovanje; sistem za hlajenje omogoči, da motor po zagonu doseže delovno temperaturo, med samim delovanjem pa temperaturo drži na optimalnem nivoju; sistem za podmazovanje nepretrgoma in v zadostni meri oskrbuje motor in njegove dele z oljem. Le-to je namenjeno zmanjševanju trenja med gibljivimi deli motorja.



Podvozje (šasija) je namenjeno kot osnova na katero se nadgradijo vsi ostali deli nakladalca. Notranji del podvozja je okrepljen, kar pomeni, da je dovolj močan za prenašanje vseh obremenitev med obratovanjem. Prednji in zadnji del podvozja se lahko medsebojno obračata okoli centralno – vertikalnega (slo. sredinsko-navpičnega) zgloba za  $\pm 35^\circ$ . Tovrstna konstrukcija podvozja omogoča lažje upravljanje in dobro premičnost nakladalca. S tem se doseže stabilnost in velik delovni učinek. Na sprednjem, zgornjem, delu podvozja je ojačitveni element, na katerega se postavi in pričvrsti nosilec žlice. Na spodnji strani sprednjega dela stroja je nosilec, na katerega se pritrdi in pričvrsti sprednji pogonski most. Na zadnjem delu podvozja je na zgornjem delu postavljen motor in njegovi sklopi, s spodnje strani pa je na poseben nosilec pritrjen zadnji pogonski most. Na sredini podvozja je, na zgornjem delu, platforma, na kateri je pričvrščena kabina in vsebuje delovne naprave.

Pogonski mostovi omogočajo nakladalcu premikanje in delo. Poznamo sprednji in zadnji most. Sprednji pogonski most je tipa AP – 11/L, zadnji pogonski most pa tipa AP – 9/H. Tipa izdelave se le malo razlikujeta. Sestavljena sta z planetarnim reduktorjem in avtomatskim blokiranjem diferenciala. Zadnji pogonski most je vgrajen na poseben nosilec podvozja tako, da se lahko most nagiba za  $\pm 13^\circ$ . S tem so konstruktorji dosegli lažje premagovanje neravnega terena.

4. delovna naprava je namenjena za izvajanje vseh gradbenih idr. del, za katere je nakladalec namenjen. Delovna naprava je postavljena na sprednjem delu nakladalca in jo sestavljajo naslednji sklopi:
  - nakladalna žlica (lopata itd.)-osnovno orodje nakladalca, s katerim se vrši zajemanje večje količine sipkega materiala,
  - nosilec nakladalne žlice-sklop, ki nosi žlico in je pritrjen na ogrodje nakladalca,
  - hidravlične instalacije-je namenjena za lažje in varno upravljanje pri vseh pogojih dela z nakladalcem. Sestavljajo jo rezervoar, črpalka za olje, razvodnik, po dva valja za nosilec nakladalne žlice in nakladalne žlice, filter olja, varnostni ventil in vodov za hidravlično olje;
5. naprava za upravljanje je namenjena za upravljanje nakladalca v vseh pogojih dela. Sestavljajo jo hidromotor, spone, delovni cilindri, črpalka motorja, rezervna črpalka motorja, rezervoarja;
6. naprava za zaviranje je namenjena za zaviranje nakladalca in jo, zaradi načina dela, imenujemo pnevmatsko – hidravlična. Sestavljena je iz: kompresorja, rezervoarja za zrak, regulatorja pritiska, naprave proti zmrzovanju, dva končna ventila s stopalkama, dvojnega ventila, zračnega zavornega valja, glavnega hidravličnega valja, štirih zavornih valjev na kolesih, dvojnega manometra in sistemov vodov;
7. električna naprava omogoča polnjenje akumulatorjev med obratovanjem in zagotavlja zadostno količino energije za vžig motorja ter ostalih potrošnikov. Napetost napeljave je 24V. Električna naprava sestoji iz dveh akumulatorjev, generatorja, regulatorja napetosti, elektrozagajalnika, štirih smernikov, dveh zavornih luči, škatle z varovalkami, glavnega stikala, stikal za luči, kontrolne lučke in vtičnice za prenosno svetilko ter šestih reflektorjev;
8. naprave za rokovanje so namenjene za rokovanje z nakladalcem s pomočjo ročic in stopalk. Z njimi upravljalec vodi nakladalca med delom ali premikom ter preko instrumentov spremlja delo motorja in njegovih sklopov. Vsi deli naprav se nahajajo neposredni bližini upravljalca – strojnika in se jih upravlja brez navora. Naprave za rokovanje so naslednje: ročice, stopalke, instrumenti na armaturni plošči, stikala, ...;
9. kabina strojnika je konstruirana za zaščito strojnika pred vremenskimi vplivi in za namestitve naprav za rokovanje, s katerimi strojnik oz. upravljavec upravlja z gradbenim strojem. Konstrukcija kabine omogoča upravljanje nakladalca za čas njegovega premika oziroma uporabo naprav za rokovanje med delom. Strojnik, ali včasih tudi strežič, ima dobro preglednost na vse strani stroja, naprave za rokovanje so mu na dosegu rok in nog. Med obratovanjem stroja strojnik sedi na sedežu, ki je mehansko vzmeten;

10. orodje, pribor in rezervni deli so namenjeni za vzdrževanje nakladalca. Komplet vsebuje najnujnejše pripomočke, ki so primerni za manjša vzdrževalna dela predvsem med pregledi pred, med in po uporabi.

