

# Analiza tržišta rabljenih harvesterskih glava

---

**Bačić, Mate**

**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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:717169>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-10**



*Repository / Repozitorij:*

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**

**ŠUMARSKI ODSJEK**

**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ ŠUMARSTVA**

**SMJER: TEHNIKE, TEHNOLOGIJE I MENADŽMENT U ŠUMARSTVU**

**MATE BAČIĆ**

**ANALIZA TRŽIŠTA RABLJENIH HARVESTERSKIH GLAVA**

**DIPLOMSKI RAD**

**ZAGREB, 2016.**

**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**

**ŠUMARSKI ODSJEK**

**ANALIZA TRŽIŠTA RABLJENIH HARVESTERSKIH GLAVA**

**DIPLOMSKI RAD**

Diplomski studij: Šumarstvo, smjer Tehnike, tehnologije i menadžment u šumarstvu

Predmet: Okolišno prihvatljive tehnologije

Ispitno povjerenstvo:

1. Izv. prof. dr. sc. Marijan Šušnjar
2. Prof. dr. sc. Dubravko Horvat
3. Dr. sc. Zdravko Pandur

Student: Mate Bačić

JMBAG: 0068206511

Broj indeksa:

Datum odobrenja teme: 11.04.2016

Datum predaje rada: 09.09. 2016.

Datum obrane rada: 23.09.2016.

**Zagreb, rujan, 2016.**

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Naslov	Analiza tržišta rabljenih harvesterskih glava
Title	Market analysis of used harvester heads
Autor	Mate Bačić
Adresa autora	Punta 22, 53 288 Karlobag
Mjesto izrade	Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	Izv. prof. dr. sc. Marijan Šušnjar
Izradu rada pomogao	Dr. sc. Zdravko Pandur
Godina objave	2016.
Obujam	I-V, 1-26, slike, tablica, navoda literature
Ključne riječi	Harvester, harvesterske glave, tržište, cijena
Key words	Harvester, harvester heads, market, price
Sažetak	<p>Osnovni alat harvestera kao samohodnog stroja čija je namjena obaranje stabala i izrada kratkog drva kraj panja je harvesterska glava. Zbog velikog broja proizvođača, velike ponude rabljenih harvesterskih glava, potrebno je izvršiti analizu tržišta rabljenih harvesterskih glava. Podatci potrebni za analizu će se prikupiti sa web oglasnika. Analiza će se provesti osnovnim statističkim metodama pomoću kojih će se analizirati ovisnost cijene rabljenih harvesterskih glava o njezinim tehničkim karakteristikama i godini proizvodnje.</p>

## KAZALO SADRŽAJA

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA .....	I
KAZALO SADRŽAJA.....	II
KAZALO SLIKA .....	III
KAZALO TABLICA .....	IV
PREDGOVOR .....	V
1. UVOD.....	1
1.1 HARVESTER I HARVESTERSKA GLAVA .....	3
2. CILJ ISTRAŽIVANJA .....	10
3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA .....	11
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA .....	17
5. ZAKLJUČAK .....	22
6. LITERATURA.....	23

## KAZALO SLIKA

Slika 1. Prva sječna glava (izvor: Drushka i Konttinen 1997).....	4
Slika 2. Sastavni dijelovi harvesterske glave (izvor: Uusitalo 2010). ....	6
Slika 3. Harvesterska glava za pridobivanje energetskeg drva (Izvor: Križanić 2013).8	
Slika 4. Harvesterska glava s taktnom tehnologijom (Izvor: Uusitalo 2010). ....	9
Slika 5. Prikaz tretiranja panjeva zaštitnim sredstvima prilikom sječe stabla .....	9
Slika 6. Odnos cijene i godine proizvodnje .....	17
Slika 7. Odnos cijene i broja radnih sati.....	18
Slika 8. Odnos cijene i mase .....	18
Slika 9. Odnos cijene i najvećeg promjera obaranja .....	19
Slika 10. Odnos cijene i promjera kresanja.....	19
Slika 11. Odnos radnih sati o godini proizvodnje. ....	20
Slika 12. Odnos mase i cijene po dobnim klasama .....	21

## KAZALO TABLICA

Tablica 1. Baza podataka rabljenih harvesterkih glava .....	11
---	----

## **PREDGOVOR**

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

*Zahvaljujem mentoru izv. prof. dr. sc. Marijanu Šušnjaru, dr. sc. Zdravku Panduru te Marinu Bačiću mag. ing. silv. na ukazanoj pomoći i savjetima pri izradi ovoga rada.*

*Posebno se zahvaljujem svojoj obitelji što su mi omogućili studiranje i podržavali me u mojim odlukama kao i svojoj djevojci Santi koja mi je svojom podrškom uvelike olakšala studiranje.*

Mate Bačić



## 1. UVOD

Šuma je oduvijek čovjeku pružala mogućnosti za zadovoljavanje osnovnih životnih potreba time što je bila izvor drva za ogrjev i građevni materijal. Sa razvojem društva kroz vrijeme došlo je do povećanja potrebe za drvom što je pobudilo svijest o važnosti očuvanja šumskih ekosustava i održivom gospodarenju šumama. Na osnovu toga razvija se šumarstvo i šumarska znanost sa naglaskom na pojam održivog (potrajnog) gospodarenja ili višenamjenskog gospodarenja. Održivo gospodarenje definirano je kao temeljno načelo planiranja i gospodarenja šumama kojim se nastoji ostvariti trajna ravnoteža između sveukupne proizvodnje biomase i općih koristi od šuma te sveukupnog korištenja, na način da se korištenjem dijela biomase održava trajna proizvodnja svih koristi od šume, obzirom da je šuma obnovljivi prirodni resurs.

Razvojem šumarstva, postupno se razvijaju i tehnike i tehnologije izvođenja šumskih radova odnosno pridobivanja drva. Pridobivanje drva odnosno eksploatacija šuma sastoji se od niza međusobno ovisnih radnji i postupaka koji rezultiraju proizvodnjom oblog drva, a koji prethodno zahtijevaju opsežno planiranje i pripremu. Sječa i izradba kao prva faza pridobivanja drva te transport drva u prošlosti su bili vremenski odvojeni, dok se danas najčešće izvode istovremeno (Krpan 1992).

S obzirom na razinu mehaniziranosti sječe i izradbe drva razlikuju se: ručna sječa i izradba, ručno-strojna sječa i izradba te strojna odnosno mehanizirana sječa i izradba. U hrvatskom šumarstvu sječa i izradba se uglavnom obavljaju ručno-strojnim radom - primjenom motorne pile lančanice za obaranje stabla, kresanje grana, prerezivanje debla u trupce te izradbu prostornog drva.

Strojna sječa i izradba je način pridobivanja drva gdje stroj (harvester) sve postupke sječe i izrade obavlja sam, uz rukovođenje za to osposobljenog radnika. Strojevi za sječu i izradbu drva na našim prostorima su se počeli pojavljivati unatrag nekoliko godina, a radi se o malom broju strojeva u vlasništvu privatnih izvođača šumskih radova. Takvi strojevi također obavljaju i mjerenje drva, što predstavlja značajnu racionalizaciju rada, te da u odnosu na ručno-strojnu sječu i izradu stabala te privlačenje drva zglobnim traktorima vučom drva po tlu, rad harvesterom i

forvarderom spada u okolišno prihvatljivije tehnologije proizvodnje obloga drva (Andersson 1994, Richardson i Makkonen 1994).

