Strojevi za održavanje šumskih protupožarnih cesta

Žaček, Marko

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:333112

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology

zir.nsk.hr

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

ŠUMARSKI ODSJEK

SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ

TEHNIKE, TEHNOLOGIJE I MENADŽMENT U ŠUMARSTVU

MARKO ŽAČEK

STROJEVI ZA ODRŽAVANJE ŠUMSKIH PROTUPOŽARNIH CESTA

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2016.

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

ŠUMARSKI ODSJEK

STROJEVI ZA ODRŽAVANJE ŠUMSKIH PROTUPOŽARNIH CESTA

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Tehnike, tehnologije i menadžment u šumarstvu

Predmet: Šumska protupožarna infrastruktura

Ispitno povjerenstvo: 1. Doc.dr.sc. Hrvoje Nevečerel

2. Izv.prof.dr.sc. Marijan Šušnjar

3. Dr.sc. Ivica Papa

Student: Marko Žaček

JMBAG: 0068206415

Broj indeksa: 566/14

Datum odobrenja teme: 20.04.2016.

Datum predaje rada: 22.09.2016.

Datum obrane rada: 29.09.2016.

Zagreb, rujan, 2016.

Dokumentacijska kartica

Naslov	Strojevi za održavanje šumskih protupožarnih cesta
Title	Maintenance machinery of forest fire roads
Autor	Marko Žaček
Adresa autora	Nova Jošava 34, 33515 Orahovica
Mjesto izrade	Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	Doc.dr.sc. Hrvoje Nevečerel
Izradu rada pomogao	Dr. sc. Ivica Papa
Godina objave	2016.godina
Obujam	I – VI + 49 stranica + 2 tablice + 16 slika + 142 navoda literature
Ključne riječi	Šumske protupožarne ceste, strojevi za održavanje, drobilica
Key words	forest fire roads, maintenance machines, crusher
Sažetak	Šumske se protupožarne ceste odlikuju nešto jednostavnijim tehničkim značajkama u odnosu na šumske ceste u gospodarskim šumama. Šumske protupožarne ceste tokom godine služe za redovit obilazak šumskih površina, prilikom požara služe kao vatrobrani pojas, omogućavaju pristup vatrogasnim vozilima na požarište te kao mjesto na kojem će ekipe za gašenje dočekati nadolazeću stihiju. Pri izgradnji i održavanju protupožarnih prometnica koriste se razni građevinski strojevi u kombinaciji sa pokretnim drobilicama kamena. U radu će biti prikazan razvoj građevinskih strojeva za održavanje protupožarnih cesta, izvršena analiza postojećeg stanja te predložen smjer razvoja strojeva za održavanje.

SADRŽAJ

Dokumentacijska kartica

Sadržaj

Popis slika

Popis tablica

Predgovor

1. UVOD 1
   1.1.Šumske protupožarne ceste 1
   1.2.Građevinski strojevi i njihova podjela 7
      1.2.1. Strojevi za zemljane radove 9
      1.2.2. Strojevi za izradu kolničkih konstrukcija 22
2. CILJ ISTRAŽIVANJA 27
3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA 28
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA 35
   4.1.Ovisnost pojedinih morfoloških značajki drobilica o masi vozila 35
   4.2.Ovisnost kapaciteta drobilice o obujmu usipnog koša 40
5. ZAKLJUČAK 41
6. LITERATURA 42

Popis slika

Slika 1. Metoda popravka kolnika krpanjem

Slika 2. Metoda popravka kolnika razastiranjem materijala

Slika 3. Metoda popravka kolnika poravnavanjem

Slika 4. Metoda popravka kolnika drobljenjem kamenog materijala

Slika 5. Rijač

Slika 6. Skrejper - Caterpillar 621E

Slika 7. Grejder - Mascus GR 215

Slika 8. Mobilna drobilica Kleemann MR 110 Z EVO 2

Slika 9. Mobilna drobilica Sandvik CI421

Slika 10. Ovisnost snage motora (kW) o masi vozila (kg)

Slika 11. Ovisnost mase vozila (kg) o godini proizvodnje vozila

Slika 12. Ovisnost mase vozila (kg) o duljini drobilice (mm)

Slika 13. Ovisnost mase vozila (kg) o visini drobilice (mm)

Slika 14. Ovisnost mase vozila (kg) o širini drobilice (mm)

Slika 15. Ovisnost mase vozila (kg) o kapacitetu drobilice

Slika 16. Ovisnost mase vozila (kg) o obujmu usipnog koša (m^3)

Slika 17. Ovisnost kapaciteta drobilice (t/h) o obujmu usipnog koša (m^3)

Popis tablica

Tablica 1. Popis mobilnih drobilica i njihove značajke

Predgovor

Ovaj rad je izrađen na Zavodu za šumarske tehnike i tehnologije Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Zahvaljujem se mentoru doc.dr.sc. Hrvoju Nevečerelu na ukazanom povjerenju, trudu, stručnoj pomoći i savjetima tijekom izrade ovog diplomskog rada.

Posebno se zahvaljujem roditeljima, sestri, bratu, djevojci na podršci, razumijevanju i strpljenju tijekom studija.

1. UVOD

1.1.Šumske protupožarne ceste

Područje sredozemnog dijela Hrvatske (Franulović, 2014) oduvijek je bilo ugroženo od šumskih požara ponajviše zbog čovjekova neodgovornog djelovanja na okoliš. Razlozi izazivanja požara su različiti, slučajni ili namjerni. Šumske protupožarne ceste vezane su za krško područje mediteranske regije u koji ubrajamo mediteransko-montanski vegetacijski pojas i mediteransko-litoralni vegetacijski pojas. Postojanje protupožarnih prometnica omogućava korisnicima redovit obilazak šumskih površina. Prilikom požara služe kao vatrobrani pojas, omogućavaju pristup vatrogasnim vozilima, vozilima hitne pomoći i vozilima za prijevoz ljudstva i opreme, a mogu poslužiti i kao mjesto na kojem će ekipe za gašenje dočekati nadolazeću vatrenu stihiju te mjesta za lokalizaciju požara metodama paljenja predvatre i protuvatre.

Mjere zaštite od požara (Franulović, 2014) možemo svrstati u dvije grupe: preventivne i kurativne. Preventivne su one koje primjenjujemo prije nastanka požara tj. sprječavamo ili umanjujemo mogućnost pojave, dok kurativne obuhvaćaju samo gašenje i sanaciju izgorenog područja. Izvrsna mjera i preventive i kurative su protupožarne prometnice i to je njihova osnovna svrha. Omogućiti pristup šumi kako bi se na vrijeme i kontinuirano provodili svi uzgojni radovi i čuvanje šume te omogućilo nesmetano provođenje motriteljsko ophodarskih dužnosti tijekom protupožarne sezone i samo suzbijanje požara tj. gašenje. Važnost protupožarnih prometnica je neupitna za održivost mediteranskih šumskih predjela.

Šumsku protupožarnu infrastrukturu cestu definiramo kao prosječni prostor u šumi u obliku pruge, očišćen od drveća i niskog raslinja, širine 4 m s elementima šumske ceste koji ima namjenu prolaska vatrogasnih vozila do požarišta (Pičman i dr., 1997).

Šumske protupožarne ceste se odlikuju jednostavnijim tehničkim značajkama od šumskih cesta u gospodarskim šumama. To su ceste koje ne nose naziv gospodarske šumske ceste, jer je u vrijeme realizacije njihovog projekta sirovinska baza mediteranskih šuma bila neekonomična za eksploataciju, pa je osnovna zadaća izgrađenih cesta bila protupožarna (Pičman i dr., 1996). Opće korisna vrijednost

šuma na kršu višestruko premašuje vrijednost drvnih proizvoda. Zbog toga je nepravilno uzimati isključivo vrijednost drva kao jedini ulaz kod izračuna ekonomske isplativosti projekta optimalnog otvaranja šuma. Ove ceste su višefunkcionalne šumske ceste jer obnašaju sve zadaće koje se javljaju pri gospodarenju šumama.

Glavne zadaće šumskih protupožarnih prometnica mogu se podijeliti u nekoliko skupina:

- ✓ preventivna i represivna borba protiv šumskih požara,
- ✓ omogućavanje provođenja radova propisanih programima gospodarenja,
- ✓ omogućavanje provođenja radova van djelatnosti šumarstva (npr. poljoprivredni radovi),
- ✓ ostale zadaće.

Posebna geomorfološka i vegetacijska obilježja uvjetuju i posebni način otvaranja šuma u odnosu na gospodarske šumske ceste u kontinent. Razlike se mogu svrstati u nekoliko skupina (Pentek i dr., 2003):

- postupak izrade studija otvaranja šuma
- projektiranje i propisane tehničke značajke
- tehnologija gradnje i održavanje
- cijena i izvor sredstava financiranja
- intenzitet i frekvencija prometa
- ostalo

Metode rada pri projektiranju (Pičman, 2007): klasična i suvremena metoda direktnog trasiranja, skraćenim postupkom koji podrazumijeva izdadu idejnog i glavnog (izvedbenog) projekta.

Šumske ceste (Pičman, 2007) su neophodne za normalno odvijanje svih radova u šumarstvu, stoga nam je cilj uspostaviti optimalnu mrežu primarnih šumskih prometnica koja će omogućiti ispunjenje zadaća propisanih Programom gospodarenja. Uspostava mreže šumskih cesta na terenu se odvija kroz četiri faze rada: planiranje, projektiranje, izgradnja i održavanje. Kvaliteta i trajnost protupožarnih prometnica postiže se pravilnim održavanjem.

Promatrajući održavanje raščlanjeno po kategorijama ili vrstama održavanja (Keller, 2008) razlikuje se:

- redovno održavanje cesta,
- pojačano (periodično) održavanje cesta,
- obnova (rehabilitacija) cesta,
- preventivno održavanje.

Održavanje obuhvaća radove potrebne da bi se kolnik ceste pod normalnim uvjetima prometa održao u prvobitnom stanju kakav je bio kada je izgrađen. Protupožarne prometnice spadaju u grupu prometnica s kolničkom konstrukcijom bez veznog zastora tj. kolnik je kameni. Ovaj tip kolnika vrlo je osjetljiv na protjecanje površinske vode s erozivnim djelovanjem, prometno opterećenje i prodor vode u dublje slojeve. Pri održavanju važno je redovito obilaziti i kontrolirati kolnik, a uočene deformacije i oštećenja sanirati u začetku, spriječiti daljnja progresivna oštećenja, odgovarajućim materijalom, strojevima, metodama rada. Održavanje se izvodi (Pičman, 2007) metodama popravka krpanjem, razastiranjem ili poravnavanjem kolnika.

Metoda popravka kolnika krpanjem – ubraja se u radove redovitog održavanja šumskih cesta, provodi se stalno, a posebno nakon završenih radova u sječini i pomoćnom stovarištu te nakon obilnih kiša. Zastor se popunjavaju dodatkom sitnijeg materijala tzv. kamena sitnež (0-3 ili 0-7 mm) koji se poravnava lopatom. Zbijanje kamenog materijala postiže se stalnim prijelazima teških vozila. Krpanjem rupa uklanja se blato, izradom se vertikalnih zasjek i ugradnjom novih tucanik iste kvalitete i vrste kao postojećeg vlažnog zastora. Ova metoda popravka kolnika najbolje se postiže kod vlažnijih zastora, ne smije se izvoditi za vrijeme velike suše ili mraza zbog nemogućnosti vezanja sitnijih kamenih čestica. Nedostatak ove metode je neravna površina nakon krpanja. Prolaskom vozila kameni materijal se dijelom utiskuje, a dijelom rastresa.



Slika 1. Metoda popravka kolnika krpanjem

Metoda popravka kolnika razastiranjem materijala – ubraja se u investicijsko održavanje jer se konstrukcija popravlja na većim površinama. Kada otvorene površine postanu oštećenja koja potpuno onemogućavaju promet, pristupa se obnovi izradom novog sloja po cijeloj duljini ceste. Kao materijal za popravak koristi se kamen iste vrste od kojeg su izgrađeni postojeći slojevi. Popravak kolnika obavlja se strojnim radom, a započinje brazdanjem starog kolničkog zastora pomoću rijača. Izbačeni kameni materijal se prosije i pripremi za ponovnu ugrađuju u kolnik. Novi sloj tucanika razastire se u sloj debljine oko 8 cm koji omogućuje dobro vezanje materijala. Novi sloj tucanika potrebno je dobro sabiti valjanjem od rubova kolnika prema sredini. Na ovako izgrađen novi sloj posipa se spojni materijal, koji se uvalja određenim strojevima za valjanje. Često se zbog karaktera oštećenja kolnika šumskih cesta koristi kombinacija razastiranja i krpanja. Metoda krpanja koristi se na bolje održavanim mjestima, a na lošije održavanim mjestima metoda razastiranja.



Slika 2. Metoda popravka kolnika razastiranjem materijala

Metoda popravka poravnavanjem kolnika – ova metoda popravka kolnika šumskih cesta u potpunosti predstavlja mehaniziranu metodu rada. Poravnavanje dovezenog kamenog materijala izvodi se pomoću grejdera. Visina novog sloja mora biti najmanje 5 cm kako grejder svojom daskom ne bi na površinu izbacivao krupnije komade kamena. Grejder skida određene neravnine i izravnava pojedine dijelove ceste. Nakon toga se nasipa novi sloj, koji grejder poravnava i rasprostre po cijeloj duljini oštećene dionice. Za dobro izvedeno poravnavanje potrebno je do šest prolazaka grejderom pa čak i više kod jačih oštećenja. Za obnovu završnog sloja koristi se kameni materijal granulometrijskog sastava (0,07 do 14 mm). Grejderom se godišnje može održavati između 150 i 300 km šumskih cesta.



