Analiza primjene vatrogasnih vozila na šumskim protupožarnim cestama

Sever, Zoran

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:108:718240

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

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

ŠUMARSKI ODSJEK

SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ

TEHNIKE, TEHNOLOGIJE I MENADŽMENT U ŠUMARSTVU

ZORAN SEVER

ANALIZA PRIMJENE VATROGASNIH VOZILA NA PROTUPOŽARNIM CESTAMA

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2016.

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

ŠUMARSKI ODSJEK

ANALIZA PRIMJENE VATROGASNIH VOZILA NA PROTUPOŽARNIM CESTAMA

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. Kruno Lepoglavec

Student: Zoran Sever

JMBAG: 0068205946

Broj indeksa: 547/14

Datum odobrenja teme: 20.04.2016.

Datum predaje rada: 19.09.2016.

Datum obrane rada: 23.09.2016.

Zagreb, rujan, 2016.

Dokumentacijska kartica

Naslov	Analiza primjene vatrogasnih vozila na protupožarnim cestama
Title	Analysis of fire-fighting vehicles application on forest fire roads
Autor	Sever Zoran
Adresa autora	Sladojevački lug 22, 33520 Slatina
Mjesto izrade	Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	Doc.dr.sc. Hrvoje Nevečerel
Izradu rada pomogao	Dr. sc. Kruno Lepoglavec
Godina objave	2016. godina
Obujam	I – VI + 39 + 3 tablice + 21 slia + 73 navoda literature
Ključne riječi	Vatrogasna vozila,protupožarne ceste
Key words	Fire trucks, fire roads
Sažetak	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 poznatim metodama. Vatrogasna vozila su mehanizirano sredstvo koje vatrogasci koriste prvenstveno za gašenje požara, ali i ostale intervencije. U ovome je radu prikazan razvoj vatrogasnih vozila, a na temelju istraživanja izabranih geometrijskih, masenih i drugih veličina utvrđeno je trenutačno stanje te mogući tijek razvoja.

SADRŽAJ

Dokumentacijska kartica

Sadržaj

Popis slika

Popis tablica

Predgovor

1. UVOD **1**

1.1. Šumska protupožarna infrastruktura **2**

1.2. Šumska vatrogasna vozila **5**

1.2.1. Karakteristike šumskoga vatrogasnoga vozila 9

1.3. Primjer jedne od modernijih metoda samozaštite vatrogasnih vozila- Unimog metoda samozastite vatrogasnih vozila **14**

1.3.1. Prednosti Unimog-a za borbu protiv šumskih požara na jednom mjestu 18

1.3.2. Korištenje Unimog-a pri gašenju požara u Hrvatskoj 18

2. CILJ ISTRAŽIVANJA **20**

3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA **21**

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA **28**

4.1. Ovisnost pojedinih morfoloških značajki vatrogasnih vozila o masi vozila **28**

4.2. Ovisnost pojedinih morfoloških značajki vatrogasnih vozila o godini proizvodnje **33**

4.3. Ovisnost pojedinih morfoloških značajki vatrogasnih vozila o snazi motora **34**

5. ZAKLJUČAK **35**

6. LITERATURA **36**

Popis slika

Slika 1. Protupožarna prometnica

Slika 2. Protupožarna prometnica koja je ispunila zadaću paljenja protuvatre

Slika 3. Protupožarna prosjeka

Slika 4. Vatrogasni kamion za gašenje šumskih požara s kabinom za četiri člana posade

Slika 5. Vatrogasna vozila i ugrađena oprema

Slika 6. Zaštita kabine vatrogasnoga vozila

Slika 7. Unimog U400 za gašenje šumskih požara

Slika 8. Shema savladavanja terena Unimog metodom samozaštite

Slika 9. Unimog na intervenciji gašenja šumskoga požara

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

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

Slika 12. Ovisnost veličine spremnika za vodu (l) o masi vozila (kg)

Slika 13. Ovisnost duljine vozila (cm) o masi vozila (kg)

Slika 14. Ovisnost širine vozila (cm) o masi vozila (kg)

Slika 15. Ovisnost međuosovinskog razmaka (cm) o masi vozila (kg)

Slika 16. Ovisnost veličine spremnika (IVECO) za vodu (l) o masi vozila (kg)

Slika 17. Ovisnost veličine spremnika (MAN) za vodu (l) o masi vozila (kg)

Slika 18. Ovisnost veličine spremnika (MERCEDES) za vodu (l) o masi vozila (kg)

Slika 19. Ovisnost veličine spremnika (VOLVO) za vodu (l) o masi vozila (kg)

Slika 20. Ovisnost snage motora (kW) o godini proizvodnje

Slika 21. Ovisnost veličine spremnika za vodu (l) o snazi motora (kW)

Popis tablica

Tablica 1. Prikaz podjele vatrogasnih vozila s obzirom na ukupnu masu vozila

Tablica 2. Prikaz minimalnih terenskih sposobnosti pri ukupnoj masi vozila

Tablica 3. Vatrogasna vozila i njihove značajke

PREDGOVOR

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

Ovim putem se posebno zahvaljujem mentoru doc.dr.sc. Hrvoju Nevečerelu na ukazanom povjerenju, trudu, iznimnoj stručnoj pomoći i savjetima tijekom izrade diplomskoga rada.