### c. OSNOVNO VZDRŽEVANJE

Osnovno vzdrževanje obsega stalno kontrolo, redne preglede in manjša popravila posameznih sklopov motorja in delovnih naprav. Odgovornost za redno vzdrževanje nosi strojnik in njegov nadrejeni, kateri izhaja iz enote, katera razpolaga z nakladalcem. Strojnik mora biti usposobljen, da v slučaju napake in nepravilnosti delovanja poskuša napako odpraviti, če pa to ni mogoče, obvesti svojega nadrejenega.

Osnovno vzdrževanje zajema naslednje tri korake:

- DNEVNI PREGLED- se izvajajo vsakodnevno zaradi nadzora izpravnosti in popolnosti. Izvaja ga sam strojnik pod nadzorom nadrejenega. Glede na dela, ki ga opravljamo, ločimo naslednje dnevne preglede in sicer pred, med in po uporabi ter eksplozijske meritve.
- STREŽBA- potrebno je upoštevati navodila proizvajalca. Stroj je potrebno redno čistiti in prati, da se izognemo lomljenju delov in večji obrabi, še posebej, če je stroj delal v težkih pogojih kot je npr. blato. Po pranju stroj obvezno podmažemo in zaščitimo. Pri sami strežbi je potrebno pregledati vse tekočine, olja, gorivo in jih po potrebi dopolniti. V primeru potrebe po manjših popravilih, jih strojnik opravi sam, v primeru večje škode, pa poroča svojemu nadrejenemu.
- PERIODIČNI PREGLED se načeloma izvajajo enkrat tedensko. V primeru, da stroja ni mogoče pregledati enkrat tedensko se pregled naredi enkrat mesečno. Ta pregled se izvaja pod nadzorom nadrejenih starešin in oseb, ki so tehnično usposobljene za nakladalca. Pregleda se popolnost tehnične dokumentacije, celoten stroj (motor, hidravlika, sistem za hlajenje, sistem podmazovanja, delovne naprave, naprave za upravljanje, elektrika, naprave za rokovanje,...), pribor in orodje ter izpravnost le-tega, dolijejo se vse tekočine. Po končanem pregledu se izpravnost stroja tudi preizkusi.

## A1. 2 Buldožer D150 XLT PAT

### 1. NAMEN

Buldožer D150 XLT PAT, ki ga uporablja 14. INŽB, je italijanske izdelave z motorjem Cummins iz Velike Britanije. Namenjen je za kopanje, kopanje cest in kanalov, prevoz materiala, nanašanje materiala, izravnavanje, premik kamnov, kopičenje, sesutje kupov, izsekavanje in oblikovanje (včasih tudi za drobljenje materiala). Večinoma se uporablja za nanašanje materiala, izravnavanje površine, rinjenje materiala, kopičenje, sesutje raznih kupov. Redko opazimo, da bi ga uporabniki uporabljali za kopanje raznih cest, kanalov idr. stvari. To lahko sklepamo predvsem iz dejstva, da je buldožer izredno specializiran gradbeni stroj, namenjen za ozek spekter nalog. Vendar pa naloge, za katere je namenjen, opravlja z izjemno učinkovitostjo, natančnostjo in hitrostjo. Za kopanje jarkov in kanalov se večinoma uporabljajo bagri.

Buldožer D150 XLT PAT je gradbeni stroj na gosenicah, zaradi česar je izjemno primeren za delo na neravnem, zahtevnem terenu. Gosenice ga naredijo izredno gibčnega na majhnem prostoru, po drugi strani pa ga omejujejo, saj se ne more sam premikati po javnih poteh, ker bi lahko poškodoval vozno površino-asfalt. Izpostavimo lahko tri glavne dele buldožerja: lopata-nož, zob (ang. Ripper)-kljun in gosenice. Več sestavnih delov bo predstavljenih v nadaljnjih poglavjih.

## 2. OPIS SESTAVNIH DELOV in DELOVANJE

Sestavni deli se bistveno ne razlikujejo od ostalih delovnih strojev v formaciji bataljona, obstaja pa nekaj posebnosti, ki jih bomo v nadaljevanju omenili. Glavni sestavni deli »bataljonskega buldožerja« so: ogrodje, kabina, gosenice (dva vozička s 7 valji), lopata, zob, motor, sistem za mazanje, sistem za hlajenje, menjalnik, reduktorji, diferencial zavoja, hidravlični sistem za priključke, zavore in električni sistem.