Slika 3. Metoda popravka kolnika poravnavanjem

Metoda popravka kolnika drobljenjem (frezanjem) kamenog materijala – Za kvalitetno je frezanje () potrebno učešće kamenog materijala od minimalno 70 %. Na održavanju šumskih cesta predlaže se samo jedan prohod po istoj trasi (sredina ceste) gdje se ostvaruje dubina usitnjenog sloja tampona od približno 10 cm. Prije dolaska (ili neka druga riječ) sitnilice za kamen potrebno je svakako izvršiti pripremu kamenog materijala koja uključuje dovoz krupnijeg kamena te rastresanje i izdizanje kamenih blokova (samaca) rijačima. Zbog karakteristične širine kolnika (na istraživanom području) predlaže se optimalna radna širina sitnilice od 2,0 m. Izvođenje se radova znatno teže obavlja ukoliko je podloga vlažna, odnosno u kišnim vremenskim uvjetima. Praktična primjenjivost sitnilice za kamen kod održavanja šumskih cesta posebno se preporuča na objektima koji su značajno udaljeni od kamenoloma (troškovna limitiranost prijevoza kamena kamionima) uz uporabu lokalnog materijala (tzv. pozajmišta). Ovom se metodom ostvaruju uštede od čak 40% i ista će, u budućnosti, predstavljati veliki udjel pri radovima na održavanju šumskih cesta.



Slika 4. Metoda popravka kolnika drobljenjem kamenog materijala

Posebnosti tehničkih uvjeta (Šikić i dr., 1989) koje te prometnice trebaju ispunjavati:

- planum širine 4m,
- maksimalni uzdužni nagib nivelete ±8%,

- mimoilaznice se rade svakih 200-500m,
- poprečni nagib kolnika 2% prema vanjskoj strani,
- kosina nasipa 1:1,
- kosina usjeka 4:1,
- procjednice se rade pod kutom od 30º na uzdužnu os,
- gradnja se izvodi bočnom kompenzacijom,
- najmanji polumjer horizontalnih krivina 20m,
- najmanji polumjer vertikalnih krivina 300m,
- gornji sloj od drobljenog kamena debljine 15cm,
- u pravilu izostaju složeniji cestovni građevni objekti.

Kada se makadam izrađuje na kamenitom terenu, onda debljina zastora može biti 10cm, jer kameno tlo ima dobru nosivost. Gornji ustroj se izvodi od matičnog kamenog materijala. Za izgradnju gornjeg ustroja uporabom matičnog kamenog materijala nužno je imati kamene drobilice, koje na samom gradilištu pripremaju kameni materijal. Uporabom drobilica i matičnog kamenog materijala snižava se cijena gradnje i održavanja. Za razastiranje i planiranje koriste se grejderi i strojevi kod kojih se točno može regulirati debljina sloja i nagib prometnice. Nakon razastiranja i planiranja tucanika pristupa se valjanju. Uporaba radnih strojeva pri izgradnji šumskih protupožarnih prometnica u današnje vrijeme je neizbježna, a izbor prave mehanizacije od izuzetne je važnosti te predstavlja bržu, učinkovitiju i jeftiniju gradnju. (Šušnjar i dr., 2009).

1.2.Građevinski strojevi i njihova podjela

U svijetu postoje različiti kriteriji podjela građevinskih strojeva. Podjela građevinskih strojeva u skupine provodi se radi lakše usporedbe svih karakteristika, upoznavanja i utvrđivanja mogućnosti i ekonomičnosti rada stroja. Najrašireniju skupinu radova u građevinarstvu predstavljaju zemljani radovi (Pičman, 2007).

Podjela građevinskih strojeva

- podjela strojeva prema karakteristikama:

        - prema osnovnoj namjeni – funkciji,
        - prema masi,
        - prema pokretljivosti,
        - prema pogonu,
        - prema načinu rada,
        - prema načinu upravljanja.

- podjela strojeva prema namjeni:
        - strojevi za zemljane radove
            - dozeri i rijači, bageri, rovokopači, utovarivači, grejderi, skrejperi
        - strojevi za zbijanje tla
            - statički valjci, valjci ježevi, vibracijski valjci, vibracijske ploče, nabijači i drugo
        - strojevi za rad u kamenu
            - kompresorski strojevi s alatom i priborom, motorni bušači, bušilice – bušeće garniture, drobilice s uređajem za prosijavanje
        - strojevi za asfaltne radove
        - strojevi za stabilizaciju tla
        - strojevi za betonske radove
        - ostali strojevi
            - kamioni – kiperi, damperi,
            - vučni radni strojevi i prikolice,
            - autodizalice,
            - cisterne za vodu, gorivo i kemijska sredstava,
            - pokretne radionice.

1.2.1. Strojevi za zemljane radove

Najrašireniju skupinu radova (Pičman, 2007) u građevinarstvu predstavljaju zemljani radovi. Prisutni su na svim građevinskim mjestima, a po količini najmasovniji.
Najčešći zemljani radovi:

- kopanje temelja za sve vrste građevinskih objekata,
- izrada zemljanog trupa putova i pruga,
- izrada kanala, rovova i drugih vrsta podzemnih komunikacija (vodovod, kanalizacija, plinovod i dr.),
- izrada hidrotehničkih kanala (melioracije i plovidba),
- izrada zemljanih brana (energetika i hidrotehnika),
- planiranje građevinskih površina,
- izrada vanjskih radova u kamenolomima,
- izrada tunela,
- ostalo.

Radni proces kod zemljanih radova (Pičman, 2007) najčešće se izvodi u tri, a u iznimnim slučajevima u četiri faze rada, kako slijedi:

1. Iskop materijala (rezanje i kopanje),
2. Premještanje ili prevoženje iskopanog materijala od mjesta,
3. iskopa do mjesta ugradnje ili istovara, odnosno prerade kamena,
4. Istovar materijala na određeno mjesto,
5. Pojedini posebni radovi na mjestu iskopa ili nasipa (nasipanje, planiranje i nabijanje – ugrađivanje materijala).

Strojeve za zemljane radove možemo podijeliti prema tehnologiji rada na četiri podskupine:

- strojevi za iskop vezanih i nevezanih materijala, utovar i transport,
- strojevi za nabijanje materijala,
- strojevi za iskope u kamenu,
- strojevi za iskope u tunelima.

Strojevi za iskop vezanih i nevezanih materijala, utovara i transport (Pičman, 2007)

Dozeri su vrsta građevinskih strojeva koji se rabe za različite radove u gradnji šumskih prometnica: pripremne radove, izradu otkopa, planiranje slojeva u nasipu, izradu pokosa itd. Postoje nekoliko vrsta dozera.
S obzirom na položaj noža i njegov oblik razlikuju se tri tipa :

- buldozer ili buldožer - nož je paralelan s podlogom, a okomit na uzdužnu os dozera, odnosno smjer kretanja, i pokretljiv je samo u vertikalnom smjeru;
- anglodozer – nož je postavljen jednim krajem prema naprijed u odnosu na smjer kretanja, odnosno može se zaokretati pod kutom od 65° u odnosu na uzdužnu os dozera;
- tiltdozer – nož se može zaokretati u dvije ravnine, horizontalnoj i vertikalnoj, odnosno jedan je kraj noža podignut ili spušten u odnosu na drugi kraj pod određenim kutom.

Dozeri se nadalje dijele prema masi [t] – od 10 do 30 t i snazi motora [kW] – od 75 do 250 i više kW:

- laki,
- srednji,
- teški.

Rijači, riperi

Rijač je radni uređaj koji se nalazi na stražnjoj strani dozera ili može biti vučeni stroj koji vuče traktor (dozer), a služi za riperanje ili rijanje tla.

Rijači se primjenjuju za sljedeće radne operacije:

- prethodno rijanje tvrdih tala (III. i IV. kategorije) kao priprema za daljnji rad ostalih strojeva za zemljane radove (dozeri, grejderi i dr.),
- za rastresanje i rijanje mekanih tala koja u većim količinama sadržavaju kamenje, ostatke korijenja, panjeve i dr.,
- za razbijanje i brazdanje starih cestovnih kolničkih konstrukcija (tučenac, asfalt i sl.) u cilju njihova popravka ili rekonstrukcije.

Prodiranje noža u dubinu tla ovisi o konstrukciji noža, broju noževa, snazi stroja i kategorija tla.



Slika 5. Rijač

Skrejperi

Skrejper je sastavljen od traktora gusjeničara i vučnoga skrejperskog sanduka, čija se veličina kreće od 3 m^3 do 22 m^3. Brzina kretanja skrejpera iznosi od 9 km/h. To su građevinski strojevi za zemljane radove u vezanim i nevezanim materijalima koji istodobno obavljaju pet vrsta radova:

- kopaju materijal,
- utovaruju materijal u vlastiti sanduk,
- prevoze materijal,
- istovaruju dovezeni materijal,
- razastiru materijal u sloj određene debljine uz djelomično nabijanje.



Slika 6. Skrejper - Caterpillar 621E

Grejderi su univerzalni građevinski strojevi, upotrebljavaju se za različite vrste radova: planiranje površine, izrada planuma, izrada odvodnih jaraka, čišćenje snijega i dr.

Radna daska ili nož grejdera smješten je između prednje i stražnje osovine. Na prednjoj strani stroja može biti postavljenja pomoćna daska, sa zubima ili bez njih, namijenjena čišćenju snijega, guranju nasipnog materijala i sl., a na stražnjoj strani može se ugraditi rijač. Grejderski je nož vrlo rijetko postavljen s prednje strane stroja. Prednja strana noža je blago zakrivljena, a na donjoj strani noža učvršćena je oštrica koja se nakon istrošenosti može zamijeniti.

Pri radu grejdera nož se može nalaziti u tri položaja pod sljedećim kutovima:

- kut zasijecanja – predstavlja kut nagiba noža u smjeru kretanja grejdera, ovaj kut je manji za zasijecanje, a veći za planiranje, guranje i miješanje materijala
- napadni kut – kut zakretanja noža u vodoravnoj ravnini u odnosu na pravac okomit na uzdužnu os stoja
- nagibni kut – kut daske u okomitoj ravnini, a ovisi o prirodi materijala na kosinama usjeka ili nasipa



Slika 7. Grejder - Mascus GR 215

Grejderi se dijele prema različitim kriterijima:

- prema težini i odgovarajućoj snazi, težine od 7 do 24 i više tona i snage motora od 35 do 200 i više kW
  - laki, srednji, teški i osobito teški grejderi
- prema sustavu rukovanja radnim uređajem:
  - s hidrauličkim komandama i kombiniranim komandama
- prema broju osovina i vrsti sheme kotača:
  - dvoosovinski grejderi, s jednom ili dvije pogonske osovine, i troosovinski grejderi, s dvije ili tri pogonske osovine
- prema načinu okretanja:
  - kruti grejderi i zglobni grejderi.

Učinak grejdera ovisi o snazi motora, veličini noža, brzini kretanja, duljini radne dionice i potrebnom broju prijevoza, vrsti i kategoriji tla, iskorištenju vremena i organizaciji gradilišta.

Bageri ili jaružala se koriste za iskope, utovare i prebacivanje iskopanog materijala na kraće udaljenosti ili za iskop i utovar materijala u vozila radi daljeg odvoženja. U svrhu izvođenja određenih operacija, bageri su različitih konstrukcija i opremljeni različitim radnim uređajem.

Bageri se dijela prema: principu djelovanja, mjestu primjene, načinu rada, vrsti uređaja za kretanje, volumenu lopate, radnom mjestu, stupnju univerzalnosti, vrsti pogona, broju motora, sustavu upravljanja.

- Prema principu djelovanja:
  - bageri s jednom lopatom
  - bager s više lopata, vedrica
- Prema mjestu primjene:
  - bageri za rad u beskamenitom tlu
  - bageri za rad u kamenitom tlu
- Prema načinu rada s jednom lopatom:
  - bageri s neprekidnim ili kontinuiranim radom
  - bageri s prekidnim ili cikličkim radom
- Prema vrsti uređaja za kretanje:
  - bageri s gusjenicama,
  - bageri s kotačima.
- Prema volumenu lopate:
  - mali volumen (0,15 – 1,0 m^3)
  - srednji volumen (1,25 – 4,0 m^3)
  - veliki volumen (6,00 – 50,0 m^3)

- Prema radnom uređaju:
  - s visinskom lopatom, tzv. čelnom lopatom,
  - s dubisnkom lopatom,
  - s povlačnom lopatom,
  - s kranskim uređajem,
  - s hvatačem,
  - s različitim montažnim uređajima.

U gradnji šumskih prometnica koriste se hidraulički bageri, mogu biti:

- s mehaničkim okretnim krakovima i s teleskopskim krakovima

Bager s hidrauličkim čekićem koristimo pri gradnji šumskih cesta, a poglavito traktorskih putova u stjenovitom području za razbijanje stijena.

Hidraulički čekić ne zahtijeva novi izvor energije, već se za to koristi postojeća hidroinstalacija i mehanizam bagerskog uređaja. Pri radu se čekić postavlja okomito u odnosu na radnu površinu.

Koriste se laki hidraulički čekići mase 70 – 250 kg, srednji čekići mase 400 – 1200 kg i teški čekići mase 1500 – 1700 kg.

Bageri s neprekidnim radom, rovokopači isključivo kopaju kanale za različite instalacije i cjevovode, a postoje bageri konstruirani tako da istodobno s kopanjem polažu različite instalacije ili drenažne cijevi.

Prema načinu rada razlikujemo dva tipa: rovokopač s ravnim lančanim nosačem vedrica (bager vedričar) i rovokopač s rotiraujćim kotačem i vedricama.

Utovarivači su građevinski strojevi koji pretežito služe za utovar materijela u neko transportno sredstvo, a mogu služiti za iskop pijeska, šljunka i zemlje te drugih rasteresitih materijala.

Utovarivači su konstruirani za ostale vrste radova, nisu izraziti predstavnik strojeva za iskop.

Podjela utovarivača:

- prema vrsti kretanja:
  - na gusjenicama i na kotačima,
- prema koncepciji osnovnog stroja,
- prema prijenosu snage na pokretač,
- prema načinu rada,
- prema masi, snazi motora, obujmu utovarne lopate:
  - vrlo laki, laki, srednji, teški i vrlo teški utovarivači,
- prema punjenju utovarne lopate.

Na malim gradilištima za obavljanje lakših radova koriste se laki kotačni utovarivači s bagerskom dubinskom lopatom. Ova vrsta stroja ima veliku pokretljivost jer radi na relativno malom prostoru. Utovarivači – kopači se razlikuju po kapacitetu, konstrukciji, načinu rada i ostalim karakteristikama.

Transportna sredstva

Građevinski strojevi koji služe za prijevoz ili vuču građevnog materijala nazivaju se transportnim sredstvima.

Koriste se isključivo motorna vozila na kotačima s gumama, koja dijelimo na:

- vozila koja se kreću izvan prometnih površina,
- vozila koja se kreću po prometnim površinama.