Primjena harvesteru u Hrvatskoj ograničena je pretežito sastojinskim prilikama (vrstom drveća i dimenzijama stabala, makro i mikro reljefom) i drugačijim sustavom pridobivanja drva u kojem se provode dodatni radovi doznake stabala, prikrajanja, mjerenja, popisivanja sortimenata; zatim metodama uzgajanja i uređivanja šuma te višim jediničnim troškovima u odnosu na ručno-strojni rad zbog višestruko veće nabavne cijene osnovnog sredstva, nedovoljne količine raspoloživog drva za sječu i izradu koncentriranoga na užem šumskom području i dostatne ponude relativno jeftine radne snage za ručno-strojnu sječu i izradu (Krpan i Poršinsky, 2001). Međutim, obzirom na konstantan razvoj harvesteru navedena tehnička ograničenja sve se više umanjuju, te je zapravo način gospodarenja šumama glavni ograničavajući faktor za široku uporabu harvesteru u hrvatskom šumarstvu.

Harvesteri se kod nas mogu uspješno primijeniti pri proredama i čistim sječama u kulturama četinjača te plantažama brzorastućih vrsta listača, kojih u Hrvatskoj čine svega oko 3% ukupne šumske površine. Na temelju podataka o razvoju hrastovih i bukovih sastojina Bojanin i Krpan (1997) procjenjuju mogućnosti mehanizirane sječe i izradbe drva harvesterom za 54% godišnjeg etata Hrvatske. Međutim, njihovi zaključci doneseni su uzevši u obzir samo debljinu stabala u sastojini kao granični čimbenik uporabe harvesteru. Usporedbom ostalih graničnih čimbenika, poput nagiba terena, područje rada harvesteru u prorednim bjelogoričnim sastojinama bi se dodatno smanjilo. Prema Mellgrenu (1980) i Bergu (1992) potreba uvođenja rada harvesterom u Hrvatskoj najtočnije bi se mogla procijeniti na temelju izlučivanja sastojina pogodnih za njegov rad funkcionalnom razredbom terena.

Temeljna prednost strojne sječe i izradbe drva harvesterom je ta što ona zamjenjuje težak i po život opasan ručno-strojni rad motornom pilom. Osim navedenog, ciljevi mehaniziranja ove sastavnice pridobivanja drva su: povećanje proizvodnosti, smanjivanje troškova proizvodnje, humanizacija rada te izbjegavanje krize ponude radne snage za rad u iskorištavanju šuma (Krpan, 2000).

## 1.1 HARVESTER I HARVESTERSKA GLAVA

Harvesteri su vozila za kretanje po bespuću, čija je osnovna namjena obaranje stabala i izradba kratkog drva kraj panja (Drushka i Konttinen 1997). Kellog i dr. (1993) opisuju harvester kao stroj za sječu, kresanje grana, prevršivanje te trupljenje stabala na mjestu sječe.

Razvoj harvestera započeo je 1957. godine, kada se Rudy Vit uključuje u projekt za razvoj mehaniziranog stroja za sječu stabala koji po prvi puta koristi hidrauliku i pile lančanice. Sječna jedinica koja se sastojala od dvije pile lančanice bila je postavljena na prednji dio motornih saonica Bombardier HDW. Jedna pila je obavljala podrezivanje, dok je druga potpuno odvajala stablo od panja. Posječeno stablo bi se zatim spustilo na nosač na stražnjem dijelu stroja.

Godinu dana kasnije John Pope postavlja hidrauličku sječnu glavu na dozer. Sječna glava bila je slična spomenutoj sječnoj glavi Rudya Vita, međutim nakon sječe, stablo se rotiralo u horizontalan položaj i polagalo u glavu za kresanje grana. Nakon što bi se stablo okresalo, sječnom glavom se obavljalo trupljenje. Glavni nedostatak takvih strojeva bio je taj što su oba morala biti u neposrednoj blizini stabla da bi se ono uspješno oborilo (*drive to tree*).

1959. godine Jack Boyd osmišljava Timberbuncher - bager koji na svojoj hidrauličnoj dizalici ima sječnu glavu sa kliještima i kružnom pilom. Služio je za obaranje i slaganje stabala u hrpe. Značajnost ovog stroja se očituje u primjeni hidraulične dizalice pri strojnoj sječi (*swing to tree*). Ovaj koncept se koristi i u današnjim modernim harvesterima.

Larsonova verzija harvestera iz 1963. godine se sastojala od dozera i hidraulične dizalice na kojoj se nalazila sječna jedinica sa noževima za kresanje grana i hidrauličnim škarama za obaranje stabla. Zbog činjenice da je stroj napravljen za rad sa većim stablima, s vremenom je postao glomazan i neupotrebljiv u šumskim uvjetima.

1959. godine Tom Busch konstruirao Busch combine – harvester izgrađen na šasiji zglobnog traktora. Ovaj stroj je prilikom obaranja morao je prići stablu, a samo obaranje se obavljalo hidrauličnim škarama. Oboreno stablo se zatim spuštalo u prikolicu za kresanje i trupljenje te se se istrupljeni trupci zatim vezali u svežnjeve i

izbacivali na tlo. Busch Combine je bio jeftiniji za proizvodnju i održavanje od gusjeničnih strojeva, posjedovao je solidnu kretnost i mogao se kretati po javnim cestama.

1960-ih godina Koehring – Waterous započinje sa radom na harvesteru koristeći šasiju Dowty forvardera. Ovaj harvester imao je hidrauličnu dizalicu sa hidrauličnim škarama za obaranje stabala, nakon čega bi se stablo okretalo uspravno i spuštalo u procesorsku glavu. Okresani i istrupljeni trupci vezali su se u svežnjeve i izbacivali na tlo.

Prva sječna harvesterska glava proizvedena je u Skandinaviji, hidraulički pogonjena sa dvije oštrice, sa principom rada „velike grickalice“. Ideja o jednozahvatnoj harvesterskoj glavi pojavila se istodobno u Švedskoj i Finskoj 1977. godine. Harvesterska glava Finko u početku je bila namijenjena samo za kresanje grana i prerezivanje, a kasnije je na nju postavljena lančana pila, čime započinje era jednozahvatnih harvestera u Finskoj (Drushka i Konttinen 1997).



**Slika 1.** Prva sječna glava (izvor: Drushka i Konttinen 1997).

Uporabu harvestera pri obaranju stabala većih dimenzija ograničava promjer sječne glave harvestera (Bručić 1997), dok građa stabala listača i reljefne prilike djeluju na smanjenje njegove učinkovitosti (Krpan 2000).

Kod svih sječnih glava uređaj za rezanje (lančana pila, škare, cirkularna pila) hidraulički je pokretan, a njihove osnovne međusobne razlike očituju se u namjeni.

Sječna glava sa škarama namijenjena je pridobivanju drva za energiju koje se naknadno ivera (nema potrebe za kresanjem grana, mjerenjem, odnosno trupljenjem deblvine na određenom mjestu), jednostavna je i jeftinija, te može služiti i kao hvatalo dizalice pa se često ovakve sječne glave ugrađuju na dizalicu forvardera.