Buldožer v dolžino meri 5025 mm, v višino pa 3060 mm. Cumminsov dizelski motor je 4-taktni ciklični z neposrednim vbrizgom goriva ter dodatno napajan preko turbokompresorja, ki se vključi z izpušnimi plini. Pomemben podatek je, da buldožer, oz. njegov motor, doseže 650 Nm navora pri 1300 obratih na minuto. Masa stroja je 15677 kg in doseže največjo hitrost vožnje 13 km/h, pri vzvratni vožnji<sup>35</sup> (Slika 5).

## 3. POMEMBNEJŠI DELI STROJA

- LOPATA-je osnovno orodje buldožerja in je predvsem namenjeno rinjenju, prenašanju, ravnanju terena. V širino meri 3200 mm in v višino 1100 mm. Njena kapaciteta je 3,15 m<sup>3</sup>. V globino lahko zareže 5°.
- ZOB-je modela RP12F, paralelogramske vrste z ogrodjem s spojenimi pločevinastimi deli. Drog za nošenje orodij je s tremi položaji pol krive vrste s konico, ki se jo da zamenjati. Krmili se ga preko hidravličnih valjev z dvojnimi učinkom. Masa orodja je 1360 kg;<sup>36</sup>
- GOSENICE-so element gradbenega stroja, namenjen premikanju po terenu. Zaradi lastnosti gosenic, se te najboljše obnesejo na težko prehodnem, utrjenem terenu, kjer kolesniki ne bi bili primerni. Razdalja goseničnega dela med prečnicami je 2985 mm, gosenice pa v širino merijo 500 mm. Iz tega lahko izračunamo površino oprijema gosenic, ki je 29850 cm<sup>2</sup>. Pritisk na teren je 51,5 kPa. Zadnji podatek je pomemben, saj iz njega sklepamo, katera podlaga še zadrži buldožer na površju brez ugreznitve.

## 4. OSNOVNO VZDRŽEVANJE

Kot smo omenili že pri nakladalcu in bagru, se osnovno vzdrževanje omeji predvsem na dnevni pregled vozila pred, med in po uporabi. Za tovrstno vzdrževanje je odgovoren in zadolžen strojnik stroja. Za večino gradbenih strojev veljajo naslednji intervali nadaljevalnega vzdrževanja oz. vzdrževanja na višji stopnji in sicer na: 250 (1 mesec), 500 (ali 3 mesece), 1000 (ali 6 mesecev), 1500, 2000 (ali 1 leto), 2500 in 3000 ( ali 2 leti) delovnih ur.

Dnevni obhod je vsakodnevna rutina, ki jo strojnik izvede pred začetkom vsakega delovnega dne. Opraviti mora pregled in pregledati vse pomembnejše dele in spoje, da ne bi slučajno, kje puščalo katerokoli olje ali gorivo; preveriti mora matice na spojih itd.<sup>37</sup> Pri tem stroju je posebnost to, da je potrebno opraviti vzdrževanje oz. pregled po desetih delovnih urah, ko moramo:

- Preveriti nivo motornega olja,
- Preveriti nivo olja v menjalniku,
- Odliti kondenz pri filtru za gorivo,
- Preveriti nivo hladilne tekočine.

<sup>35</sup> Več podatkov je navedenih v: D 150. Buldožer na gosenicah. Priročnik za upravljanje. Št. natisa: 604.35.037.00. Leto 2005.

<sup>36</sup> Povzeto po: D 150. Buldožer na gosenicah. Priročnik za upravljanje. Št. natisa: 604.35.037.00. Leto 2005. str. 6.

<sup>37</sup> Več v: D 150. Buldožer na gosenicah. Priročnik za upravljanje. Št. natisa: 604.35.037.00. Leto 2005.

## A1. 3 Valjar ASC 150

### 1. NAMEN

Valjar ASC 150 je izdelek švicarskega podjetja Ammann in je po tipu vibracijski valjar. Na splošno so vibracijski valjarji z enim jeklenim pogonskim valjem vrste ASC 110, ASC 150 najbolj uporabni za zgoščevalna dela srednjega in velikega obsega pri prometnih gradnjah (gradnja avtocest, železnic, letaliških površin), pri hidrogradnjah (gradnja pregradnih nasipov) in pri nizkih gradnjah (industrijske površine, pristanišča) itd. V SV ga uporabljajo predvsem za utrjevanje vojaških poti oz. za pripravo poti. Namenjeni so za delovanje v rahlem, toplem, suhem in vročem okolju, znotraj temperaturnega obsega  $-15\text{ °C}$  do  $+45\text{ °C}$ .