Kod cestovnih vozila snaga motora ovisi o korisnom teretu pa na jednu tonu korisnog tereta dolazi 15 kW, a kod vozila izvan cestovnih površina na jednu tonu korisnog tereta dolazi 9 – 11 kW. Cestovna su vozila gotovo dvostruko brža i osjetljivija od ostalih strojeva.

Strojevi za nabijanje, zbijanje ili sabijanje tla

Razlikujemo tri vrste nabijanja (Pičman, 2007), koja uključuju i određene vrste strojeva:

- statičko nabijanje

    - strojevi koji zbijaju statički – vlastitom težinom, dijele se na: statičke glatke valjke, valjkaste ježeve i pneumatske valjke,
- udarno nabijanje
    - strojevi koji zbijaju dinamički – udarom,
- vibracijsko nabijanje
    - strojevi koji zbijaju dinamički – vibracijama: vibracijski valjci, vibroježevi, vibroploče i kompaktori.

Statički valjci se dijele na osnovi različitih kriterija:

- prema težini:
    - laki valjci, do 6 t
    - srednji valjci, od 6 do 12 (15) t
    - teški valjci, više od 16 t;
- prema konstrukcijskoj izvedbi,
- prema linearnom dodirnom pritisku i broju prolaza,
- prema broju kotača, odnosno valjaka.

Primjena statičkih valjaka

Statički glatki valjci služe za valjanje, odnosno obradu površina gnječenjem. Ovi se valjci koriste isključivo za valjanje i to kao dopuna ostalim strojevima za zbijanje tla.

Valjkasti ježevi ili jež valjci se sastoje od valjka na čiju su glatku obodnu površinu zavarene bodlje različitog oblika koje služe za lakše prodiranje u tlo, a djeluju vlastitom težinom. Valjkasti ježevi mogu biti samovozni ili vučeni.

Pneumatski valjci na kotačima s gumama nabijaju vlastitom težinom uz dopunsko elastično djelovanje guma, koje stvaraju bočne sile i pospješuju konsolidaciju nasipanog materijala. Valjci imaju površinsko djelovanje, s tim da valjaju dublje od glatkih statičnih valjaka. Pneumatski valjci mogu biti vučeni ili samovozni, kruti ili zglobni. Sastoje se od gumenih kotača i čeličnog sanduka koji leži na više gumenih kotača, a ispunjen je vodom, pijeskom ili utezima. Trajanje stalnog pritiska na površinu tla ovisi o težini valjka, dimenzijama guma, pritisku zraka u gumama i brzini kretanja.

Podjela pneumatskih valjaka prema masi:

- laki pneumatski valjci - od 5 do 15 t,
- srednji pneumatski valjci – od 15 do 50 t,
- teški pneumatski valjci – od 50 do 100 t,
- osobito teški pneumatski valjci – od 100 do 200 t.

Primjena pneumatskih valjaka

Pneumatski valjci se rabe za sabijanje vezivih materijala, šljunka, a pogotovo su pogodni za sabijanje asfalta jer prilikom prolaska ne ostavljaju tragove. Uspješna primjena ovih valjaka postiže se uz ravnomjernu debljinu nasipnog sloja, poznavanje prirodne i optimalne vlažnosti tla.

Učinak sabijanja ovisi o:

- opterećenju po kotaču valjaka, dimenzijama i pritisku zraka u gumama valjka, broju prolaza i brzini kretanja.

Vibracijski valjci ili vibrovaljci predstavljaju kombinaciju glatkog statičkog valjka s dinamičkim djelovanjem vibracija na podlogu, zbog čega se znatno povećava statičko djelovanje valjka.

Vibracije kod vibrovaljaka mogu se izvoditi pomoću dvije vrste uređaja:

- vibracijsko vratilo u cilindru ili hidrauličko kolo,
- vibrator s kuglom.

Vibrator je osnovni uređaj za vibriranje, koji se uključuje poslije pokretanja stroja, a isključuje neposredno prije zaustavljanja stroja.

Vibracijski ježevi ili vibroježevi koriste se za zbijanje zemljanog materijala valjanjem uz istovremeno vibriranje.

Vibracijske ploče ili vibroploče su građevinski strojevi koji se rabe za zbijanje nekoherentnih materijala, a osobito su pogodne za zbijanje tamponskih slojeva.

Kompaktori su strojevi koji su izvedeni od usporedno povezanih ploča u jednu cjelinu, a služe za povećanje radnog učinka pri zbijanju nekoherentnih materijala. Ova vrsta strojava koristi se za zbijanje nekoherentnih materijala pri izradi podloge za različite kolničke konstrukcije i stabilizaciju tla.

Nabijači su strojevi za nabijanje malih površina koji rade na principu udarnog djelovanja.

Vrste nabijača su:

- eksplozivni nabijači,
- mehanički nabijači,
- vibronabijači.

Eksplozivni nabijači su strojevi stupastog oblika i udarnog djelovanja. Sastoje se od dva dijela : gornjeg, težeg, klizno vezanog i donjeg, lakšeg, s udarnom stopom.

Mehanički nabijači ili maljevi koriste se specifične slučajeve zbijanje i relativno male nasipne količine.

Vibronabijači rade na istom principu kao i svi ostali strojevi koji zbijaju po načelu vibracija.

Strojevi za iskope u kamenu (stijeni)

Prema Pičmanu (2007) radove u stijeni možemo podijeliti u dvije osnovne grupe:

1. rad u stijeni za potrebe izgradnje trase šumske ceste,
2. rad u stijeni zbog dobivanja kamena za građevinske radove.

Prije nego što se počne izvoditi iskop u kamenu, potrebno je razbiti čvrstu strukturu kamenih materijala i pokrenuti je iz prirodnog ležišta. To se postiže mehaničkim razbijanjem, razbijanjem korištenjem eksploziva pa i taljenjem materijala. U stijeni odnosno kamenu radovi se mogu podijeliti u nadzemne i podzemne iskope. Ovi radovi dovode do racionalizacije troškova gradnje jer se za izradu kamene podloge ili sloja koristi dobiveni lokalni kamen.

Strojeve za iskop u kamenu možemo podijeliti na:

- strojeve za proizvodnju stlačenog zraka,
- alate za razbijanje kamena i bušenje rupa u kamenu,
- samopokretne bušilice,
- strojeve za taljenje kamena.

Strojno bušenje se obavlja bušilicama s pogonom na principu stlačenog zraka, električnim pogonom, hidrauličnim pogonom ili kombiniranim pogonom.

Prednosti strojnog bušenja:

- velika učinkovitost i ekonomičnost bušenja,
- jednostavno rukovanje,
- pokretljivost,
- mogućnost bušenja u različitim smjerovima,
- jednostavno održavanje.

Prema načinu rada i postupku bušenja bušilice mogu biti:

- udarne,
- vibracijske,
- rotacijske,
- bušilice s kombiniranim djelovanjem.

Udarno bušenje predstavlja najčešće korištenu metodu bušenja većine stijena. Bušilice ovog tipa rabe se za bušenje stijena s čvrstoćom na tlak do 5000 bara. Osnovno načelo rada ovih bušilica je u tome što lome stijenu u male čestice koristeći se udarcima koji se ponavljaju.

Rotacijsko bušenje predstavlja abrazivan efekt svrdla koje se u bušotini okreće i drobi stijenu u sitnije komade. Koristi se pri radu u mekšim stijenama s čvrstoćom na tlak do 1500 bara.

Strojevi za proizvodnju stlačenog zraka

Gotovo se kod svih strojeva za rad u stijenu (Pičman, 2007) primjenjuje pogon sa stlačenim zrakom, dok se električni i dizelski pogon vrlo rijetko koriste. Kompresori usisavaju zrak koji s nalazi u slobodnom, prirodnom stanju i stlačuju ga na određeni povećani pritisak. Širenjem zraka u pneumatskom radnom stroju energija tlaka se pretvara u mehanički rad. Za proizvodnju stlačenog zraka koriste se kompresori 600 – 700 kPa, a prema konstrukciji mogu biti s jednostupanjskom i dvostupanjskom kompresijom. Prema kapacitetu postoje manji kompresori 6 – 11 m^3/min, koji se izrađuju kao pokretni, a oni s većim kapacitetom su stabilni – nepokretni. Velika prednost ovih strojeva sa stlačenim zrakom je u tome što je njihov rad gotovo neopasan.

<u>Pneumatski alat i pribor za bušenje</u>

Radovi na iskopu kamene mase sastoje se od bušenja minskih rupa i odvajanja kamenog materijala od svoje mase primjenom eksploziva. Princip rada strojeva za bušenje je različit; kod nekih se bušenje provodi brzim uzastopnim udaranjem krune svrdla – udarno bušenje, a kod drugih se bušenje obavlja isključivo okretanjem cilindričnog svrdla – rotacijsko bušenje. Kod nas se naviše primjenjuju pneumatske bušilice, a najjednostavniji tip bušilice su ručni pneumatski čekići. Pneumatske bušilice rade tako da stlačeni zrak aktivira klip koji se, zahvaljujući naizmjeničnom dovodu zraka, kreće u cilindru bušilice naprijed – natrag. Klip se pri radu okreće i to se okretanje prenosi na svrdlo. Bušenje se provodi sustavom okretanja svrdla i udarcima. Pneumatski čekići se dijele na lake, srednje i teške.

Motorne bušilice

Za radove gdje strojno bušenje nije ekonomično, a radovi su manjeg opsega, koriste se ručni alati za razbijanje i bušenje koji su izravno vezani na motor. Ti strojevi idealni su za rad na teško dostupnim mjestima kao i ondje gdje uporaba kompresora s pripadajućim uređajima – bušilicama, čekićima i alatom nije ekonomski opravdana. Osnovna zadaća motora motornih bušilica:

- prenošenje udaraca na svrdlo,
- okretanje svrdla,
- ispuhivanje kamene prašine.

Hidraulične bušilice

Ova vrsta strojeva za bušenje buši pritiskom, rotacijom i integriranim udarnim čekićem. Lako prenosivi i kompaktni hidraulički uređaji imaju pogon preko agregata s benzinskim ili dizelskim motorom.

Samopokretne bušilice

Za radove većeg opsega, pri izradi velikih iskopa u stijeni, koriste se samopokretne bušilice ili bušeća kola. Bušeća kola sastoje se od bušilica postavljenih na specijalne saonice gurane na pneumatski pogon. Bušenje se može izvoditi okomito ili pod određenim kutem.

Minerska svrdla

Alat za bušenje u stijeni predstavljaju čelične šipke, odnosno svrdla od specijalnog čelika velike otpornosti, a mogu imati okrugao, šesterokutan ili osmerokutan oblik. Promjer svrdla je 18 – 32 mm, dužina svrdla je različita, najviše do 4 m, a ako se svrdla sastoje od nekoliko dijelova, spojeni su sigurnosnim navojem. Ova vrsta svrdla odgovara za sve vrste kamena bez pukotina i rasprsnuća.

Strojevi za taljenje kamena

Strojevi za rad u kamenu za termičko bušenje. Toplina se prilikom bušenja ostvaruje pomoću plamenika s kisikom u čijem mlazu sagorijeva željezo. Termičko bušenje ili taljenje stijena je vrlo ekonomično, s kratkim rokovima rada. Primjena ovakva bušenja vezana je uz materijale koji sadržavaju silikate (beton, armirani beton, zid od opeke).

1.2.2. Strojevi za izradu kolničkih konstrukcija

Drobilice kamena

S obzirom na obilježje zrnatosti (Pičman, 2007), kamene drobilice razlikujemo:

- grubo drobljenje promjera drobljenca iznad 64 mm,
- srednje grubo drobljenje promjera do 64 mm,
- sitno drobljenje promjera zrna do 32 mm,
- grubo mljevenje promjera kamene sitneži do 4mm,
- sitno mljevenje promjera zrnaca do najviše 0,25 mm iznimno 0,71 mm (primjerice tzv. kameno brašno),
- koloidno mljevenje promjera ″čestica″ manjeg od 0,063 mm.

Mehaničko drobljenje u smislu tehnike i tehnologije djelovanja opreme za drobljenje na kameni materijal može biti:

1. drobljenje pritiskom sto je drobljenje tzv. ″statičkim putem″ gdje veliku ulogu u procesu drobljenja ima trenje između kamena i strojnih dijelova koji drobe kamen,

2. drobljenje udarom što je drobljenje tzv. ″dinamičkim putem″,

3. drobljenje gnječenjem kao kombinacija navedenih drobljenja udarom i pritiskom.

Drobilana je postrojenje (http://gradnja.org/gradevinski-strojevi/leksikon-strojeva/372-drobilana.html) za preradu miniranih ili aluvijalni kamenih materijala u sitnež traženog oblika, veličine i granulometrijskog sastava zrna. U načelu obuhvaća trodijelni

tehnološki postupak usitnjavanja i razvrstavanja kamenog materijala. Početni (primarni) dio drobilane obuhvaća prihvat kamenog materijala, odvajanje jalovine iz njega rešetanjem i njegovo početno drobljenje. Srednji (sekundarni) dio obuhvaća početno sijanje te temeljno predrobljavanje ili mljevenje materijala. Završni (tercijarni) dio obuhvaća razvrstavanje drobljenog materijala uglavnom sijanjem. U trećem dijelu drobilane provodi se također možebitno mljevenje viška te pranje sitnijih sastavnica drobljenca. Navedeni osnovni tehnološki postupak može biti sužen ili proširen, prema tome isključe li se ili dodaju neke tehnološki zahvati. Osnovni strojevi drobilane su drobilice (mlinovi i sita). Ostalu opremu čine silosi (dodavači, transportne trake, oprema za pranje kamene sitneži, pogonski motori, oprema prijenosa i upravljanja). Drobilice daju kakvoću kamene sitneži a također određuju radni učinak postrojenja. Drobilane mogu biti pokretne i nepokretne drobilane, odnosno velika stalna (industrijska) proizvodna postrojenja.