Sječna glava sa cirkularnom pilom namijenjena je isključivo rušenju stabala te je kao takva specijalizirana za strojeve za rušenje stabala (feller bunchere).

Postojeće jedno-zahvatne harvesterske glave dijelimo u 3 klase po promjerima i težini (Uusitalo 2010):

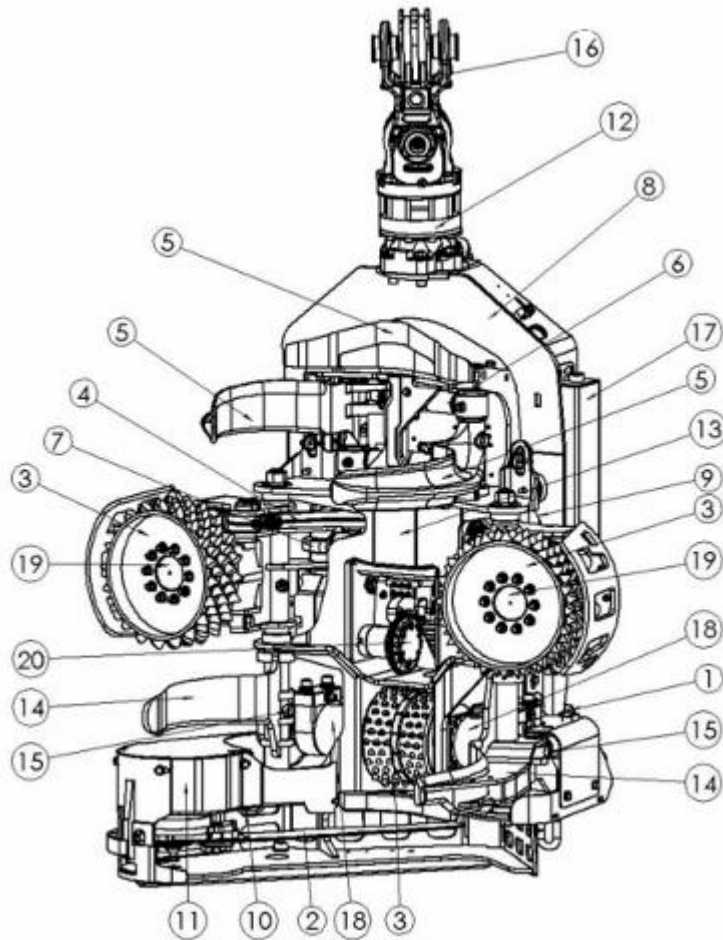
⇒ Lagane (300-600 kg) , harvesterske glave za manje promjere (5-40 cm);

⇒ Srednje (700-1000 kg), višenamjenske harvesterske glave (5-50 cm);

⇒ Teške (1000-1200 kg), harvesterske glave za dovršni sijek (10-60 cm).

Na tržištu su također dostupne i harvesterske glave koje teže i više od 3,5 t, a namijenjene su preradi stabala promjera jednog metra, te su po svojoj strukturi slične harvesterskim glavama koje se prodaju u nordijskim zemljama (Uusitalo 2010).

Harvesterska glava sastoji se od čeličnog okvira na kojem se nalazi uređaj za naginjanje iz vertikalnog u horizontalni položaj, valjci, noževi za kresanje grana, uređaj za piljenje, elektroničke komponente te senzori.



**Slika 2.** Sastavni dijelovi harvesterske glave (izvor: Uusitalo 2010).

Sastavni dijelovi jednozahvatne harvesterske glave su:

1. spremnik ulja za podmazivanje
2. vodilica i lanac
3. valjci za provlačenje
4. poluge valjaka
5. prednji noževi za kresanje grana
6. hidraulični cilindri za prednje noževe
7. hidraulični cilindri za valjke
8. pokretni okvir
9. hidraulični cilindri za pokretni okvir
10. hidraulični cilindri vodilice
11. hidraulični motor za pilu

12. rotator
13. okvir
14. stražnji noževi za kresanje grana (mjerenje promjera)
15. hidraulični cilindri za stražnje noževe za kresanje grana
16. spoj s dizalicom
17. spremnik za boju (kao dodatna oprema)
18. hidraulični cilindri za gornje valjke
19. hidraulični cilindri za donje valjke
20. uređaj za mjerenje duljine

U današnje vrijeme na tržištu se mogu naći novi tipovi harvesterskih glava, tzv. energijske glave koje su namijenjene za pridobivanje energijskog drva, te se od tradicionalnih harvesterskih glava razlikuju po tome što nemaju noževe za kresanje grana ni valjke. Sječa stabala vrši kružnom pilom, pilom lančanicom ili pomoću hidraulički pokretanih sječnih noževa (klijesta). Obzirom da se takve glave uglavnom koriste u proredama, odnosno za sječu stabala manjih promjera, na njih su postavljene prihvatne ruke čija je zadaća privremeno držati posječena stabla dok se ne posječe dovoljan broj kako bi se načinio snop optimalan za utovarnu napravu forvardera ili traktorske ekipaže.



**Slika 3.** Harvesterska glava za pridobivanje energetskeg drva (Izvor: Križanić 2013).

Također se javljaju i harvesterske glave sa taktnom tehnologijom. Kod ovakvih glava gornji dio je opremljen pokretnim krakom na koji su postavljeni noževi za kresanje grana. Nakon sječe stabala, pomični krak se izvlači prema naprijed te tada započinje kresanje grana. Kada se pomični krak izvuče na maksimalnu duljinu noževi za kresanje grana čvrsto prihvate deblo, te tada započinje uvlačenje pomičnog kraka, odnosno privlačenje donjeg dijela harvesterske glave. Kada je pomični krak u potpunosti uvučen završen je jedan radni takt. Kresanje grana se vrši u zahvatima (taktovima) duljine 2 metra. Deblo se može prerezivati pomoću pile lančanice ili pomoću lakših hidraulički pogonjenih kliješta. U usporedbi s harvesterskom glavom opremljenom valjcima, taktna harvesterska glava je sporija, ali njen radni princip je pouzdaniji. Manje oštećuje deblo te je stoga pogodnija za upotrebu u sastojinama listača. Harvesterske glave s taktnom tehnologijom najpogodnije su za upotrebu na lakšim, odnosno strojevima manjih dimenzija.





**Slika 4.** Harvesterska glava s taktnom tehnologijom (Izvor: Uusitalo 2010).

Harvesterska glava može vršiti i špricanje panjeva zaštitnim sredstvima, kada se sječa vrši izvan zimskog perioda, kako bi se spriječio razvoj gljiva razarača drva. Špricanje se vrši nakon što se obavi rez i to pomoću posebnih, za tu svrhu izgrađenih vodilica na koje je postavljena mlaznica ili pomoću mlaznica koje su postavljene na okvir harvesterske glave kod pile lančanice. Otopina se prenosi iz spremnika koji je pričvršćen na okvir stroja kroz crijevo na pilu ili na posebnu mlaznicu. Prskanje se događa automatski.



**Slika 5.** Prikaz tretiranja panjeva zaštitnim sredstvima prilikom sječe stabla

## **2. CILJ ISTRAŽIVANJA**

Zbog velikog broja proizvođača, velike ponude rabljenih harvesterских glava potrebno je izvršiti analizu tržišta rabljenih harvesterских glava. Analiza će se provesti osnovnim statističkim metodama pomoću kojih će se analizirati ovisnost cijene rabljenih harvesterских glava o njenim tehničkim karakteristikama, godini proizvodnje te broju pogonskih sati.