Vibracijski valjar ASC 150 HD z gladkim valjem je izvedba s povečano vlečno silo. Stroj je namenjen za trajno obratovanje v najtežjih pogojih in na naklonih tudi nad 30%. Primeren je za zgoščevanje vseh vrst tal. Njegova naloga je spraviti tla v stanje kot je v raščnem ali celo v bolj zbito. Lahko ga uporabljamo za zgoščevanje:

- ilovnatih tal v debelino plasti 30 cm po zgoščevanju,
- glinastih tal v debelino plasti 50 cm,
- mešanih tal v debelino plasti 70 cm,
- peščenih in gramoznih materialov v debelino plasti 80 cm ter
- kamnite osnove v debelino plasti 120 cm.

Največja dopustna velikost zrn v nasuti plasti, ki jo valjar še zmore obdelati je  $2/3$  debeline plasti. Kar je več od tega, ustvari za valjar že pretežke delovne pogoje, ki jim ne more zadostiti. Valjar se lahko prav tako uporablja za zgoščevanje stabilizacije. Najpomembnejše pri vsem pa je, da stroj ni namenjen prevozu po lastni osi po javnih komunikacijah, saj lahko poškoduje vrhno plast vozišča. Po drugi strani je prepočasen in prevelike mase in dimenzij in ga kategoriziramo kot izredni prevoz.

### 2. OPIS SESTAVNIH DELOV in DELOVANJE

Ta stroj se malce razlikuje od vseh prej opisanih, saj je namenjen za dokaj specifično nalogo zgoščevanja tal. S tem namenom je sprednja prema opremljena z drugačnim orodjem in sicer s sklopom vibracijskega valja. Vibracijski valj je glavno orodje tega delovnega stroja, deluje pa na principu vibriranja valja, ki udarja v tla z amplitudo do 2 mm. Sunki se čutijo več metrov okoli kot rahlo tresenje tal.

Nadaljnji sestavni deli valjarja so še okvir vlačilca, prostor voznika – kabina, motor, hidrogenerator premika in vibracij in zadnja prema, kjer so pnevmatike. Te sestavlja obesa z dvema pogonskima menjalnikoma s kolesi. Dimenzije pnevmatik so 23,1x26". Krmilna naprava je hidravlična servo krmilna naprava z dvema premočrtnima hidromotorjema.

Masa valjarja s kabino in zaščitnim okvirjem je 15785 kg, od tega odpade 10165 kg na valj in 5620 kg na os vozila. Pomemben podatek je statična linearna obremenitev vozila, ki znaša  $46,2\text{ kg/cm}^2$ . Stroj ima možnost namestitve posebnega delovnega orodja ježev, ki povečajo učinkovitost zgoščevanja in znatno doprinesejo k masi vozila. Le-ta znaša tedaj 17465 kg, od tega odpade 11845 kg na valj in 5620 kg na os vozila. Masa ježev je 1680 kg.

Vozilo ima velik navor, kar 600 Nm pri 1500 obratih na minuto. Na delovno uro porabi 12,5 l goriva, kar je v primerjavi z drugimi gradbenimi stroji relativno malo. Rezervoar goriva sprejme 410 l dizelskega goriva.

Valj ima možnost vožnje v dveh režimih, v delovnem in v transportnem. V delovnem v treh prestavah naprej in treh vzvratno doseže hitrosti do 3,12 km/h. V transportnem režimu doseže valjar hitrosti do 7 km/h. Stroj naj bi v vožnji naprej premagoval praktično naklone do 60% brez in z vključenim vibriranjem valja. Maksimalno dovoljen nagib pri vožnji vzporedno z

vzpetino je z vključenim vibriranjem 5° in brez vibracij 23°. To spada že k varnostnim ukrepom, ki se jih mora strojnik držati in pri čemer se izkažejo izkušnje.

### 3. POMEMBNEJŠI DELI STROJA

#### a. VALJ

Valj je osnovno orodje valjarja Ammann 150, čeprav ne edino. Omenili smo že, da je posebnost valja, da je vibracijski. To pomeni, da deluje na principu vibracij, ki jih sproža dvostopenjski sprožilec vibracij. Prva stopnja vibracij deluje s frekvenco 29 Hz in ima amplitudo 2 mm, druga stopnja pa s frekvenco 32 Hz in ima amplitudo 1 mm.

Valj ima premer 150 cm, v širino meri 220 cm debelina jeklene plošče na valju pa je 4 cm. Valj ima cca. 10 ton, kar mu ustvari že prej omenjeni statični linearni pritisk, ki znaša 46,2 kg/cm<sup>2</sup>. To pa še lahko povečamo z namestitvijo posebnega dodatka za valj, ježev. Z ježi osnovni valj oplastimo, s čimer dobimo veliko pritiskno silo na majhni površini ježa in s tem boljše zgoščevanje materiala. Kompaktna tla 50 cm zgosti na 19,7cm in mešana tla 70 cm na 27,5 cm. Vendar pa ježi niso edini dodatek na valju. Pred valj se lahko namesti lemež, ki deluje kot lopata na buldožerju in pred seboj odriva material. S tem dobimo univerzalni valjar (Slika 6).