Pokretne drobilice, samohodna ili polupokretna vučena postrojenja (Linarić, 2007) za drobljenje i sijanje kamenih materijala na samom iskopu ili u njegovoj blizini. Takve drobilane smanjuju ukupne transportne troškove tehnološkog postupka iskopa i prerade kamenih materijala. Polupokretne vučene drobilane jesu one na podvozjima s gumenim kotačima. Samohodne drobilane su one na gusjenicama. Obično su dvodijelne. Prvi tzv. primarni dio obuhvaća prihvat materijala, odvajanje jalovine rešetanjem te početno drobljenje materijala, uglavnom čeljusnom drobilicom. Drugi tzv. sekundarni dio obuhvaća predrobljavanje ili mljevenje materijala udarnom ili kružnom drobilicom te sijanje kamene sitneži. Također služe kao oprema za recikliranje građevinskog otpada, posebice betonskog loma.

Drobilice služe za usitnjavanje kamenih materijala u sitnež traženog oblika, veličine i granulometrijskog sastava. Dijele se na drobilice u užem smislu i na mlinove. U smislu načina drobljenja dijele se na čeljusne drobilice, udarne drobilice i kružne drobilice.



Slika 8. Mobilna drobilica Kleemann MR 110 Z EVO 2

Čeljusne drobilice

Čeljusne drobilice gnječe materijal istodobno dinamički udarom i statički pritiskom. Drobljenje pri čeljusnim drobilicama omogućavaju dvije posebno oblikovane ploče od čelika međusobno smještene u oblik čeljusti ili slova “V“. Imaju srednji utrošak energije i potrošnih dijelova (obloge čeljusti) po jedinici proizvoda u odnosu na ostale drobilice. Daju razmjerno slabiju kakvoću oblika i sastava zrna. Rabe se uglavnom kao početne drobilice. Kružne drobilice imaju najmanji utrošak energije i potrošnih dijelova (žrvanj, obloge). Daju uglavnom dobar oblik i sastav zrna. Kod nekih kamenih materijala, radi njihove građe, daju štapićast oblik zrna. Udarne drobilice imaju najveći utrošak energije i potrošnih dijelova (udarne grede ili čekići rotora, obloge statora). Daju najbolji oblik i sastav zrna. Primjenjuju se uglavnom kao završne drobilice ili mlinovi. Posebna vrsta udarnih drobilica su centrifugalne drobilice. Primarne čeljusne drobilice dijele se u pogledu načina drobljenja:

- čeljusne drobilice s njihalom (njihajuće čeljusne drobilice, čeljusne drobilice s dvostrukim koljenom, imenuju se također po svom konstruktoru drobilice tipa “Blake“),

- čeljusne drobilice s ekscentrom (čeljusne drobilice s jednim koljenom).

Kod čeljusnih drobilica s njihalom pomična ploča učvršćena je u gornjem dijelu a giba se u donjem dijelu. Pri tomu gibanje donjeg dijela ploče omogućava njihalo koje je pomoću spojnice spojeno s pomičnom pločom. Stoga ova vrsta čeljusnih drobilica

više drobi udarom, a manje pritiskom pri izlaznom otvoru. Ove drobilice imaju manje habanja čeljusti nego ekscentrične zbog kretanja samog materijala između ploča te samog načina drobljenja.

Kod čeljusnih drobilica s koljenom pokretna ploča je odnosno čeljust učvršćena u donjem dijelu a pomiče se amo tamo u gornjem dijelu. Lakše su od čeljusnih drobilica s njihalom pa se koriste u lako prenosivim i pokretnim drobilanama.

Udarne drobilice

Udarne drobilice, oprema za usitnjavanje svih vrsta kamenih materijala. U drobilani se primjenjuju uglavnom kao završne drobilice odnosno udarni mlinovi. Kao mlinovi rabe se za proizvodnju kamene sitneži i kamenog brašna. Dio za drobljenje sastoji se od rotora s krutim uloženim gredama ili zglobno vezanim čekićima (*drobilice čekićare ili mlinovi čekićari*) te od statora u obliku ploča ili cijevi. Materijal se usitnjava udarom greda ili čekića rotora te samim udarom materijala u ploče statora. Kakvoća i krupnoća drobljenja regulira se promjenom razmaka rotora i statora. Mogu biti jednosmjerne (rotor se okreće samo u jednom smjeru, a stator je samo s jedne strane) te dvosmjerne ili reverzibilne. Ove druge omogućavaju dvostruko iskorištenje greda ili čekića bez njihova okretanja na rotoru. Mogu biti također sa dva rotora. Postoji mnogo različitih tipova udarnih drobilica u smislu njihove veličine, snage i učinka te posebice radnog i konstrukcijskog odnosa rotora i statora. Vrlo su učinkovite i ekonomične pri usitnjavanju srednje čvrstih i manje abrazivnih kamenih materijala. Posebnu vrstu čine udarne centrifugalne drobilice s uspravnom osi okretanja rotora. Imaju razmjerno velik utrošak energije i habajućih dijelova. Razmjerno neekonomične pri drobljenju tvrdih, čvrstih te abrazivnih kamenih materijala eruptivnog i metamorfnog porijekla.



Slika 9. Mobilna drobilica Sandvik CI421

Kružne drobilice

Kružne (rotacijske) drobilice, drobilice za usitnjavanje miniranih ili aluvijalnih kamenih materijala. U drobilanama se primjenjuju kao početne, temeljne i završne drobilice odnosno mlinovi. Dijele se u dvije glavne skupine: valjčane drobilice s vodoravnom osovinom valjaka i kružne drobilice s uspravnim žrvnjem koji se ekscentrično okreće unutar nepomičnog plašta. Ove druge tipične kružne drobilice dijele se, s obzirom na žrvnja, na konusne (žirakon) drobilice, na sferne (žirasfer) drobilice i na disk-kružne (žiradisk) drobilice. Postoji mnogo različitih vrsta kružnih drobilica s obzirom na veličinu, snagu i učinak te posebice radni i konstrukcijski odnos plašta i žrvnja. Vrlo su učinkovite i ekonomične pri usitnjavanju tvrdih, čvrstih i abrazivnih kamenih materijala.

Valjčana drobilica, vrsta kružnih drobilica s vodoravnim okretnim valjcima. Uglavnom se primjenjuju kao mlinovi za usitnjavanje prethodno drobljenih ili prirodno usitnjenih aluvijalnih kamenih materijala u jednoliko granuliranu kamenu sitnež. To su također osnovne drobilice za početnu preradu gline u industriji opeke i crijepa. Mogu biti jednovaljčane drobilice (materijal se drobi između okretnog valjka i krute nepomične ploče), dvovaljčane drobilice (materijal se drobi između dva u suprotnome smjeru okretna valjka) te trovaljčane drobilice (materijal se početno drobi između prvoga i drugoga valjka a zatim između drugog i trećeg valjka). Valjci mogu biti glatki, nazubljeni ili rešetkasti.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Iz razloga velike ponude rabljenih građevinskih strojeva te velikog broja izvođača šumske prometne infrastrukture potrebno je izvršiti analizu tržišta građevinskih strojeva. Objektivnim sagledavanjem i međusobnim uspoređivanjem dimenzijskih i tehnološko - tehničkih značajki dolazi se do smjernica za daljnje unaprjeđenje radnih karakteristika te ekoloških i ergonomskih pogodnosti građevinskih strojeva pri izvođenju radova izgradnje i održavanja šumskih protupožarnih cesta.

Ovom analizom provest ćemo osnovnim statističkim metodama analizu različitih parametara tehničkih karakteristika mobilnih drobilica. U analizu su uključene morfološke karakteristike poput:

- mase,
- snage motora,
- transportne dimenzije mobilnih drobilica (širina, visina, duljina),
- godina proizvodnje,
- kapacitet
- te veličina usipnog koša.

3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

U ovome su radu obrađeni strojevi za održavanje šumskih protupožarnih cesta, a zbog obima raspoloživih strojeva samo je istraživanje provedeno na osnovu prikupljenih podataka o mobilnim drobilicama. Podaci su prikupljeni s web oglasnika, internetskih stranica različitih proizvođača, te raznih uvoznika drobilica za Republiku Hrvatsku.

Ovom analizom odredit ćemo trenutno stanje, ponudu i dosadašnji razvoj drobilica. Svrha ove analize je :

- stručnjacima pomoći u odabiru adekvatne drobilice,
- odabrati prikladnu drobilicu za potrebe korisnika,
- povećati učinkovitost i smanjiti cijenu radova održavanja prilikom održavanja gornjeg ustroja.

Morfološkom analizom utvrđuje se trenutno stanje, karakteristike te povijesni tijek razvoja mobilnih drobilica u šumarstvu. Na osnovu odabranih geometrijskih, masenih i ostalih veličina prikazat će se ovisnosti i odrediti daljnji razvoj tih strojeva. Rezultati provedene analize polučit će brojne koristi za šumarsku struku i šumarske stručnjake koji se bave predmetnom problematikom.

Pri izradi analize odabrano je deset značajki za 86 modela mobilnih drobilica na temelju koje će se izvršiti analiza tržišta. Odabrane morfološke značajke su:

- masa (kg),
- snaga motora (kW),
- duljina (mm),
- širina (mm),
- visina (mm),
- godina proizvodnje
- obujam usipnog koša (m^3),
- tip (konusni/udarni/čeljusni),
- kapacitet (t/h) i
- model motora.

Tablica 1. Popis mobilnih drobilica i njihove značajke

Marka / model	masa [kg]	tip drobilice	godina proizvodnje	kapacitet [t/h]	visina [mm]	širina [mm]	duljina [mm]	usipni koš [m^3]	model motora	snaga motora [kW]
Keestrack Galleon	40000	konusna	2011	250	3200	2550	12700	8,0	Cummins QSX15	399
Keestrack Novum	25000	screener	2014	400	3100	2550	10681	6,0	Deutz TCD2012 L04 2V	75
Keestrack Frontier	30000	screener	2010	800	3150	2550	13360	7,0	DEUTZ BF2012 TCD	90
Keestrack Explorer 1800	29000	screener	2014	550	3150	2550	14300	7,7	Deutz TCD2012 L04 2V	91
Keestrack Explorer 1500	25000	screener	2014	400	3150	2550	13700	7,7	Deutz TCD2012 L04 2V	72
Keestrack S175	27000	screener	2015	300	3130	2812	12600	9,5	Deutz TCD2012 L04 2V m	75
Keestrack Destroyer 1112	40800	udarna	2008	350	3320	2550	9500	5,0	Caterpillar mod. C15	321
Keestrack Destrojer 1312	47000	udarna	2012	250	3150	3000	2850	7,0	Caterpillar mod. C15	395
Keestrack Mercurio	19900	čeljusna	2011	300	3670	2300	10585	4,0	John Deere	86
Atlas Copco Power Crusher PC1000	35500	konusna	2015	220	3380	2510	11980	3,1	CAT C13 T4 / C11 T3	287
Atlas Copco Power Crusher PC1055 J	34000	čeljusna	2015	200	3350	2550	1150	5,5	CAT C7 Tier 3	187
Keestrack H4	40000	konusna	2016	250	3130	3500	10681	8,0	Deutz	hibrid
Atlas Copco Power Crusher PC 2	40000	čeljusna	2013	250	3200	2500	12000	4,5	CAT C9 Tier 3 (C9.3 Tier 4i)	242
Atlas Copco Power Crusher PC 4	45000	čeljusna	2014	300	3530	2650	12200	4,9	CAT C9 Tier 3 (C9.3 Tier4i)	242

Atlas Copco Power Crusher PC 6	55000	čeljusna	2015	350	3960	3000	14510	9,0	CAT C11 Tier 3 (C13 Tier 4i)	287
Atlas Copco Power Crusher PC 1060	31000	udarna	2011	200	3350	2620	11500	4,0	CAT C7 T3	187
Atlas Copco Power Crusher PC 1	36000	udarna	2014	220	3200	2500	12000	3,1	CAT C9,3 T4 / C9 T3	242
Atlas Copco Power Crusher PC 3	38000	udarna	2014	250	3350	2900	13350	4,5	CAT C13 T4 / C11 T3	287
Atlas Copco Power Crusher PC 1375 I	40000	udarna	2013	300	3300	2550	14850	5,5	CAT C13 T3	328
Atlas Copco Power Crusher PC 5	53000	udarna	2013	350	3650	2980	14620	9,5	CAT C13 T4 / C13 T3	328
Atlas Copco Power Crusher PC 1610	80000	udarna	2014	450	3830	3290	16500	12,0	CAT C15 T3	403
Atlas Copco HCS3715	27000	screener	2016	300	3365	2855	14967	8,0	CAT C4.4	75
Keestrack Destroyer 1011	25000	udarna	2014	250	3100	2540	9500	3,5	DEUTZ TCD 7.8L6	190
Atlas Copco HCS5515	35000	screener	2016	400	3470	3300	17900	8,0	CAT C4	75
Sandvik QJ241	32568	čeljusna	2015	225	3220	2640	13900	2,8	C7.1 Acert	168
Sandvik QJ341	45233	čeljusna	2010	400	3450	2860	14050	5,3	C9 / C9.3 Acert	261
Sandvik UJ440i COMFORT	58000	čeljusna	2013	700	3910	3000	16430	6,0	Volvo TAD 1252 tier III	300
Sandvik UJ440i CLASSIC	63000	čeljusna	2013	700	3910	3000	16430	6,0	Volvo TAD 1252 tier III	300
Sandvik UJ440i TREND	62500	čeljusna	2013	700	3910	3390	18000	10,0	Volvo TAD 1252 tier III	300
Sandvik QI341	37200	udarna	2010	300	3400	2500	14080	3,6	C9 / C9.3 Acert	261
Sandvik	52725	udarna	2014	500	3600	3000	15670	6,0	C13 Acert	328