Cilj ovoga diplomskog rada je kroz analizu tržišta rabljenih harvesterских glava doći do zaključaka o mogućnostima uporabe harvestera u hrvatskom šumarstvu obzirom da je jedan od glavnih ograničavajućih čimbenika visoka nabavna cijena samog stroja.

### 3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

Podaci o rabljenim harvesterkim glavama na temelju kojih je provedeno istraživanje su preuzeti sa internetskih baza podataka te web oglasnika prodavača rabljenih strojeva i njihovih dijelova. Izrada baze podataka i statistička obrada je napravljena u programskom paketu Microsoft Excel 2007 na uzorku od 216 rabljenih harvesterkih glava.

Odabrane su sljedeće značajke na temelju kojih će se izvršiti analiza tržišta rabljenih harvesterkih glava:

- Masa (kg)
- Maksimalni promjer obaranja (cm)
- Promjer kresanja (cm)
- Maksimalni promjer trupljenja (cm)
- Godina proizvodnje
- Broj radnih sati
- Cijena bez PDV-a (€)
- Cijena sa PDV-om (€)

**Tablica 1.** Baza podataka rabljenih harvesterkih glava

MODEL	masa (kg)	maksimalni promjer obaranja (cm)	promjer kresanja (cm)	maksimalni promjer trupljenja (cm)	godina proizvodnje	broj radnih sati	cijena bez PDV-a (€)	cijena + PDV (€)
afm 45 I	760	50	35	50				
afm 45	850	50	35	50				
afm 50 I	790	58	40	50				
afm 50	890	58	40	50		3 000	28 648	
AFM 55	1250	65	50	60				
afm60 I	1150	75	50	60				
afm 60	1400	75	50	60				
AFM 60 EUCA	1550	70	50	60				
AFM 75	1950	90	65	65				
AFM 85 Magnum	2000	100	70	75				
AFM 80 Magnum	2400	85	75	70	2014		50 000	60 500
AFM 60 Combi	1500	80	50	60				
50 Combi	825	56	40	50				
AFM 60 FH-felling head	1400	80	60	60				

AFM 55 Husky	1330	65	55	60				
KESLA 16 RH	430	45	33	45				
KESLA 16 RHS	430	45	33	45				
KESLA 18 RH	450	45	33	45	2007	13 500	10 500	13 020
KESLA 18 RHS	445	45	33	45				
KESLA20 RH	570	45	33	45				
KESLA 20 RHS	570	52	33	52				
KESLA 25 RH	790	67	39	67	2011	250	6 700	8 308
KESLA 25RHS	790	56	39	56				
KESLA 28 RH	1280	75	48	75				
KESLA 28 RHS	1280	75	48	75				
KESLA 30 RH	1400	75	48	75				
KESLA 30 RHS	1400	75	48	75				
KESLA 20 SH	520	45	33	45				
KESLA 25 SH	880	67	40	67				
KESLA 560 SH	800	67	39	67				
LOGMAX 928A	407	48	48	48	2001	7 000	8 526	10 657
LOG MAX 3000	750	40		40	2001	7 000	26 642	33 303
LOGMAX 4000B	602	60	40	60	2010	6 500	19 715	24 644
LOGMAX 5000 C	924	66	51	66				
LOGMAX 7000 B	1573	73	70	73	2010	7000	28 774	35 967
LOGMAX 9000 B	1657	69	71	69	2013	3 000	32 000	38 080
LOGMAX 5000D	891	75	54	75				
LOGMAX 6000B	1299	82	62	82	2014		91 525	108 000
LOGMAX 6000 TWIN	1504	82	82	82				
LOGMAX 7000C	1619	90	70	90				
LOGMAX 7000XT	2078	90	90	90				
LOGMAX 10000XT	2800	101,5	101,5	101,5				
LOGMAX 12000XT	4220	114	82	114				
LOGMAX 9000	1652	80	70	80	2006	8 000	25 000	29 750
LOGMAX E6	1569	75	75	75				
PONSSE HW 60	1000	64	60	64				
PONSSE H 73 E	1150	72	70	72	2008		22 000	27 280
PONSSE H53	900	52	55	52				
PONSSE H60	900	64	60	64				
PONSSE H60 BW	970	64	60	64		4000		
PONSSE H60 E	940	64	60	64	2007	12 200	18 000	22 320
PONSSE H6	1050	64	64	64				
PONSSE H7	1250	72	72	72		2800		
PONSSE H7 EUCA	1250	64	64	64				
PONSSE H8	1400	76	76	76				
PONSSE H5	950	53	53	53				
PRENTICE PE-41	895	55	55	55				
PRENTICE PE-42	973	55	55	55				

PRENTICE PE-44	1378	65	65	65				
PRENTICE PE-50	1458	85	85	85				
PRENTICE PD -46	1497	56	56	56				
PRENTICE PD 57	1905	66	66	66				
PRENTICE PF-48	2100	61	61	61				
SILVATEC 235 MD 35	600	45	35	45				
SILVATEC 335 MD 40	700	50	40	50				
SILVATEC 445 MD 50	1024	55	50	55	1997		3 014	3 764
SILVATEC 665 MD 70	1850	80	70	80				
SILVATEC 450	1024	55	55	55				
SILVATEC 560	1350	63,5	63,5	63,5				
SP451					2010	4 400	19 327	24 159
SP 451 LF	640	53	53	53	2010	7 000	11 811	14 764
SP 561 LF	980	60	60	60	2012		55 398	68 140
SP 591 LX	1800	60	60	60				
SP 551 LF	940	60	43	60				
SP 751 LF	1950	90	54	90				
SP 761 LF	1950	90	54	90	2014		72 160	85 149
SP 401 EH	690	63	63	63				
PATU 355 RH	335	40	30	40				
PATU 405RH	480	45	40	45				
PATU 505 RH	710	65	55	65				
PATU 410 SH	480	45	40	40				
PATU 560 SH	800	60	50	50				
timberjack 758 HD	1327	59	59	59				
timberjackH 762 C	871	55	55	55				
timberjackH742					2004	7 000	5 000	6 050
timberjack 745	1378	65	65	65				
CATERPILLAR PE- 44	710	50	43	45				
CATERPILLAR HH 45	950	55	53	55				
CAT HH 55	1000	65	53	65				
CAT HH 65	1460	75	58	65				
CAT HH 75	300	35	35	35	2000		5500	
TUFAB	950	57	40	57				
JDEERE H752 HD	733	47	40	47				
john deereH412	1240	71	46	71	2009	9 000	12 000	14 400
john deereH480 C	1030	62	43	62	2010	6 000	28 000	33 880
John Deere H414	780	62	40	62				
John Deere 745	820	62	40	62	2007	2 000	31 500	39 060
John DeereH754	1140	72	40	72	2011	950	36 500	45 260
John DeereH754	1140	72	40	72	2006		9 500	11 495
John Deere758 HD	1200	72	40	72				
John DeereH480	700	47	35	47				
John Deere H742	930	57	41	57		5 000		