### 4. OSNOVNO VZDRŽEVANJE

Osnovno vzdrževanje je pri vseh strojih podobno in ga zagotovi strojnik sam (pred, med in po uporabi). Večja vzdrževalna dela se opravijo na intervale, omenjene v prejšnjih poglavjih o gradbenih strojih. Posebno pozornost bi rad usmeril na »vzdrževanje« sposobnosti voznika, kar lahko označimo kot poseben varnostni ukrep. Valjar lahko upravlja voznik, ki je bil usposobljen po ISO 7130 in drugih lokalnih ter nacionalnih predpisih določenih za voznike te skupine strojev. Kot drugo se mora voznik najmanj 1x na dve leti šolati in opraviti preizkus znanja iz predpisov za zagotovitev varnosti pri delu.

## **A1. 4 Kopač-Nakladalec 438C (Kombinirka)**

### 1. NAMEN

Kopač-nakladalec oz. kombinirka (v nadaljevanju kombinirka) je večnamenski gradbeni stroj, proizvajalca Caterpillar Inc. iz ZDA (Združenih držav Amerike). Po svetu se predstavlja s prepoznavno blagovno znamko Caterpillar oz. Cat.

Stroj se uporablja za izvajanje gradbenih – zemeljskih del kot so npr. izkop, nakladanje, planiranje, transport na krajše razdalje in nakladanje MTS. Je izredno uporaben za gradbena dela manjšega obsega in kot pomoč enotam pri ureditvi vadišč SV za namene usposabljanj. Njegova uporabnost se kaže v namenu gradbenega stroja, saj se ga lahko uporabi kot nakladalca ali kot bager. Vendar se pri vsem tem moramo zavedati omejitev, ker v končni fazi le ne gre za gradbeni stroj, specializiran za eno vrsto del.

### 2. OPIS SESTAVNIH DELOV in DELOVANJE

- 1) Prednja kombinacija-prednja nakladalna žlica, paletne vilice in nakladalna roka-vsi ti elementi dajo kombinirki sposobnost univerzalnega delovanja in uporabe;
- 2) Motor-stroj je opremljen z dizelskim motorjem 3054 ter ima štiristopenjski menjalnik v obe smeri.
- 3) Zadnja kombinacija-izkopna žlica in dvigovanje bremena: omogoča, da kombinirka opravlja delo kot manjši bager in se uporabi pri izkopih manjših razsežnosti;

- 4) Kontrolno mesto nivoja tekočin-olja motorja, olja v prenosih in hidravlične tekočine: potrebne aparature za vsakodnevni pregled pred, med in po uporabi;
- 5) Kabina upravljalca-glava in možgani kombinirka iz katere upravljaavec oz. strojnik upravlja s strojem. V njej je vrtljivi sedež, ki strojniku omogoča delo s prednjo ali zadnjo kombinacijo (glej Tabelo 5).

### 3. OSNOVNO VZDRŽEVANJE

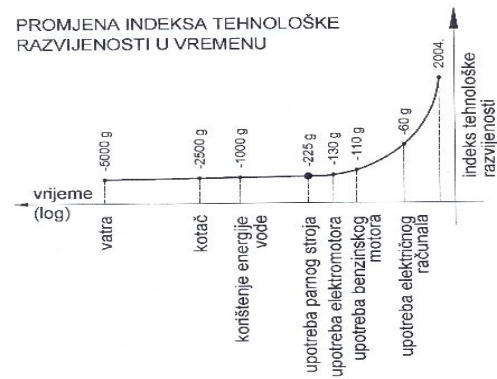
Kot smo omenili že pri nakladalcu in bagru, se osnovno vzdrževanje omeji predvsem na dnevni pregled vozila pred, med in po uporabi. Za tovrstno vzdrževanje je odgovoren in zadolžen strojnik stroja. Za večino gradbenih strojev veljajo naslednji intervali nadaljevalnega vzdrževanja oz. vzdrževanja na višji stopnji in sicer na: 250 (1 mesec), 500 (ali 3 mesece), 1000 (ali 6 mesecev), 1500, 2000 (ali 1 leto), 2500 in 3000 ( ali 2 leti) delovnih ur. Za nadomestne dele in vzdrževanje je zadolžen in odgovoren uradni servis vozil Caterpillar.