QI441										
Sandvik QI440	49800	udarna	2012	500	3600	2950	15350	6,0	CAT C13	328
Lokotrack LT106	41000	čeljusna	2012	400	3400	2800	15200	6,0	Caterpillar C9.3	224
Keestrack Destroyer 1113	40000	udarna	2015	400	3350	3000	14700	5,0	Volvo Penta TAD1351GE	328
Lokotrack LT96	27800	čeljusna	2008	350	3100	2500	12450	4,0	Caterpillar 6.6	168
Lokotrack LT116	50000	čeljusna	2009	400	3600	3000	15500	6,0	CAT C13	310
Lokotrack LT1110	32000	udarna	2006	300	3100	2500	12450	5,0	CAT C9 / C9.3	242
Lokotrack LT1110S	36200	udarna	2006	300	3400	2750	17700	5,0	CAT C9 / C9.3	242
Lokotrack LT1213	32000	udarna	2013	250	3400	2500	14900	6,0	CAT C13	310
Lokotrack LT1213S	50000	udarna	2007	400	3400	3000	17200	6,0	CAT C13	310
Lokotrack LT200HP	30000	konusna	2011	250	3400	3000	16750	5,0	CAT	310
Lokotrack LT7150	30000	konusna	1996	600	3400	3000	16800	5,0	CAT	310
Lokotrack LT1100	51200	konusna	2006	550	3800	3500	18500	5,0	CAT C13	310
Powerscreen Metrotrak HA	28500	čeljusna	2015	200	3300	2400	13120	3,6	Caterpillar C6.6 ACERT	140
Keestrack Destroyer 1313	51000	udarna	2012	500	3750	3000	15900	7,0	Volvo Penta TAD1650GE	394
Powerscreen Premiertrak 300	35180	čeljusna	2014	280	3200	2550	14600	5,0	CAT C9 Acert	205
Powerscreen Premiertrak R300	36760	čeljusna	2014	280	3200	2550	14600	5,0	Scania DC9	202
Powerscreen Premiertrak 400	44450	čeljusna	2015	400	3400	2800	15200	10,0	CAT C9 ACERT	194
Powerscreen Premiertrak R400	44750	čeljusna	2015	400	3400	2800	15200	10,0	Scania DC9 80A	202
Powerscreen Premiertrak	69500	čeljusna	2015	600	3800	3000	17100	14,2	CAT C13	328

600										
Powerscreen Premiertrak 600E	72500	čeljusna	2015	600	3800	3120	17100	14,2	Scania DC13 84A	331
Powerscreen Premiertrak 1000 MAXTRAK	31800	konusna	2015	230	3450	2800	14500	4,4	CAT C9 ACERT	242
Powerscreen Premiertrak SR	38500	konusna	2012	130	3450	3100	16900	4,4	Scania DC9	257
Powerscreen 1150 Maxtrak	42900	konusna	2015	300	3600	3000	16900	6,0	CAT C13 ACERT	328
Powerscreen 1300 Maxtrak	46300	konusna	2015	350	3850	3000	15300	7,0	Caterpillar C13 ACERT	328
Keestrack Argo	28000	čeljusna	2015	350	3100	2570	12695	4,0	John Deere	138
Powerscreen 1500 Maxtrak	89000	konusna	2015	950	3850	3500	22000	9,0	CAT C18 ACERT	470
Powerscreen Trakpactor 260	27000	udarna	2015	250	3200	2500	12050	2,3	CAT 7.1 Tier 3 ACERT	186
Powerscreen Trakpactor 260SR	33480	udarna	2015	250	3200	3000	14800	2,3	Scania DC9 78A	202
Powerscreen Trakpactor 320	33200	udarna	2015	320	3460	2550	14780	3,6	CAT C9 ACERT	242
Powerscreen Trakpactor 320SR	44300	udarna	2015	320	3440	3100	17580	3,6	CAT C9 ACERT	257
Powerscreen Trakpactor 500	56000	udarna	2015	500	3800	3000	17300	7,0	CAT C13 ACERT	328
Powerscreen Trakpactor 500SR	67000	udarna	2015	500	3800	3180	18600	7,0	CAT C13 ACERT	328
Powerscreen XV350	37000	udarna	2015	350	3850	3000	15300	7,0	CAT C13 ACERT	328
Terex Evoquip Bison 280	29000	čeljusna	2015	221	3300	2400	13120	3,6	CAT C7.1	140
Terex Evoquip	9500	čeljusna	2015	88	2680	2550	9340	3,5	Isuzu	45

Bison 100										
Keestrack Apollo	42000	čeljusna	2014	400	3300	2550	15820	5,0	John Deere	223
Terex Evoquip Bison 120	13000	čeljusna	2015	88	2690	2360	5660	2,3	Isuzu	52
Terex Evoquip Bison 280	29000	čeljusna	2015	221	3300	2400	13120	3,6	CAT C7.1	140
Terex Evoquip Bison 260	27000	udarna	2015	276	3200	2500	12050	2,3	CAT C7.1	186
MOBICONE MCO 11 PRO	48000	konusna	2016	470	3850	3000	18060	6,0	Tier 3	354
Kleemann MR 110 Z EVO 2	43900	udarna	2015	350	3600	3000	17400	4,0	Scania	371
Kleemann MR 130 Z EVO 2	48500	udarna	2016	450	3750	3000	18400	4,0	Scania	371
Kleemann MCO 9 S EVO	32500	konusna	2016	245	3600	3240	16600	4,5	Scania	289
Kleemann MC 100 R EVO	30000	čeljusna	2016	220	3200	3000	12950	4,5	Deutz	165
Kleemann MC 110 R EVO	38500	čeljusna	2016	330	3400	3000	13900	5,5	Scania	248
Terex Finlay J-1480	69000	čeljusna	2013	650	3860	3380	18000	10,0	Cat C13	328
Keestrack Giove	49500	čeljusna	2012	420	3350	3000	14240	6,0	Cummins QSM11	262
DSB INNOCRUSH 30	29400	udarna	2006	300	3120	2550	11790	3,5	CAT C7	186
DSB INNOCRUSH 35	35500	udarna	2008	350	3250	2550	11620	4,0	CAT C11	287
DSB INNOCRUSH 50	49800	udarna	2008	420	3600	2980	13420	7,0	C11/C13	287
DSB INNOCRUSH 75	72500	udarna	2010	600	3830	3290	16500	8,0	CAT C15	403

DSB INNOCRUSH 32j	31800	čeljusna	2016	220	3145	2550	11810	3,5	CAT C7	186
DSB INNOCRUSH 40j	39800	čeljusna	2016	330	3630	2550	11560	4,0	CAT C9	231
DSB INNOCRUSH 53j	52900	čeljusna	2016	400	3800	2980	13400	6,5	CAT C11	287
Keestrack Combo	16500	screener	2007	250	3100	2400	9250	5,0	Deutz	55

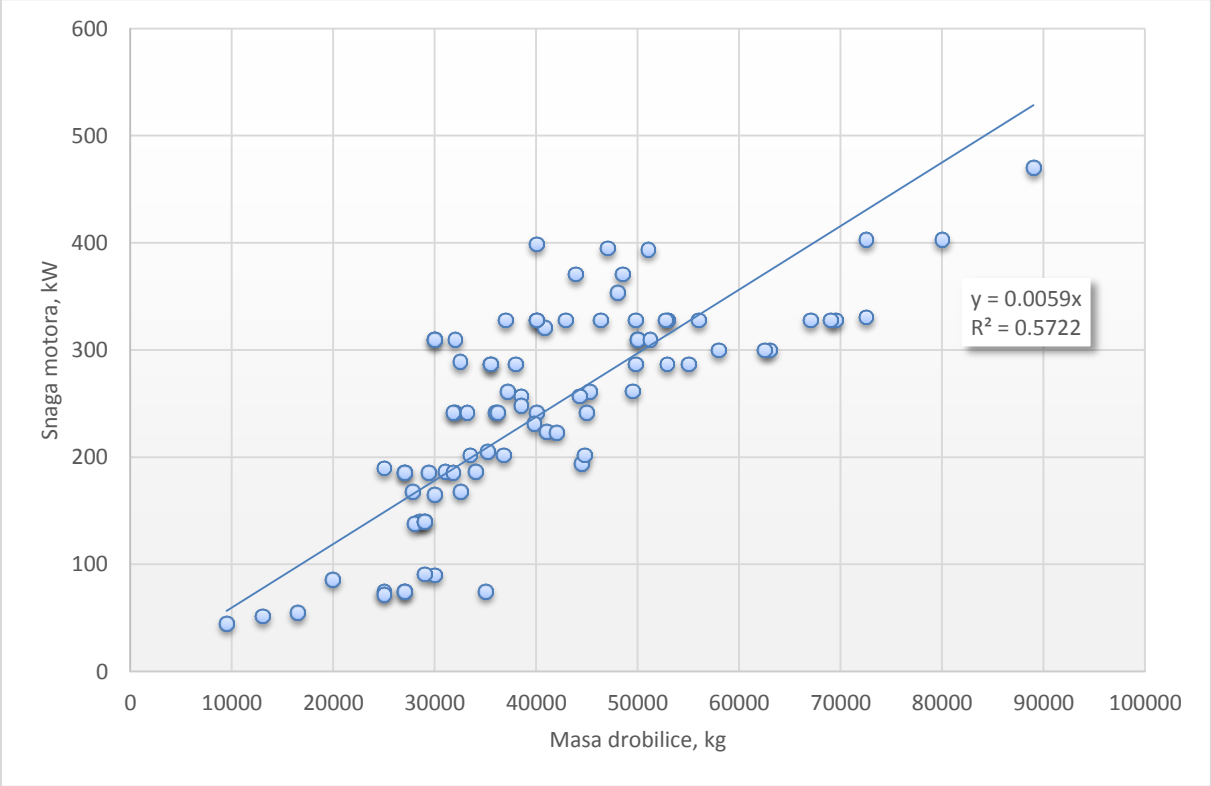
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Morfološkom analizom su utvrđene ovisnosti između pojedinih morfoloških značajki pri čemu se u velikom broju promatranih drobilica pokušalo utvrditi međusobne ovisnosti. Odabrano je osam osnovnih morfoloških značajki za istraživane drobilice: snaga motora (kW), duljina, širina i visina vozila (mm), obujam usipnog koša (m^3), tip drobilice, kapacitet drobilice i tip motora. Istraživanjem je obuhvaćeno 86 različitih tipova drobilica koja je moguće koristiti prilikom izgradnje te naročito održavanja šumskih protupožarnih cesta.

4.1.Ovisnost pojedinih morfoloških značajki drobilica o masi vozila

Brutto masu drobilica smo koristili kao parametar s kojim smo u odnos stavljali ostale morfološke značajke mobilnih drobilica jer iz tog razloga što ovisi o jačini motora te usipnog košta te kapaciteta. U analizu je uključen veći broj mobilnih drobilica, minimalne bruto mase 9,5 t, maksimalne 89 t te prosječne bruto mase 4,08 t.

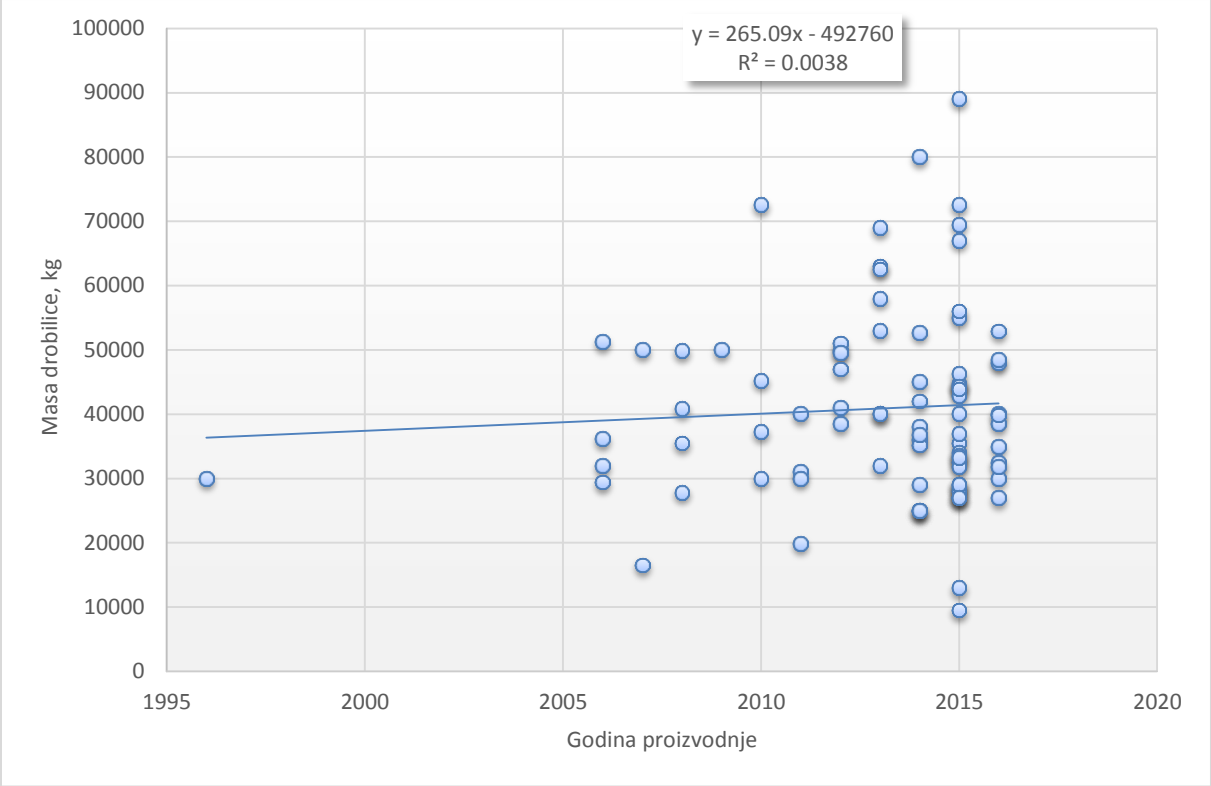
Na slici 10. prikazana je ovisnost snaga motora (kW) o brutto masi mobilnih drobilica. Iz grafa se može uočiti da se uslijed povećanja mase vozila povećava i snaga motora pri čemu je utvrđena veza srednje jakosti koeficijenta korelacije.