John Deere H752	1270	65	43	65	2005	10800	16 900	20 111
John Deere 762 C	1310	65	46	65				
John Deere H270	1850	75	75	75				
John Deere H290	839	42	42	42				
HAHN HSG-140	929	46	46	46				
HAHN HSG-160	295	34	34	34				
NISULA 325 H	410	42,5	42,5	42,5				
NISULA 425 H	740	42,5	42,5	42,5	2015	0	27 365	33 659
NISULA 500H	425	42,5	42,5	42,5				
NISULA 425 C	750	35	35	35				
NISULA 500 C	960	60	40	60				
KOMATSU 350.1	1245	65	50	65	2007	7 000	14 493	18 117
KOMATSU 360.2	1200	65	47	65				
KOMATSU 365	760	53	35	53				
KOMATSU 340	1470	70	50	70				
KOMATSU 370.2	1600	70	50	70				
KOMATSU 370 E	1950	70	50	70				
KOMATSU 378	1850	65	42,5	65				
KOMATSU 378 E	2875	78	63	78				
KOMATSU 398	390	37	32	37				13 090
KETO 51	460	37	32	37				
KETO 51 Victor	510	37	32	37				
KETO 55 Supreme	495	37	32	37				27 122
KETO 51 LD	620	45	32	45	2007	6 000	9 500	11 780
KETO 100	685	45	40	45				
KETO 100 Supreme	1040	55	45	55	2011		34 700	43 028
KETO 150 LD	1040	55	45	55				
KETO 150 HD	810	55	45	55				
KETO 150 supreme	825	55	45	55				
KETO 150 Supreme Ecotilt	1080	60	60	60				
KETO 500 HS	1450	60	60	60				
KETO 500 HD	1500	70	70	70				
KETO 600 TS	2450	102	86	102				
KETO 825 TS	297	30	25	30				
KETO Forst Ecotilt	680	45	40	45				
KETO 100 LD	489	37	32	37	2011	2 500	12 500	
KETO 51 Supreme Ecotilt	710	45	40	45				
KETO 100 Eco Processor	650	37	32	37				
KETO 100 Syke	2500	90	85	90				
KETO 1000	1090	65	50	50				35 030
KONRAD WOODY H 50	1350	75	60	60				
KONRAD WOODY H 60	700	45	40	45				
LOGSET 4M Hamster	980	55	55	55				

LOGSET 5M	1000	65	55	65				
LOGSET 6M	1000	54	40	54				
LOGSET 5L	1100	65	45	65				
LOGSET 6L	1080	65	60	65				
LOGSET 7L	1300	65	60	65	2011	2 000	12 863	15 178
LOGSET 7X	1150	75	68	75				
LOGSET 8L	1370	75	68	75				
LOGSET 8X	3700	80	80	80				
SATCO 325 PROCESSOR	2800	75	75	75				
SATCO 223 PROCESSOR	330	35	35	35				
TAPIO 280	450	45	45	45				
TAPIO400	470	45	45	45				
TAPIO 400 EXS	550	55	55	55				
TAPIO 600 EXS	280	35	30	35				
TAPIO 250	510	55	45	45				
TAPIO 600	1325	65	60	65				
TIGERCAT 650	2315	70	70	70				
TIGERCAT TH 575	1275	63	53	53				
VALMET 360.2	695	48	32	48				
VALMET 330.2 Duo	960	60	60	60				
VALMET 350.1	1245	65	50	65	2008	9 800	9 165	11 456
VALMET 360.2	1470	70	50	70				
VALMET 370.2	1600	70	50	70	2008	8 000	18 650	23 312
VALMET 370 E	490	46	40	46				
ROTTNE EGS 402	1100	65	60	65				
ROTTNE EGS 590	1500	75	70	75				
ROTTNE EGS 700	480	45	40	45				
ROTTNE EGS 405	925	55	42	55	2010		8 900	
VIKING 525.3	925	65	42	65				
VIKING 625.3	1200	75	53	75				
VIKING 650.3	1200	63	63	63				
VIKING 630	890	52	52	52				
VIKING 520	680	47	35	47				
WARATAH HTH2 40	965	57	41	57				
WARATAH HTH2 50 HD	1205	65	48	65				
WARATAH H270	1850	75	51	75				
WARATAH H290	780	62	40	62				
WARATAH HTH450	870	62	40	62				
WARATAH HTH460	1080	71	48	71				
WARATAH HTH470 HD	1250	71	48	71	2004		14 613	
WARATAH H480	1550	50	52	50				
WARATAH HTH616	2120	76	64	76				
WARATAH HTH622 B	3386	75	76	75	2012	4 000	98 363	116 063
WARATAH HTH624 C	2150	70	70	70				

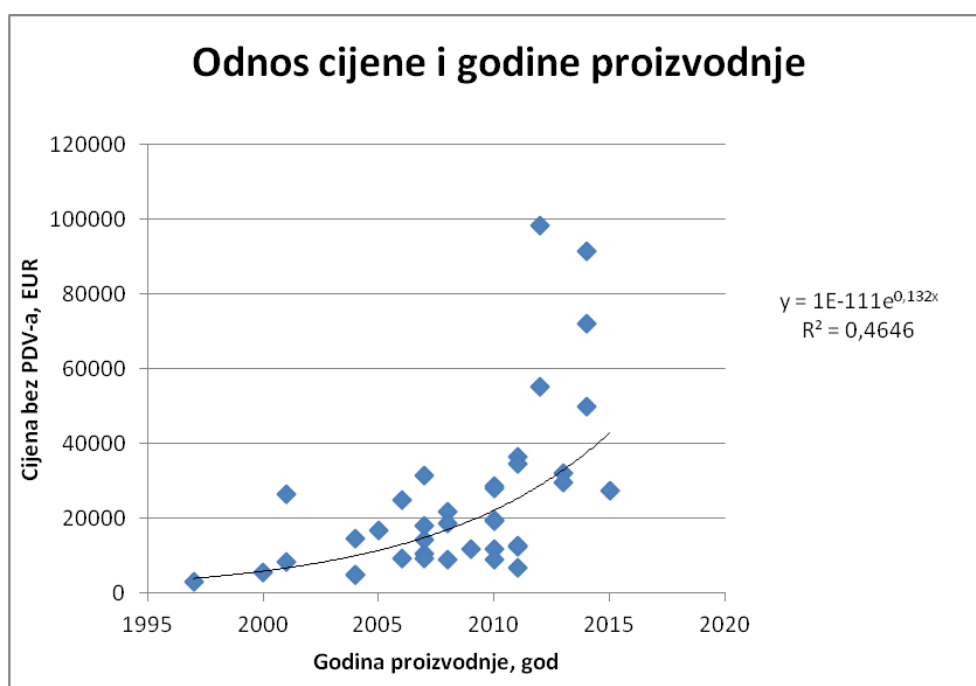
WARATAH HTH 620	2260	70	70	70				
WARATAH HTH 622	3140	74	74	74				
WARATAH HTH 624	4480	76	76	76				
WARATAH HTH 626	1905	47	47	47				
WARATAH HTH 245	470	30	30	30				
MAIPU 300 L	530	30	30	30				
MAIPU 300 E	600	30	30	30				
MAIPU 300 ES	2714	65	66	66				
DENHARCO 650	680	46	53	53				
LAKO 450	1102	56	43	63,5				
LAKO 550	1451	66	53	68,5				
LAKO 650	1551	68,5	53	76,2				
LAKO 750	2857	101	30	86,3				
LAKO 850	3039	101	30	96,5				
LAKO 950	680	45	50	53				
LAKO PREMIO 450	1100	55	50	63				
LAKO PREMIO 550	1450	65	50	70				
LAKO PREMIO650	1550	70	50	78	2013	800	29 500	35 105
LAKO PREMIO 750	2041	51	61	51				
PIERCE PACIFIC PTH 20	2954	61	76	61				
PIERCE PACIFIC PTH 24	1406	56	56	56				
FABTEK FT 180	1905	66	66	66				
FABTEK FT 240	2948	72	72	72				
RISLEY Rolly	3628	76	76	76				
RISLEY Sidewinter	3965	66	66	66				
HORNET 825	2948	61	61	61				