#### **A1. 5 Ukrepi tehnične zaščite pri delu**

Ukrepi tehnične zaščite pri delu so eden najpomembnejših ukrepov pri rokovanju s strojem. Nobena tehnika ne more nadomestiti človeškega življenja, zato so sprejeti strogi varnostni ukrepi za zaščito oseb. V nadaljevanju je nekaj splošnih ukrepov zaščite pri delu tudi naštetih ter veljajo za vse gradbene stroje, ki so v sestavi 14. INŽB:

- Stroj je pregledan in izpraven,
- Upravljaavec je usposobljen za delo s strojem, ima veljavno licenco ter ga upravlja le on,
- Stroj se uporablja samo za namene, za katere je namenjen in v okviru zmožnosti,
- Prepovedano je gibanje v delovnem območju stroja med delom,
- Gibanje za strojem je prepovedano,
- Če že moramo, se stroju približamo tako, da nas strojnik vidi-s sprednje strani,
- Delo po »zdravi pameti«,
- Za upravljanje s strojem je odgovoren upravljalec,
- Ne nosite prstanov, ur, nakita, ohlapnih ali visečih oblačil, kot so kravate, raztrgana oblačila, rute, odpeti ali odprti jopiči, ki se lahko ujamejo med premikajoče dele,
- Nosite varnostna oblačila, kot so: čelada, obutev, ki ne drsi, močne rokavice, zaščita za ušesa, zaščitna očala, brezrokavnik z odsevniki, respirator, ko je to potrebno,
- Kabina, stopnice, ograja in ročke naj bodo vedno čiste, z njih očistite tujke, olja, masti, blato ali sneg...,
- Ne skačite na ali s stroja, vedno imejte tritočkovni oprijem,
- Idr.

**Slika 1: Indeks tehnološke razvitenosti v odvisnosti od časa**



Vir: Građevinski strojevi. Dostupno prek: [www.gradri.hr/adminmax/files/class/STR-1-1-UVODNO\\_O\\_GRA%C4%90\\_STR.pdf](http://www.gradri.hr/adminmax/files/class/STR-1-1-UVODNO_O_GRA%C4%90_STR.pdf) (18. 6. 2010).

**Slika 2: Bager na kolesih**



Vir: Bager. Dostupno prek: [www.slovenskavojska.si/oborozitev-in-oprema/logistika-in-inzenirstvo/bager/](http://www.slovenskavojska.si/oborozitev-in-oprema/logistika-in-inzenirstvo/bager/) (15. 6. 2010)

**Tabela 18: Tehnični podatki ULT 160 C**

Splošni tehnični podatki nakladalca	
Največja dolžina (z žlico na tleh)	6850 mm
Največja širina (žlice)	2630 mm
Največja višina	3200 mm
Širina osovine	2850 mm
Največja hitrost	50 km/h
Tlak v pnevmatikah	2,8 bara
Skupna masa	12,5 t
Motor	4-taktni, vodno hlajen, neposreden vbrizg, diesel
Tehnični podatki delovnega sklopa	
Prostornina žlice	1,53-1,91 m <sup>3</sup>
Dvigovanje nosilca žlice	7 s
Spuščanje nosilca žlice	5,6 s
Praznjenje žlice	1,5 s
Največja dvižna višina žlice	2850 mm

Vir: Utovarivač točkaš ULT-150. Uputstvo. Vojnoizdavački zavod. Beograd. 1979.

**Tabela 19: Tehnični podatki bagra goseničarja**

Znamka	CNH
Vrsta	Diesel; 4 taktni, neposredni vbrizg
Moč	88 kw
Število valjev	4, v vrsti
Prostornina	3,9 l

Vir: New Holland. Navodila za uporabo in vzdrževanje. str.1-6.

**Tabela 20: Podatki o hidravliki bagra**

Črpalka	prostornina 2 x 98 cm <sup>3</sup>
Črpalka vodilnega sistema	22 l/ min
Najvišji delovni pritisk	37,8 MPa
Hidravlični valji	prva roka 110x1150mm globinska roka 130 x 1290 mm zajemalka 110x 1105 mm vmesna roka (različica z 3 pregibi) 135x1000 mm

Vir: New Holland. Navodila za uporabo in vzdrževanje. str.1-6.

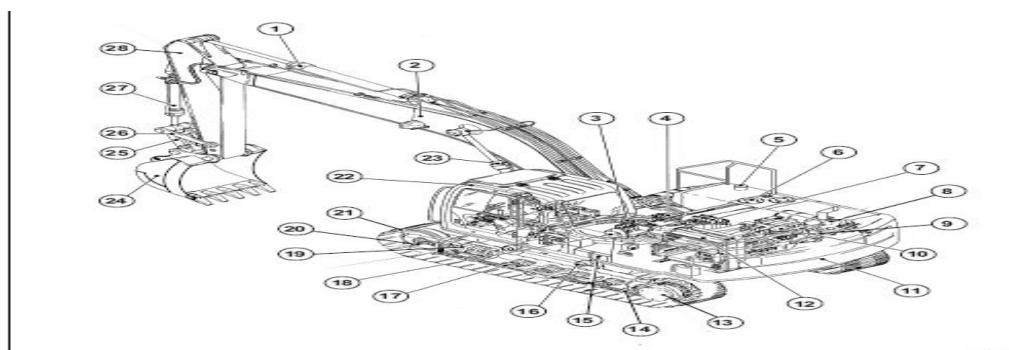


**Tabela 21: Podatki motorja**

Vrsta	hidrostatični, dve hitrosti
Motorja	aksialna bata in dvojna hitrost
Zavore	samodejne , kolutne
Končni reduktor	planetni, oljna kopel
Največji naklon	70 %
Hitrost	3,5 km/h (počasi)– 5 km/h (hitro)
Hitrost obračanja kupole	11,5 obr/mn

Vir: New Holland. Navodila za uporabo in vzdrževanje. str.1-6.