Slika 10. Ovisnost snage motora (kW) o masi vozila (kg)

Slika 11. prikazuje ovisnost brutto mase mobilnih drobilica o godini proizvodnje. U analizu su uzeti u obzir mobilne drobilice proizvedene u periodu od 1996. godine do

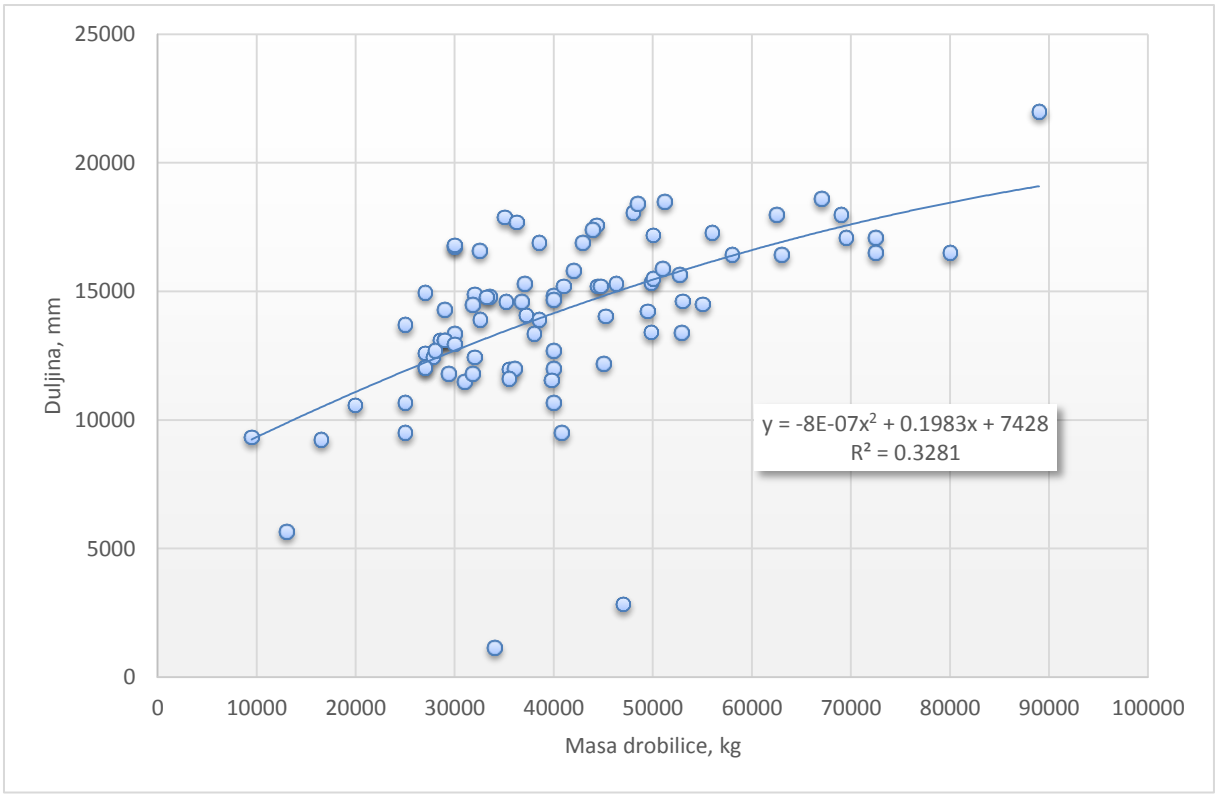
2016. godine. Iz ovog grafa se može iščitati kako lagano raste ukupna masa vozila, ali promatrajući koeficijent korelacije R^2 možemo samo utvrditi da postoji samo slaba veza između brutto mase vozila i godine proizvodnje. Također smo utvrdili da taj odnos ne postoji značajno niti kada uspoređujemo svakog proizvođača zasebno.



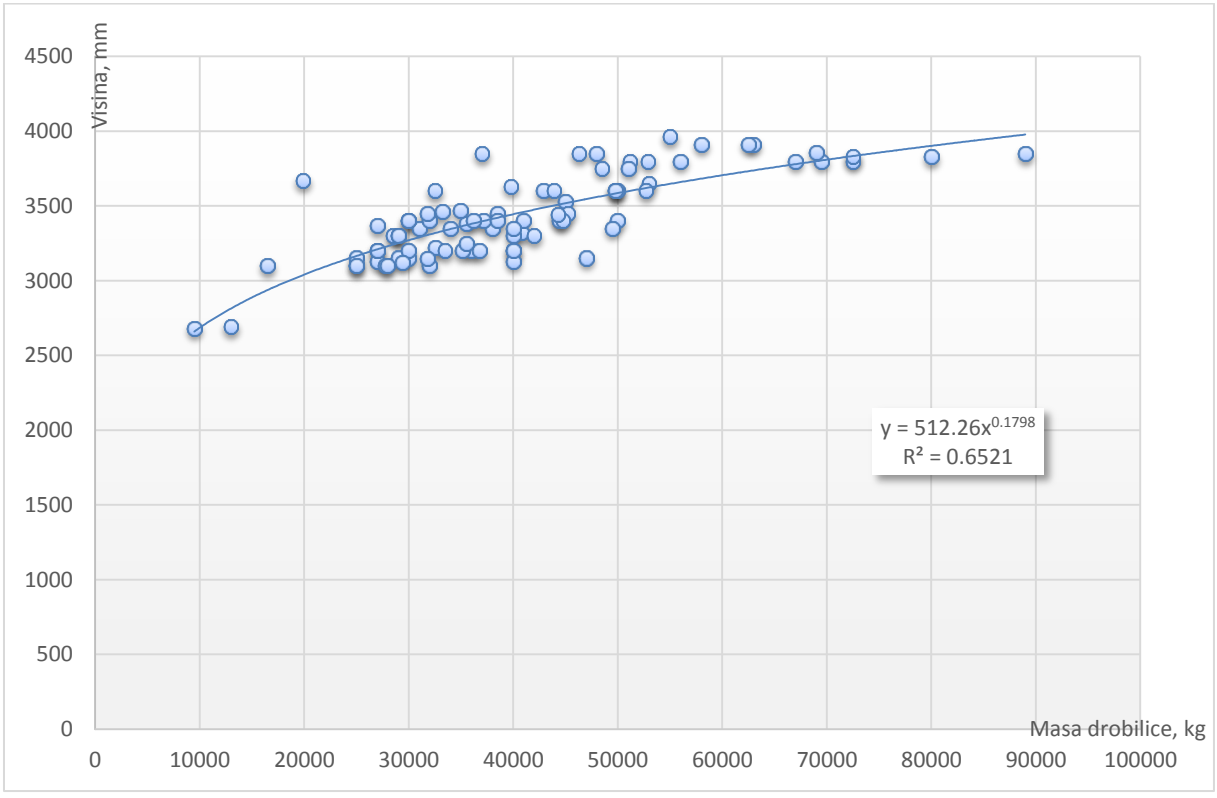
Slika 11. Ovisnost mase vozila (kg) o godini proizvodnje vozila

Slika 12. prikazuje ovisnost brutto mase mobilnih drobilica o duljini mobilne drobilice. Minimalne i maksimalne duljine mobilne drobilice iznose od 1,15 m do 22 m. Stoga je za očekivati da porastom duljine raste i masa mobilnih drobilica. Utvrđena vrijednost koeficijenta korelacije R^2 iznosi 0,3281.

Slika 13. prikazuje ovisnost brutto mase mobilnih drobilica o visini mobilnih drobilica. Minimalne i maksimalne vrijednosti za visinu iznose od minimalno 2,68 m do maksimalno 3,96 m. Utvrđeni trend pokazuje da porastom visine mobilne drobilice raste masa mobilnih drobilica. Utvrđena vrijednost koeficijenta korelacije R^2 iznosi 0,6521.

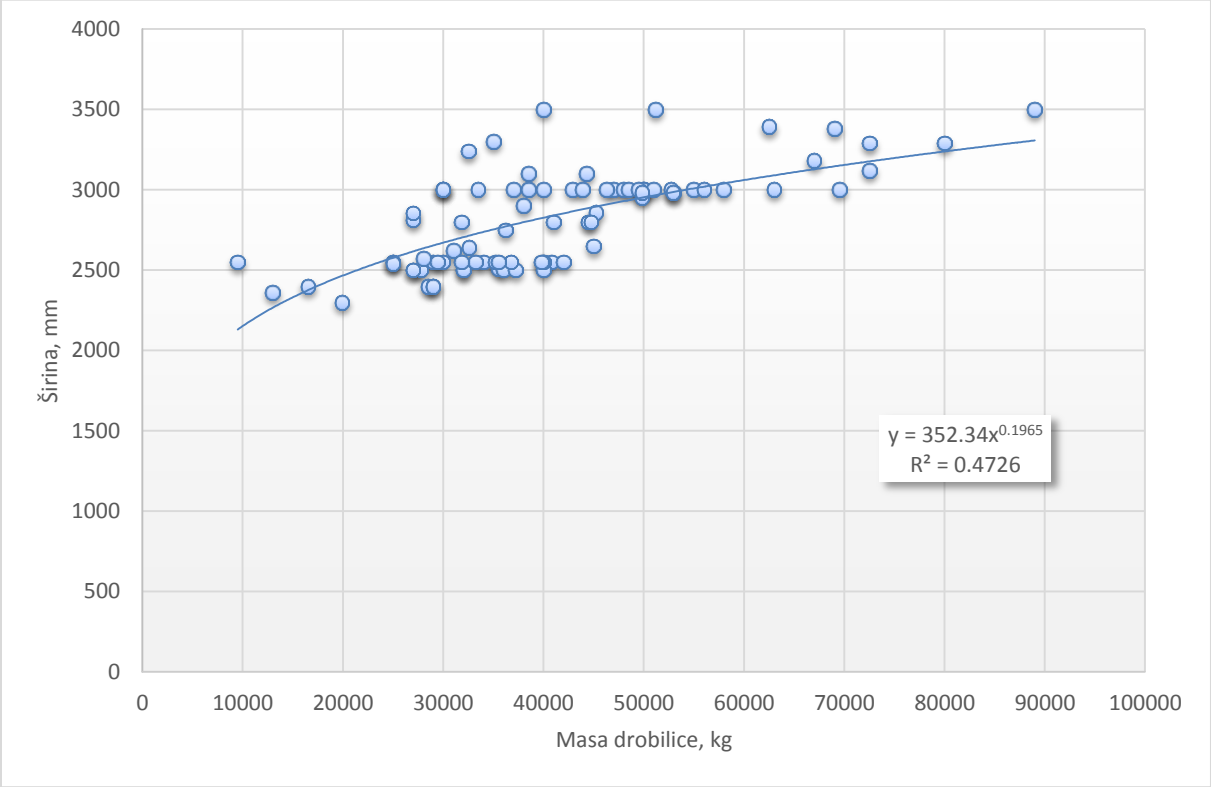


Slika 12. Ovisnost mase vozila (kg) o duljini drobilice (mm)



Slika 13. Ovisnost mase vozila (kg) o visini drobilice (mm)

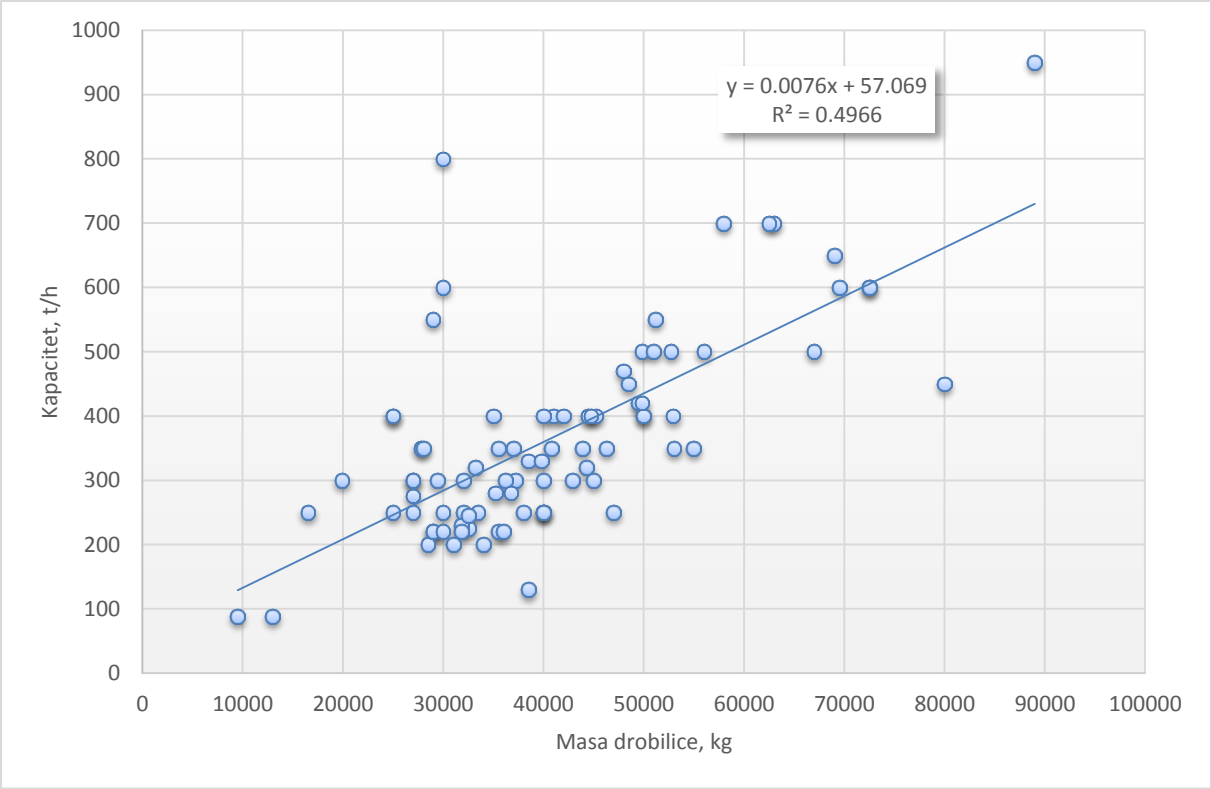
Slika 14. prikazuje ovisnost brutto mase mobilnih drobilica o širini mobilne drobilice. Minimalne i maksimalne vrijednosti širine drobilice iznose od 2,3 m do 3,5 m. Utvrđena vrijednost koeficijenta korelacije R^2 iznosi 0,4726.