## 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

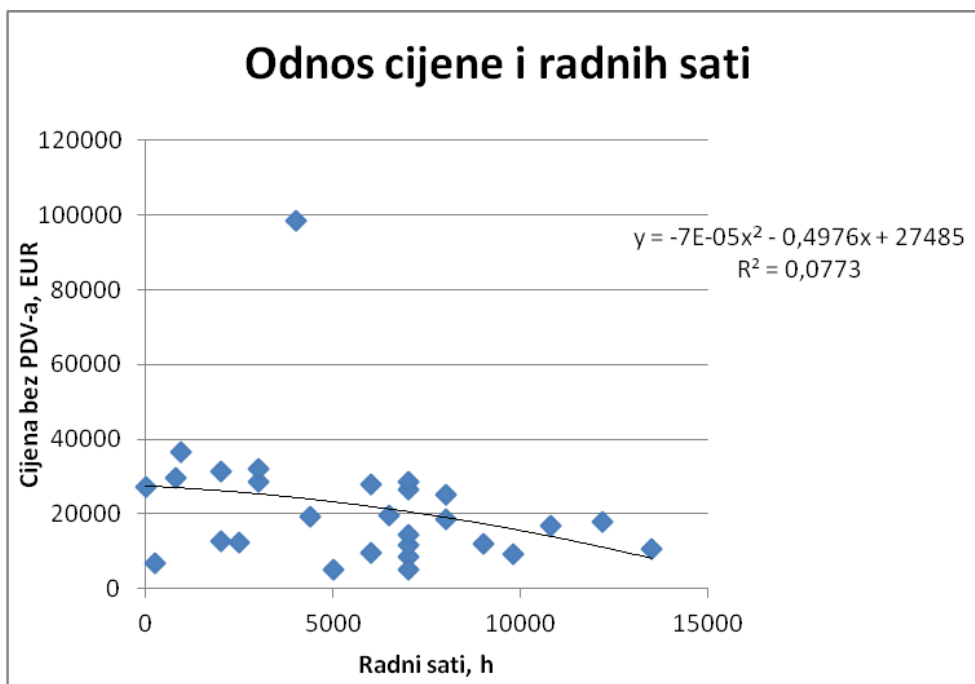
Analizom su utvrđene ovisnosti između pojedinih tehničkih karakteristika i prikupljenih podataka. Odabrano je deset značajki harvesterskih glava te je analizirana ovisnost cijene rabljenih harvesterskih glava o njima.

Na slici 6. prikazan je odnos cijene rabljenih harvesterskih glava i godine njihove proizvodnje. Vidljivo je da novija godina proizvodnje utječe na porast cijene. Razlog toga je očuvanost i kraće vrijeme upotrebe, kao i mogući kvalitetniji materijali korišteni u izradi.



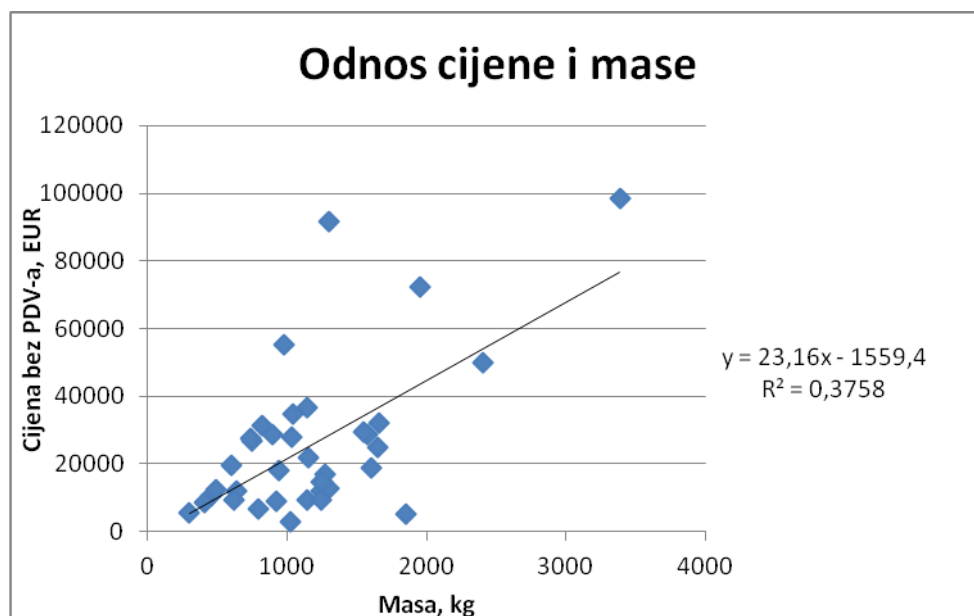
**Slika 6.** Odnos cijene i godine proizvodnje

Na slici 7. prikazan je odnos cijene rabljenih harvesterskih glava i broja radnih sati. Vidljivo je da porastom broja radnih sati, cijena rabljenih harvesterskih glava pada. Povećanje broja radnih sati dovodi do bržeg zamora materijala te do čestog i skupog održavanja te su dobiveni rezultati očekivani. Na dijagramu je vidljivo odstupanje u cijeni harvesterske glave Waratah HTH622 B, a razlog vrlo visoke cijene u odnosu na ostale harvesterske glave je u njenoj masi koja iznosi 3386 kg i mogućnosti sječe stabala promjera do 75 cm što ju izdvaja od ostalih harvesterskih glava u bazi podataka.