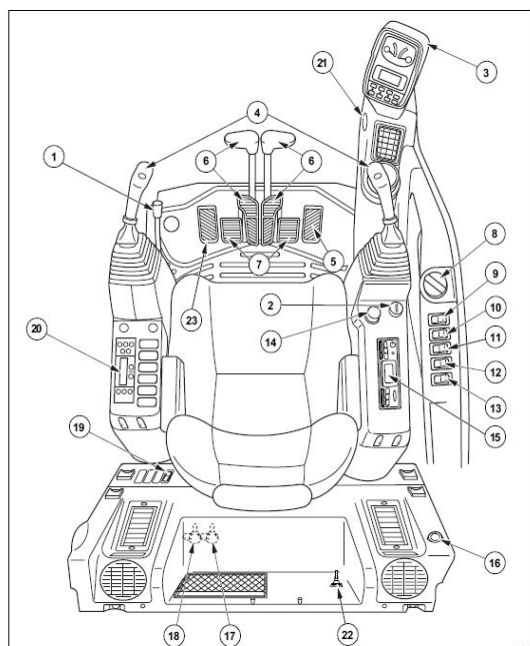
**Slika 3: Bager goseničar E195E**



- |                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1. Valj roke                     | 15. Akumulator                   |
| 2. Prva roka                     | 16. Zgornji vrtiljv valj         |
| 3. Osrednji spoj                 | 17. Spodnji vrtiljv valj         |
| 4. Obračalna naprava             | 18. Zračni filter                |
| 5. Rezervoar za gorivo           | 19. Regulator gosenic            |
| 6. Rezervoar za hidravlično olje | 20. Kolo za nastavljanje gosenic |
| 7. Kmilni ventili                | 21. Segment gosenic              |
| 8. Dušilnik                      | 22. Kabina                       |
| 9. Hidravlične črpalke           | 23. Valj prve roke               |
| 10. Dizelski motor               | 24. Zajemalke                    |
| 11. Probušez                     | 25. A spoj zajemalke             |
| 12. Hladilnik                    | 26. B spoj zajemalke             |
| 13. Naprava za premikanje        | 27. Valj zajemalke               |
| 14. Gosenice                     | 28. Globinska roka               |

Vir: New Holland. Navodila za uporabo in vzdrževanje. Str 1-5.

**Slika 4: Kabina bagra goseničarja**



1. Varnostna ročica
  2. Stikalo za zagon
  3. Nadzorna plošča
  4. Krmilni ročici
  5. Različica s trojnim pregibom: nihajni pedal vmesne roke Različica brez dodatnega pregiba: pedal kladiva/udamega drobilnika.
  6. Pedala in ročici za premikanje
  7. Podpori za stopala
  8. Gumb za ročno uravnavanje vrtilne frekvence motorja
  9. Stikalo delovne luči
  10. Stikalo delovne luči kabine (dodatno)
  11. Stikalo alarma nakladalne sile (dodatno)
- 
12. Stikalo "hitrega sklapljanja" (dodatno)
  13. Stikalo "težkega dviganja" (dodatno)
  14. Vžigalnik za cigarete
  15. Radio
  16. 12-voltna vtičnica
  17. Stikalo za sprostitvev ročne zavore
  18. Stikalo za "preklic načina"
  19. Stikalo za popustitev pritiska hidravličnega sistema
  20. Plošča klimatskega sistema
  21. Števce ur
  22. Hidravlična zaščita proti kraji (dodatno)
  23. Različica s trojnim pregibom: pedal kladiva/udarnega drobilnika

Vir: New Holland. Navodila za uporabo in vzdrževanje. str.2-2.

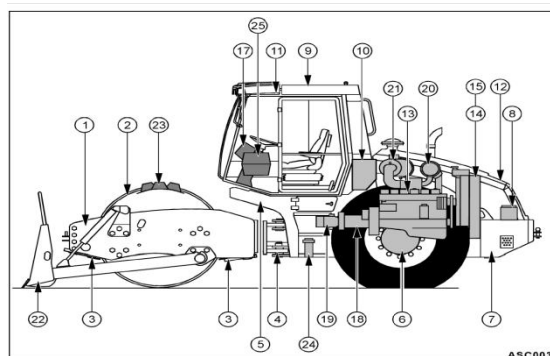
**Slika 5: Hitrost buldožerja**

Največje hitrosti (naprej – nazaj) v km/h:

Prestave	I	II	III
naprej	4,3	7,0	11,0
nazaj	5,4	8,7	13,0

Vir: D 150. Buldožer na gosenicah. Piročnik za upravljanje. Št. natisa: 604.35.037.00. Leto 2005.