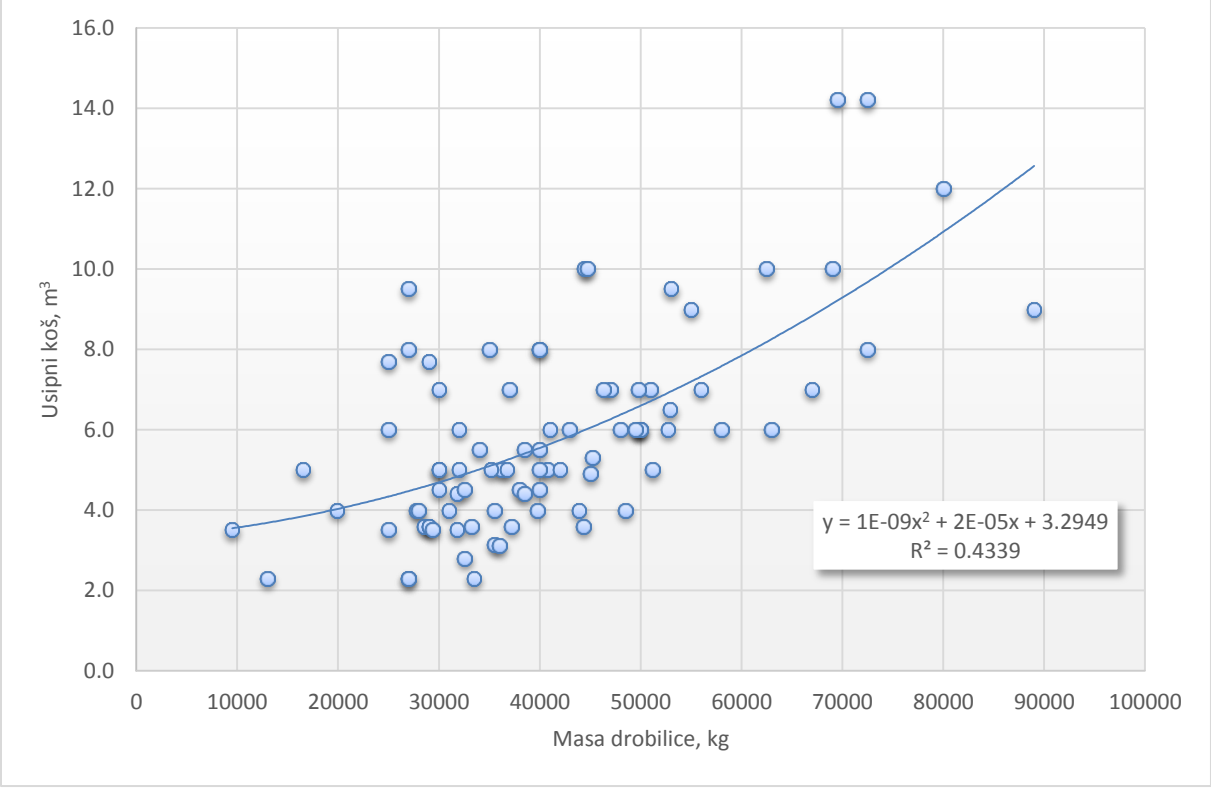
Slika 14. Ovisnost mase vozila (kg) o širini drobilice (mm)

Slika 15. prikazuje ovisnost brutto mase o kapacitetu mobilnih drobilica. Minimalne i maksimalne vrijednosti iznose od 88 t/h do 950 t/h i bilo je za pretpostaviti kako će upravo taj parametar značajno utjecati na porast ukupne mase vozila. Utvrđena vrijednost koeficijenta korelacije R^2 iznosi 0,4966 što je veza srednje jakosti.

Slika 16. prikazuje ovisnost brutto mase mobilnih drobilica o veličini usipnog koša. Minimalne i maksimalne dimenzije usipnog koša iznose od 2 m^3 do 14 m^3, a prosjek je 5,83 m^3. Utvrđena vrijednost koeficijenta korelacije R^2 iznosi 0,4339.



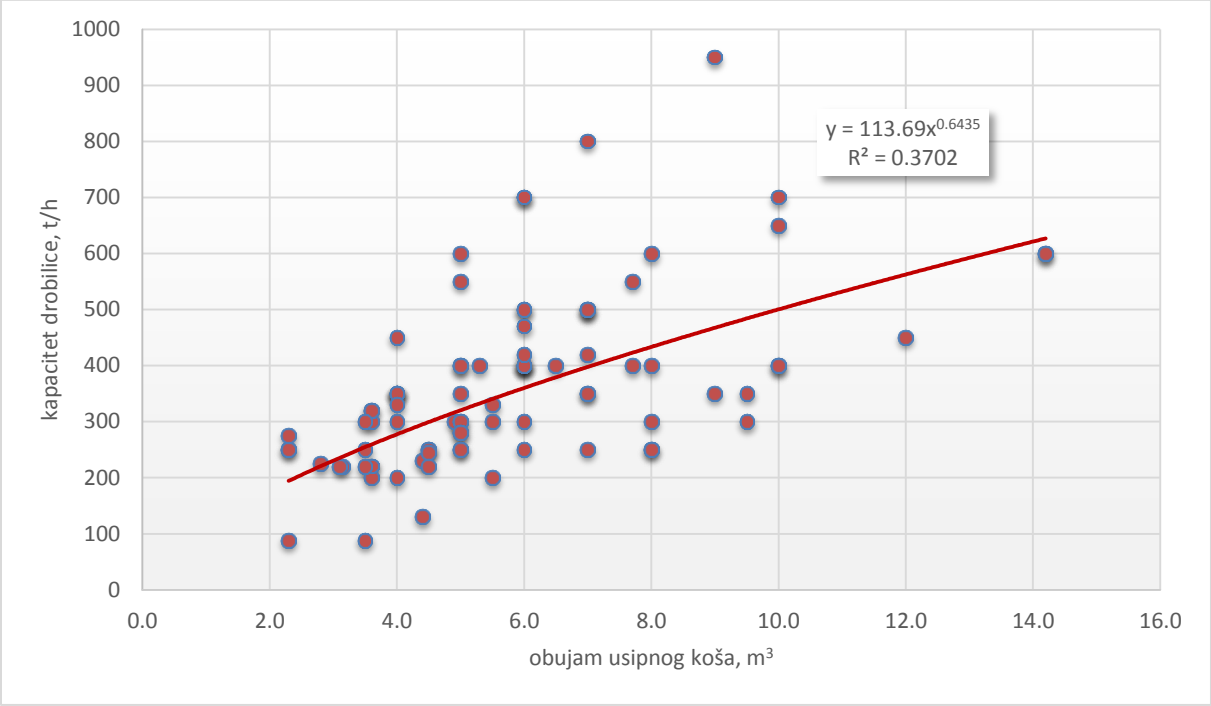
Slika 15. Ovisnost mase vozila (kg) o kapacitetu drobilice



Slika 16. Ovisnost mase vozila (kg) o obujmu usipnog koša (m^3)

4.2.Ovisnost kapaciteta drobilice o obujmu usipnog koša

Slika 17. prikazuje ovisnost kapaciteta mobilne drobilice o obujmu nasipnog koša. Minimalne i maksimalne vrijednosti kapaciteta drobilice iznose od 88 do 950 t/h, a obujma nasipnog koša 2,3 do 14,2 m^3. Pretpostavili smo kako će se pokazati značajna ovisnost porasta kapaciteta drobilice o obujmu usipnog koša. Trend pokazuje kako porastom kapaciteta drobilice raste i obujam usipnoga koša, ali je veza srednje jakosti. Utvrđena vrijednost koeficijenta korelacije R^2 iznosi 0,3702. Što je razlog toliko malom stupnju povezanosti vjerojatno leži u brojnim drugim karakteristikama pojedinih mobilnih drobilica, a daljnja istraživanja bi utvrdila jasnu pravilnost.



Slika 17. Ovisnost kapaciteta drobilice (t/h) o obujmu usipnog koša (m^3)

5. ZAKLJUČAK

Morfološkom analizom utvrđuje se trenutačno stanje, svojstva ali i povijesni te mogući tijek razvoja nekih mobilnih drobilica koje možemo koristiti u izgradnji i održavanju protupožarnih šumskih cesta. Rezultati prikazanih istraživanja mogu poslužiti kao pomoć za odabir vrste mobilne drobilice.

Na osnovu dobivenih rezultata možemo zaključiti da se mobilne drobilice proizvode u širokom rasponu morfoloških značajki. Različita vrsta građevinskog materijala – kamena, utječe na odluku odabira određene mobilne drobilice.

Analizom tehničkih značajki (masa, kapacitet, duljina, visina, širina, usipni koš, snaga motora) uočena je velika raznovrsnost mobilnih drobilica koju ističu sami proizvođači. Utvrđeni koeficijenti korelacije pokazuju kako između morfoloških značajki postoji uglavnom srednje jaka veza što pokazuje određenu zakonitost koju bi trebalo analizirati u daljnjim istraživanjima, a za različite (nove) značajke odabranih drobilica.

Mobilne drobilice predstavljaju fleksibilan i mobilan proizvod koji se koristi za ekonomično procesiranje prirodnog kamena (i reciklažu materijala) na lokaciji, u minimalnom prostoru i u najkraćem vremenskom roku. Korpa drobilica odmah procesira zahtijevani materijal na licu mjesta sa kojeg se prikuplja, ili gdje se nalazi. Nakon procesiranja, proizvod se obično može zamijeniti na licu mjesta i odmah staviti u upotrebu, odnosno ugraditi u gornji ustroj protupožarne šumske ceste.

Prednost pokretne drobilice prepoznata je u mogućnosti korištenja kamenog materijala direktno na trasi šumske protupožarne ceste ili prilikom izgradnje šumskih protupožarnih cesta. Pri tome rad mobilne drobilice djelomično zamjenjuje nekoliko građevinskih strojeva. Drobilica kamena može usitnjavati stijenje i kameni materijal u sitnije čestice na trasi postojeće ili buduće šumske protupožarne ceste, a kameni materijal usitnjen je u tucanik zadovoljavajuće granulometrije za izradu kolničke konstrukcije. Na taj način rad stroja (Šušnjar i dr., 2009) zamjenjuje vrlo skupu nabavu i transport kamenog materijala iz kamenoloma ili zamjenjuje rad stacionarne drobilice kamena na radilištu. Isto tako izostavlja se i rad razastiranja kamenog materijala duž trase ceste dozerom.

6. LITERATURA

1. Ćaleta, M., 2013: Diplomski rad, Traktorska drobilica za izgradnju i održavanje šumskih prometnica na području Parka prirode Velebit, str 35.
2. Franulović, K., 2014: Protupožarne prometnice na kršu, web savjetodavne službe – http://www.savjetodavna.hr/savjeti/558/563/protupozarne-prometnice-na-krsu/
3. Keller, M., 2008: Gospodarenje cestovnom infrastrukturom, Upravljanje i održavanje građevina, prezentacija.
4. Linarić, Z., 2007: Linarić, Z.; Leksikon strojeva i opreme za proizvodnju građevinskih materijala, Učinci za strojeve i vozila pri zemljanim radovima, biblioteka Mineral, Busines Media Croatia d.o.o., Zagreb, 2007.
5. Pičman, D., 2007: Šumske prometnice, Šumarski fakultet Zagreb, str 460.
6. Šikić D., B. Babić, D. Topolnik, I. Knežević, D. Božičević, Ž. Švabe, I. Piria, S. Sever, 1989: Tehnički uvjeti za gospodarske ceste. Znanstveni savjet za promet Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, : str 1–78.
7. Šušnjar, M., Pičman, D., Pentek, T., Horvat, D., Nevečerel, H., Greger, K., 2009: Radne značajke pokretne drobilice kamena pri gradnji šumskih protupožarnih cesta i melioraciji krša, Šumarski list, Vol.133, 9-10, str 493-499.

WEB:

1. http://www.keestrack.com/uploads/Brochure%20Download/Galleon.pdf
2. http://www.keestrack.com/en_US/obecne-products/mobile-cone-crushers/galion/galion-2/
3. http://www.keestrack.com/en_US/obecne-products/mobile-cone-crushers/h4-2/h4/
4. http://www.keestrack.com/en_US/obecne-products/mobile-crushing/destroyer-1011/destroyer-1011-2/
5. http://www.keestrack.com/en_US/obecne-products/mobile-crushing/crusher-1312/technical-specifications-12/
6. http://www.keestrack.com/obecne-products/mobile-crushing/Destroyer-1313/technical-specifications/
7. http://www.keestrack.com/uploads/Brochure%20Download/Argo.pdf
8. http://www.keestrack.com/uploads/Brochure%20Download/Apollo.pdf

9. http://www.keestrack.com/en_US/obecne-products/Jaw-crushers/apollo/technical-specifications-13/
10. http://www.keestrack.com/en_US/obecne-products/Jaw-crushers/giove/technical-specifications-5/
11. http://www.keestrack.com/uploads/Brochure%20Download/Giove.pdf
12. http://hr.machinerypark.com/lomilica-keestrack-giove-polovno-no-1816-2
13. http://www.europe-construction-equipment.com/keestrack-siever/saone-et-loire/ts-vi1437536/used
14. http://drobilice.com/pages/proizvodi/keestrack.php
15. http://hr.machinerypark.com/lomilica-keestrack-giove-polovno-no-1816-2http://drobilice.com/pages/proizvodi/keestrack.php
16. http://www.keestrack.com/en_US/obecne-products/screening-machines/S-175/technical-specifications-10/
17. http://www.keestrack.com/uploads/Brochure%20Download/1112-web.pdf
18. http://www.diversifiedecological.com/Destroyer1312.html
19. http://www.equip2.co.nz/product-files/344_MERCURIO_seperate_pages_ENG_web.pdf
20. http://autoline-eu.rs/-/prodaja/polovne/konusne-drobilice/Atlas-Copco-Power-Crusher-PC1000--15072201594303363500
21. http://www.atlascopco.com/microsites/Images/Powercrusher_leaflet_SDE%209851282901%20low%20res_tcm723-2477625.pdf
22. http://www.atlascopco.com/microsites/Images/Powercrusher_leaflet_SDE%209851282901%20low%20res_tcm723-2477625.pdf
23. http://www.atlascopco.fi/Images/9851%203422%2001_L_updated_tcm822-2598832.pdf
24. http://www.atlascopco.com/microsites/images/powercrusher_pc_1000_for_web_tcm739-3511204.pdf
25. http://autoline.info/sf/construction-equipment-crushing-plant-Atlas-Copco-Power-Crusher-PC6--15072201594072394300.html
26. http://autoline.info/sf/construction-equipment-crushing-plant-Atlas-Copco-Power-Crusher-PC4--15072201593250471600.html
27. http://www.strimak.de/index.php?article_id=17&clang=1&bmid=468
28. http://www.marketbook.biz/list/list.aspx?ETID=1&catid=1001&Manu=ATLAS+COPCO&Mdltxt=PC1&mdlx=exact&LP=MAT