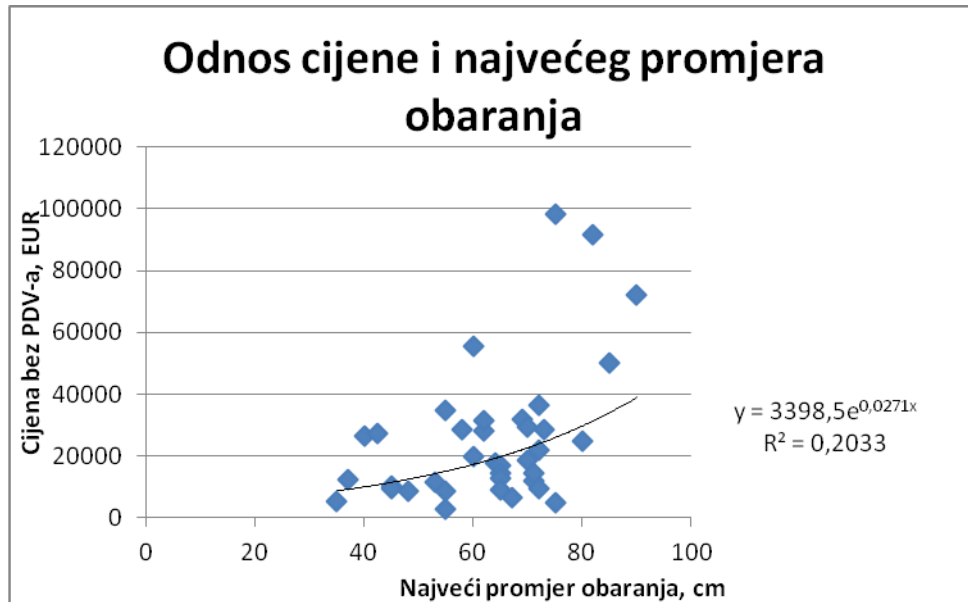
**Slika 7.** Odnos cijene i broja radnih sati

Na slici 8. prikazan je odnos cijene rabljenih harvesterских glava i mase. Vidljivo je kako cijena raste sa povećanjem mase. Razlog tomu je utrošak više materijala, koji je čvršći te kvalitetniji.



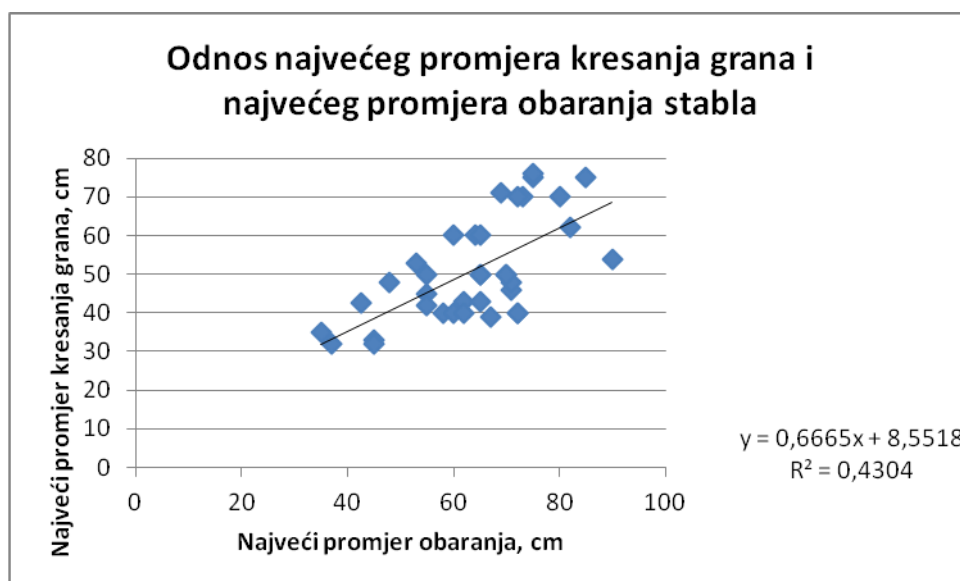
**Slika 8.** Odnos cijene i mase

Na slici 9. prikazan je odnos cijene rabljenih harvesterskih glava i maksimalnog promjera obaranja. Kao i kod promjera trupljenja vidljiv je porast cijene sa povećanjem promjera obaranja. Viša cijena se podrazumijeva iz razloga što takve glave imaju veću težinu, veći utrošak materijala kao i veću produktivnost.



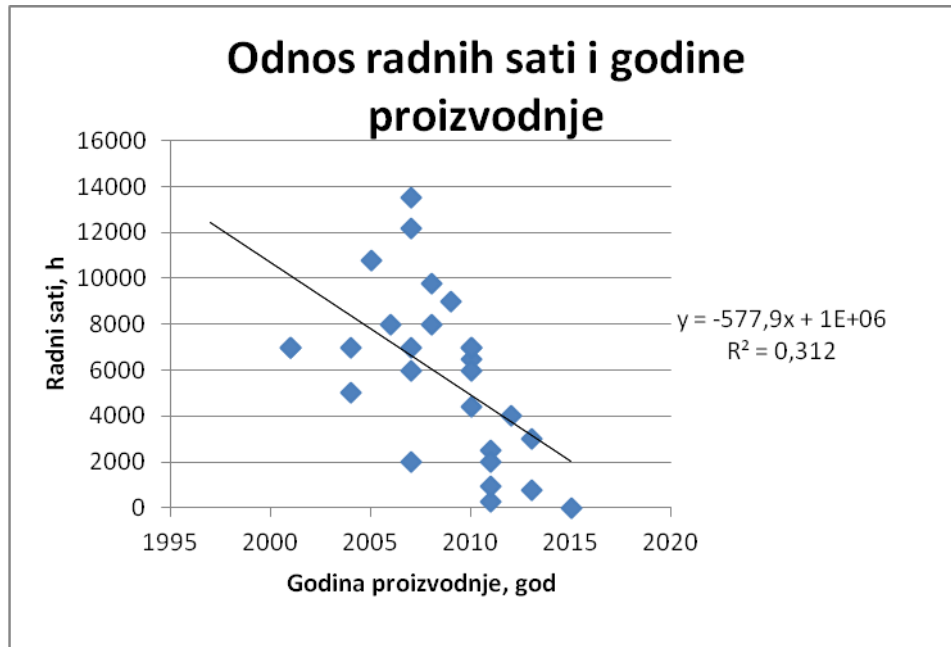
**Slika 9.** Odnos cijene i najvećeg promjera obaranja

Na slici 10. prikazan je odnos cijene i promjera kresanja. Iz dobivenih rezultata je vidljivo da cijena raste sa povećanjem promjera kresanja. Uvidom u prethodne omjere (maksimalnog promjera obaranja i trupljenja), rezultati su očekivani.



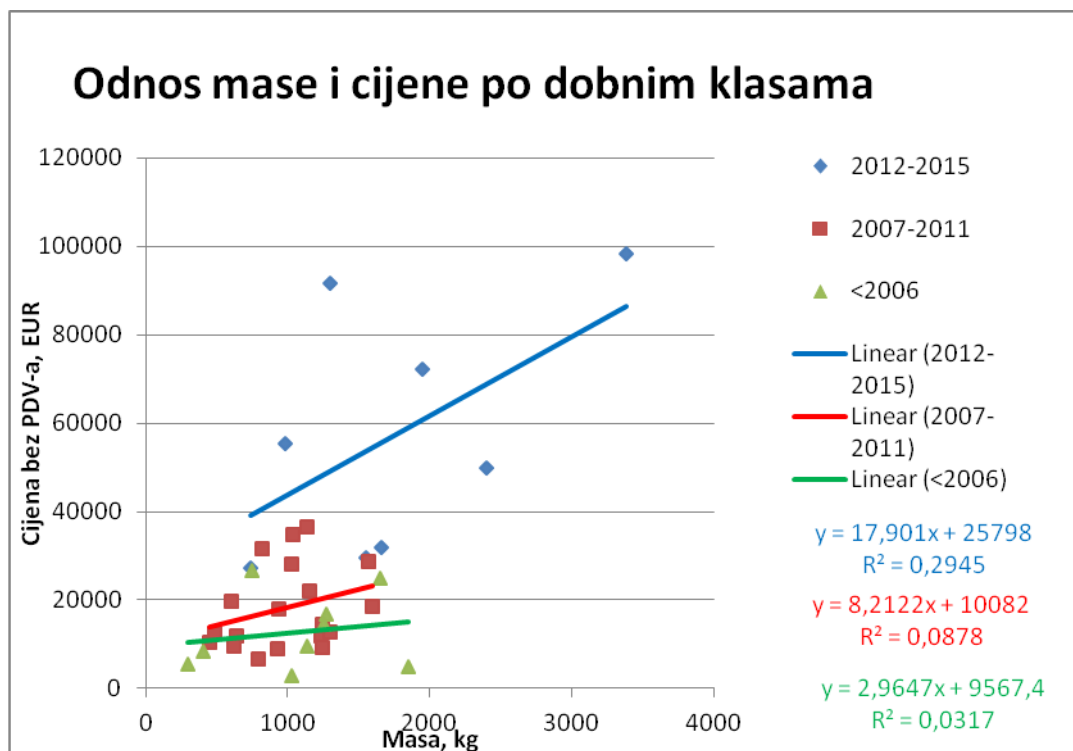
**Slika 10.** Odnos cijene i promjera kresanja