**Slika 6: Valjar Ammann**



- |  |  |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1 - Okvir valja</li> <li>2 - Vibracijski valj</li> <li>3 - Strgalo</li> <li>4 - Zglob</li> <li>5 - Okvir vlačica</li> <li>6 - Prema</li> <li>7 - Rezervoar za gorivo</li> <li>8 - Akumulatorji</li> <li>9 - Zaščitni okvir ROPS</li> <li>10 - Hidravlična posoda</li> <li>11 - Kabina</li> <li>12 - Pokrov motorja</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>13 - Motor</li> <li>14 - Hladilnik hidravličnega olja</li> <li>15 - Hladilnik hladilne tekočine motorja</li> <li>17 - Prostor voznika</li> <li>18 - Hidrogenerator premika</li> <li>19 - Hidrogenerator vibracije</li> <li>20 - Izpušni blažilec</li> <li>21 - Zračni filter</li> <li>22 - Lemež</li> <li>23 - Ježasti segmenti</li> <li>24 - Tlačni filter hydr. olja</li> <li>25 - Klima</li> </ol> |
|--|--|

Vir: Navodilo za uporabo ASC 110/ASC 150. Leto 2005. str. 55.

**Tabela 22: Tehnični podatki kombinirka**

Tip	438C
Teža stroja	9700 kg
Dolžina stroja	5740 mm
Višina stroja	3765 mm
Širina stroja	2390 mm
Moč motorja	63 kw/85 KM

Vir: Navodila za upravljanje in vzdrževanje. 438C. Marec 1997. str. 19.

**Slika 7: Tovorno vozilo-prekucnik**



Vir: Tovorno vozilo-prekucnik. Dostopno prek: [www.slovenskavojska.si/oborozitev-in-oprema/logistika-in-inzenirstvo/tovorno-vozilo-prekucnik/](http://www.slovenskavojska.si/oborozitev-in-oprema/logistika-in-inzenirstvo/tovorno-vozilo-prekucnik/) (17. 6. 2010).

**Slika 8: OIV Terrier**



Vir: Terrier Engineer Vehicle. Dostopno prek : [www.army.mod.uk/equipment/engineering/1496.aspx](http://www.army.mod.uk/equipment/engineering/1496.aspx)

**Slika 9: OIV 3 Kodiak**



Vir: Swiss Army gets Kodiak Armored Engineer Vehicle. Dostopno prek: [www.globaldefence.net/defence-news/sonderausgabe/78-military-engineering-/14510-military-engineering-2010-armored-engineering-vehicle-3-kodiak.html?start=1](http://www.globaldefence.net/defence-news/sonderausgabe/78-military-engineering-/14510-military-engineering-2010-armored-engineering-vehicle-3-kodiak.html?start=1) (22. 6. 2010).

**Slika 10: OIV 3 Kodiak tehnični podatki**

<b>Dimenzije</b>	
Dolžina	10200 mm
Višina brez obor. postaje	2600 mm
Transportna širina	3540 mm
Bojna masa	MLC 70
<b>Pogonski del</b>	
Motor	MTU-MB 873
Moč motorja	1100 kW
<b>Nivo zaščite</b>	
Balistična zaščita	STANAG 4569 <sup>38</sup> izdaja 1 aneks A/nivo 4
Protiminska zaščita	STANAG 4569 izdaja 1 aneks B/nivo 3B in 4A
<b>Ostale lastnosti</b>	
Maks. hitrost	68 km/h
Kapaciteta (prostornina) rezervoarja	1100 l
Maks. pravokotni naklon	60 %
Maks. bočni naklon	30 %
Sprednji naklon (rampe)	26°
Zadnji naklon (rampe)	21°
Premaga oviro visoko do...	0.92 m
Premaga oviro široko do...	3.0 m
Zmožnost bređenja	2.25 m

Vir: Swiss Army gets Kodiak Armored Engineer Vehicle. Dostopno prek <http://www.globaldefence.net/defence-news/sonderausgabe/78-military-engineering-/14510-military-engineering-2010-armored-engineering-vehicle-3-kodiak.html?start=1> (22. 6. 2010).

<sup>38</sup> STANAG 4569 v tej točki opredeljuje balistično zaščito do kalibra 14,5x114 mm in hitrost izstrelka do 911 m/s z razdalje 200 m.

## **IZJAVA O AVTORSTVU**

Spodaj podpisani, ndes. Moša Marinič Žunič, izjavljam, da je zaključna naloga Učinek gradbenih strojev 14. inženirskega bataljona plod izključno lastnega raziskovalnega dela in da so navedeni vsi uporabljeni izdelki drugih avtorjev.

V Novem mestu, dne 20. 8. 2010,

ndes. Moša Marinič Žunič