29. http://www.eltrakbulgaria.com/uploads/Hartl/AtlasCopco_PC3.pdf
30. http://www.atlascopco.nl/images/powercrusher%20pc1375%20i_for%20web_tcm833-2599949.pdf
31. http://www.atlascopco.com/Images/Powercrusher%20PC5_for%20web_tcm795-2598792.pdf
32. http://www.nvfnorden.org/library/Files/Utskott-och-tema/Tunnlar/M%C3%B8ter-og-protokoller/Arbetsgrupper/AG1-Effektiv-tunneldrivning/Tunnelutskott%20Bergen%2014-09-25.pdf
33. http://www.atlascopco.fi/Images/9851%202762%2001_L_tcm822-2600129.pdf
34. http://www.atlascopco.fi/Images/9851%202764%2001_L%20(2)_tcm822-2599914.pdf
35. http://www.marketbook.biz/listingsdetail/detail.aspx?OHID=12018421&LP=MAT
36. http://www.atlascopco.com/Images/9851%202765%2001_L_tcm833-2599941.pdf
37. http://construction.sandvik.com/global/products/mobile-crushers-and-screens/mobile-jaw-crushers/qj241-jaw-crusher/qj241_broch_rev5_en_rgb.pdf
38. http://hunext.hu/?page_id=78&lang=en
39. http://www.crushingtigers.com/pdf/QJ341_Manual_ENG.pdf
40. http://construction.sandvik.com/products/mobile-crushers-and-screens/mobile-jaw-crushers/qj341-mobile-jaw-crusher1/?gclid=COSz45S2lM8CFUsW0wod42cLLQ
41. http://www.miningandconstruction.sandvik.com/sandvik/1181/Internet/CIS/S000924.nsf/Alldocs/Products*5CCrushers*and*screens*5CMobile*units*2AUJ440i/$file/UJ440i.pdf
42. http://www.precisionscreen.com.au/uj440i_sandvik_jaw_crusher.html
43. https://www.dealsonwheels.co.nz/spec/detail/sandvik-uj440i-classic-41976
44. http://construction.sandvik.com/products/mobile-crushers-and-screens/mobile-impact-crushers/
45. http://construction.sandvik.com/products/mobile-crushers-and-screens/mobile-impact-crushers/qi341-mobile-impact-crusher/
46. http://www.crushers.ie/serv/download_dl.php?id=112
47. http://construction.sandvik.com/products/mobile-crushers-and-screens/mobile-impact-crushers/

48. http://construction.sandvik.com/products/mobile-crushers-and-screens/mobile-impact-crushers/qi441-mobile-impact-crusher/
49. http://screentecllc.hutman.net/wp-content/uploads/2015/07/qi441_techspec_2015_rev1.pdf
50. https://crusherworks.com/equipment/qi440-impact-crusher/
51. http://www.directindustry.com/prod/sandvik-mining/product-40142-645073.html
52. http://www.metso.com/miningandconstruction/MaTobox7.nsf/DocsByID/BB3A5829D48BE3CDC22579A300349CAB/$File/Lokotrack-LT106-mobile-jaw-crushing-plant.pdf
53. http://www.metso.com/miningandconstruction/MaTobox7.nsf/DocsByID/0112518590D65B1BC22576020024545E/$File/Lokotrack_Contractor_Finnish.pdf
54. http://www.metso.com/miningandconstruction/MaTobox7.nsf/DocsByID/E7DCEC0F9F2DBE5442256B120033196A/$File/LT_Series_english.pdf
55. http://www.kurz-friolzheim.de/assets/downloads/kurz-aufbereitungsanlagen/lt96%20sales%20presentation_new.pdf
56. http://www.metso.com/products/lokotrack-mobile-plants/lokotrack-lt116-mobile-jaw-crushing-plant/
57. http://www.stet.pt/dl/LT116.pdf
58. http://www.metso.com/miningandconstruction/MaTobox7.nsf/DocsByID/E7DCEC0F9F2DBE5442256B120033196A/$File/LT_Series_english.pdf
59. http://www.metso.com/miningandconstruction/MaTobox7.nsf/DocsByID/E7DCEC0F9F2DBE5442256B120033196A/$File/LT_Series_english.pdf
60. http://www.metsomaterialstechnology.com/miningandconstruction/MaTobox7.nsf/DocsByID/D5910617FD2D7439C2256F87003D6DC6/$File/Lokotrack_Contractor_English.pdf
61. http://www.metsomaterialstechnology.com/miningandconstruction/MaTobox7.nsf/DocsByID/D5910617FD2D7439C2256F87003D6DC6/$File/Lokotrack_Contractor_English.pdf
62. http://www.metso.com/products/lokotrack-mobile-plants/lokotrack-lt1213s-mobile-crushing-and-screening-plant/
63. http://www.metso.com/miningandconstruction/MaTobox7.nsf/DocsByID/693AED80BE1C3DCBC2257B71002FF70C/$File/Lokotrack-LT1213S-mobile-crushing-screening-plant.pdf

64. http://www.metso.com/miningandconstruction/MaTobox7.nsf/DocsByID/E7DCEC0F9F2DBE5442256B120033196A/$File/LT_Series_english.pdf
65. http://www.metso.com/miningandconstruction/MaTobox7.nsf/DocsByID/82C3864218F149E8C2257BA3004C6861/$File/Lokotrack-mobile-crushing-screening-plants.pdf
66. http://www.mascus.com/construction/used-crushers/metso-lt200hps/3giheics.html
67. https://www.machinio.com/cat/metso-250
68. http://www.metso.com/products/lokotrack-mobile-plants/lokotrack-lt7150-mobile-vsi-crushing-plant/
69. http://www.metso.com/miningandconstruction/MaTobox7.nsf/DocsByID/E7DCEC0F9F2DBE5442256B120033196A/$File/LT_Series_english.pdf
70. http://www.metso.com/miningandconstruction/MaTobox7.nsf/DocsByID/E7DCEC0F9F2DBE5442256B120033196A/$File/LT_Series_english.pdf
71. http://spec.drom.ru/vladivostok/misc/mobilnaja-sortirovochnaja-ustanovka-metso-st171-v-nalichii-20583660.html
72. http://www.powerscreen.com/crushers/jaw-crushers/metrotrak-metrotrak-ha/
73. http://www.mascus.co.uk/construction/used-crushers/powerscreen-metrotrak-ha/qdsdyiwm.html
74. http://www.utilben.ro/wp-content/uploads/2014/08/Jaw-Metrotrak-HA-Tech-Specs.pdf
75. http://www.powerscreen.com/crushers/jaw-crushers/premiertrak-300-r300/
76. http://www.powerscreensales.com/crushers/jaw-crushers/premiertrak-300/
77. http://www.powerscreenfla.com/used-machinery/2015/5/14/2014-powerscreen-premiertrak-300.html
78. http://www.powerscreen.com/crushers/jaw-crushers/premiertrak-300-r300/
79. http://www.midwestcrushandscreen.com/uploads/7/9/4/2/7942908/premiertrak-300-r300-crusher-brochure-2014.pdf
80. http://www.terex.in/en/cs/groups/webcontent/@web/@mpdealer/documents/web_content/ucm02_071501.pdf
81. http://www.terex.in/en/cs/groups/webcontent/@web/@mpdealer/documents/web_content/ucm02_071501.pdf
82. http://www.mascus.com/construction/used-crushers/powerscreen-premiertrak-400/bt6ndgbh.html

83. http://www.terex.in/en/cs/groups/webcontent/@web/@mpdealer/documents/web_content/ucm02_071501.pdf
84. http://www.terex.in/en/cs/groups/webcontent/@web/@mpdealer/documents/web_content/ucm02_071501.pdf
85. http://www.powerscreen.com/crushers/jaw-crushers/
86. http://www.terex.in/en/cs/groups/webcontent/@web/@mpdealer/documents/web_content/ucm02_071501.pdf
87. http://www.powerscreen.com/crushers/jaw-crushers/
88. http://www.terex.in/en/cs/groups/webcontent/@web/@mpdealer/documents/web_content/ucm02_071501.pdf
89. http://www.powerscreen.com/en/products/2/screening/item/80/powerscreen-h5163r-and-h6203r/
90. https://www.machinio.com/listings/9464417-2012-powerscreen-1000sr-in-eesti-estonia
91. http://csrpower.com.my/details/Powerscreen%201150%20Maxtrak.pdf
92. http://www.terex.in/en/cs/groups/webcontent/@web/@mpdealer/documents/web_content/ucm02_071501.pdf
93. http://www.terex.in/en/cs/groups/webcontent/@web/@mpdealer/documents/web_content/ucm02_071501.pdf
94. http://www.scpm-international-concassage.com/powerscreen/CATALOGUE-1300-MAXTRAK-PEGSON.pdf
95. http://www.terex.in/en/products/new-equipment/materials-processing-powerscreen/powerscreen-crushing-equipment/cone-crusher-range/powerscreen-1300-maxtrak/index.htm
96. http://www.terex.in/en/cs/groups/webcontent/@web/@mpdealer/documents/web_content/ucm02_071501.pdf
97. http://www.terex.in/en/products/new-equipment/materials-processing-powerscreen/powerscreen-crushing-equipment/cone-crusher-range/powerscreen-1500-maxtrak/index.htm
98. http://www.powerscreen.com/crushers/impact-crushers/trakpactor-260-260sr/
99. http://www.powerscreenofcalifornia.com/wp-content/uploads/sites/7/2015/09/Trakpactor-260-Crusher-2015-EN.pdf
100. http://www.terex.in/en/cs/groups/webcontent/@web/@mpdealer/documents/web_content/ucm02_071501.pdf

101. http://www.terex.in/en/cs/groups/webcontent/@web/@mpdealer/documents/web_content/ucm02_071501.pdf
102. http://www.powerscreen.com/crushers/impact-crushers/trakpactor-260-260sr/
103. http://www.terex.in/en/cs/groups/webcontent/@web/@mpdealer/documents/web_content/ucm02_071501.pdf
104. http://www.terex.in/en/cs/groups/webcontent/@web/@mpdealer/documents/web_content/ucm02_071501.pdf
105. http://www.terex.in/en/cs/groups/webcontent/@web/@mpdealer/documents/web_content/ucm02_071501.pdf
106. http://www.terex.in/en/cs/groups/webcontent/@web/@mpdealer/documents/web_content/ucm02_071501.pdf
107. http://www.terex.in/en/cs/groups/webcontent/@web/@mpdealer/documents/web_content/ucm02_071501.pdf
108. http://www.terex.com/evoquip/en/cs/groups/webcontent/@web/@evq/documents/web_content/mdaw/mja1/~edisp/ucm03_205205.pdf
109. http://www.terex.com/evoquip/en/products/crushing/bison-280/index.htm
110. http://www.terex.com/evoquip/en/products/crushing/bison-100/index.htm
111. http://www.terex.com/evoquip/en/products/crushing/bison-120/index.htm
112. http://www.terex.com/evoquip/en/products/crushing/bison-280/index.htm
113. http://www.terex.com/evoquip/en/products/crushing/cobra-260/index.htm
114. http://www.kleemann.info/en/products/mobicone/mco-11-pro/
115. http://www.elliottfrantz.com/new_vehicle_compare.asp?veh1=522291&mfg2=7826&veh2=4682569999999&go2=Go
116. http://www.kleemann.info/en/products/mobirex/mr-110-z-evo-2/
117. http://www.smsequip.com/35-english-category/construction-equipment/crushers/634-kleemann-mr-110-z-evo-2.html
118. http://media.wirtgen-group.com/media/05_kleemann/pdfs/02_prallbrechanlagen/03_mr_110_z_evo_2/Datasheet_kleemann_mr110_EVO_2_en.pdf
119. http://www.kleemann.info/en/products/mobirex/mr-130-z-evo-2/
120. http://psndealer.com/dealersite/images/newvehicles/2014/nv404730_1.pdf
121. http://media.wirtgen-group.com/media/05_kleemann/pdfs/02_prallbrechanlagen/05_mr_130_z_evo_2/Datasheet_kleemann_mr130_EVO_2_en.pdf

122. http://www.kleemann.info/en/products/mobicone/mco-9-s-evo/
123. http://www.kleemann.info/en/news-media/press-releases/article-details.118401.php
124. http://www.kleemann.info/en/products/mobicat/mc-100-r-evo/
125. http://www.kleemann.info/en/products/mobicat/mc-110-r-evo/
126. http://media.wirtgen-group.com/media/05_kleemann/pdfs/01_backenbrechanlagen/03_mc_110_r_evo/Datasheet_kleemann_mc110r_EVO_2014-2_en.pdf
127. http://www.finlay.com.au/product/j-1480-jaw-crusher/
128. http://www.racorappresentanze.it/pdf/TEREX%20FINLAY/E_J-1480_TFBrochure.pdf
129. https://www.alibaba.com/product-detail/Terex-Finlay-J1480-Tracked-Mobile-Jaw_122205102.html
130. http://www.tehnorent.lv/en/jaunaa-tehnika-14149/mobiljnye-rotornye-drobilki-14296/dsb-innocrush-35-14301
131. http://drobilice.com/pages/proizvodi/dsb-innocrush.php
132. http://www.innocrush.com/dsb/modules/used/print.php?id=12
133. http://drobilice.com/pages/proizvodi/dsb-innocrush.php
134. http://www.tehnorent.lv/en/jaunaa-tehnika-14149/mobiljnye-rotornye-drobilki-14296/dsb-innocrush-50-14302
135. http://drobilice.com/pages/proizvodi/dsb-innocrush.php
136. http://www.tehnorent.lv/en/jaunaa-tehnika-14149/mobiljnye-rotornye-drobilki-14296/dsb-innocrush-75-14303
137. http://www.tehnorent.lv/en/jaunaa-tehnika-14149/mobiljnye-schekovye-drobilki-14297/dsb-innocrush-32j-14304
138. http://www.innocrush.com/dsb/UserFiles/file/produktdatenblatt/jawcrusher.pdf
139. http://www.tehnorent.lv/en/jaunaa-tehnika-14149/mobiljnye-schekovye-drobilki-14297/dsb-innocrush-40j-14305
140. http://www.innocrush.com/dsb/UserFiles/file/produktdatenblatt/jawcrusher.pdf
141. http://www.tehnorent.lv/en/jaunaa-tehnika-14149/mobiljnye-schekovye-drobilki-14297/dsb-innocrush-53j-14306
142. http://www.innocrush.com/dsb/UserFiles/file/produktdatenblatt/jawcrusher.pdf