Slika 11. prikazuje ovisnost radnih sati o godini proizvodnje harvesterskih glava. Podaci su izjednačeni pravcem gdje se može uočiti da novije harvesterske glave imaju manji broj radnih sati.



**Slika 11.** Odnos radnih sati o godini proizvodnje.

Na slici 12. prikazan je odnos mase i cijene po dobnim klasama. Napravljena je usporedba i podjela na tri kategorije, što je i vidljivo (slika 12.). Dobiveni rezultati jasno prikazuju kako novije harvesterske glave imaju veću masu, samim tim i višu cijenu.



**Slika 12.** Odnos mase i cijene po dobnim klasama

## 5. ZAKLJUČAK

Analizom tržišta rabljenih harvesterskih glava utvrđeno je da pojedine tehničke značajke utječu na kretanje njihove cijene.

- Utvrđeno je da broj pogonskih sati i godina proizvodnje značajno utječu na kretanje cijene. Cijena harvesterskih glava opada sa njenom starošću, iz jednostavnog razloga što se sa svakom godinom dio njezine vrijednosti otpisuje. Posljedično s tim uviđam da novije harvesterske glave postižu veću vrijednost na tržištu. Također je uočljivo da harvesterske glave sa manjim brojem pogonskih sati postižu veće cijene. Uporabom harvesterskih glava troše se njezini dijelovi koji su skloni habanju, dolazi do zamora materijala te su potrebni servisi da bi se harvesterska glava održala u operativnoj funkciji. Pogonski sati su dobar pokazatelj koliko je vremena preostalo do idućeg servisa što svakako utječe na krajnju cijenu harvesterske glave.
- Utvrđeno je da promjer obaranja i promjer trupljenja također utječu na porast cijene. Harvesterske glave sa većim promjerom obaranja i trupljenja su konstruirane za rad u starijim šumama, tj. rad sa stablima većeg promjera. Uzevši u obzir zakon obujma komada takve harvesterske glave imaju veću proizvodnost te je njihova veća tržišna cijena opravdana. Također treba uzeti u obzir veći utrošak materijala pri proizvodnji takvih glava koji moraju biti čvršći da bi podnijeli opterećenja koja se javljaju pri radu sa stablima većeg promjera. Potrebno vrijeme za proizvodnju takvih harvesterskih glava je također veće, stoga se može zaključiti da je vrijeme potrebno za proizvodnju također važan parametar koji uvjetuje tržišnu vrijednost takvih harvesterskih glava.
- Utvrđeno je da masa značajno utječe na porast cijene. Pri proizvodnji harvesterskih glava veće mase veći je utrošak materijala i vremena proizvodnje. Također se može zaključiti da takve glave imaju veću proizvodnost jer su konstruirane za rad sa stablima većeg promjera. Uzevši u obzir navedeno veća tržišna cijena harvesterskih glava sa većom masom je opravdana.

## 6. LITERATURA

1. Andersson, B., 1994: Cut-to-length and tree-length harvesting systems in central Alberta: a comparison. For. Eng. Res. Inst. Can. (FERIC), Pointe-Claire, Que. Tech. Rep. TR-108. 1-32.
2. Bačić, M., 2015: Smjernice razvoja harvesteri. Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1-39.
3. Berg, S., 1992: Terrain Classification System Forestry Work. Forest Operations Institute „Skogsarbeten“, 1-28.
4. Bojanin, S., Krpan A. P. B., 1997: Möglichkeit der Hoch- und Vollmechanisierung der Einschlagsarbeiten, und Mechanisierung des Holzurückens in Wäldern Kroatiens. Šumarski list 121 (7-8): 135-150.
5. Bručić, G. , 1997: Morfološka prosudba nekih značajki harvesterikih glava. Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1-31.
6. Drushka, K., Konttinen, H., 1997: Tracks in the Forest – The Evolution of Logging Machinery. Timberjack Group Oy, Helsinki, Finland, 1-254.
7. Granić, L., 2013: Morfološka raščlamba harvesterikih glava. Diplomski rad, Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 1-24.
8. Kellog, L. D., Bettinger, P., Studier, D., 1993: Terminology of Ground Based Mechanized Logging in the Pacific Northwest. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis. Research Contribution 1, 1-12.
9. Križanić, I., 2013: Morfološka raščlamba harvesterikih glava. Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1-37.
10. Krpan, A. P. B, 1992: Iskorišćivanje šuma (Forest exploitation). Monografija „Šume u Hrvatskoj“, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i „Hrvatske šume“ p.o. Zagreb, 153 – 170. 16. Krpan, A. P . B , 2000: Mogućnosti primjene vrhunskih tehnologija pri iskorištavanju šuma u Hrvatskoj (Possibilities of implementation of high technologies in forest harvesting in Croatia). Znanstveni skup „Vrhunske tehnologije u uporabi šuma“,Zagreb, 11.travnja 2000., HAZU, Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo, 45-63.
11. Krpan, A. P. B., 2000: Mogućnosti primjene vrhunskih tehnologija pri iskorištavanju šuma u Hrvatskoj (Possibilities of implementation of high technologies in forest harvesting in Croatia). Znanstveni skup „Vrhunske

- tehnologije u uporabi šuma“, Zagreb, 11. travnja 2000., HAZU, Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo, 45-63.
12. Krpan, A. P. B., Poršinsky T., 2001: Harvester Timberjack 1070 u Hrvatskoj. Šumarski list, 125 (11-12): 619-624.
  13. Mellgren, P. G., 1980: Terrain Classification for Canadian Forestry. Canadian Pulp and Paper Association, 1-13.
  14. Pervan, M., 2015: Smjernice razvoja harvesterskih glava. Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1-29.
  15. Richardson, R., Makkonen I., 1994: The performance of cut-to-length systems in eastern Canada. For. Eng. Res. Inst. Can. (FERIC), Pointe-Claire, Que. Tech. Rep. TR-109. 1-16.
  16. Štimac, I., 2015: Analiza tržišta rabljenih skidera. Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1-27.
  17. Uusitalo, J., 2010: Introduction to Forest Operations and Technology. JVP Forest Systems Oy and Jori Uusitalo, Hameenlinna, 166-171.