Neizmjerno se zahvaljujem roditeljima i braći, na podršci, razumijevanju i strpljenju tijekom studija, te što su mi omogućili studiranje.

Zoran Sever

1. UVOD

Područje sredozemnog dijela Hrvatske oduvijek je bilo ugroženo od šumskih požara, zbog klimatskih prilika ali i neodgovornog djelovanja čovjeka na okoliš. Požari su, uz nekontrolirane sječe, ispašu i brst, jedan od glavnih razloga nestajanja šuma na Mediteranu (Franulović, 2014) .

Mjere zaštite od požara 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. Svakako je cilj svakog dobrog gospodara šume da spriječi nastajanje požara pravilnim gospodarenjem i čuvanjem šume. 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 (Franulović, 2014) .

U Hrvatskoj se u praksi projektiraju protupožarne prosjeke s elementima šumske ceste, a predstavljaju prosječeni 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. Ovaj tip prometnica spada u jednostavne građevine čija izrada ne treba prethodno dobivanje lokacijske dozvole, ali je potrebno da su prometnice planirane programom gospodarenje za tu gospodarsku jedinicu. Samo održavanje ne treba biti planirano programom gospodarenja već se izvodi prema stanju na terenu, a radovi se planiraju godišnjim planom. Kvaliteta i trajnost protupožarnih prometnica postiže se pravilnim održavanjem, a kod prometnica s manje kvalitetnom kolničkom konstrukcijom i zabranom prometovanja. 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. Održavanje se izvodi metodama popravka krpanjem, razastiranjem ili poravnavanjem kolnika. Pri izgradnji i održavanju protupožarnih prometnica koriste se razni građevinski strojevi u kombinaciji s pokretnim drobilicama kamena. Važnost

protupožarnih prometnica je neupitna za održivost mediteranskih šumskih predjela (Franulović, 2014) .

1.1. Šumska protupožarna infrastruktura

Šumske protupožarne ceste su šumske ceste koje su primarno projektirane i izgrađene s namjenom da obavljaju prevenciju od šumskog požara, a u slučaju nastanka požara moraju omogućiti što povoljnije uvjete za njegovo suzbijanje. To su šumske ceste koje ne nose naziv gospodarske šumske ceste, iz razloga što 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).



Slika 1. Primarna protupožarna prometnica

Osnovne zadaće koje šumske protupožarne ceste trebaju ispuniti (Ilisić, 2009) su sljedeće:

- obavljanje službe patroliranja prema planu zaštite šuma od požara,

- u slučaju izbijanja požara šumska protupožarna cesta, ukoliko je propisno održavana, služi kao neprelazni vatrobrani pojas,

- vrlo često predstavlja granicu odjela te ukoliko je šumska protupožarna cesta izgrađena u kombinaciji s protupožarnim prosjekama koje se protežu okomito na nju, često čini vanjsku granicu područja izvan kojega se šumski požar ne može dalje širiti,
- pruža mogućnost dolaska vatrogasnih interventnih vozila na mjesto začetka požara u kraćem vremenskom intervalu, kao i brže naknadno dovoženje vode,

- omogućuje prometovanje vozilima hitne pomoći te vozilima za prijevoz ljudi i opreme,

- služi kao idealno mjesto gdje će vatrogasne postrojbe sačekati nadolazeću vatrenu stihiju,

- predstavlja mjesta do kojih se vatra širi kod lokaliziranja požara metodom paljenja predvatre, odnosno mjesto odakle požare suzbijamo taktikom paljenja protuvatre.



Slika 2. Prometnica koja je ispunila zadaću paljenja protuvatre

Protupožarna cesta, naravno, obnaša i ostale funkcije koje su propisane Osnovom gospodarenja za neko šumsko područje, a koje se pri gospodarenju šumama javljaju, tako da ove ceste s punim pravom možemo nazvati višefunkcionalnim šumskim cestama (Pičman i dr., 1996).

Kod šumske protupožarne ceste ne govorimo o srednjoj udaljenosti privlačenja (Pičman i dr, 1998), jer krške šume većim dijelom nisu gospodarski isplative, već uvodimo veličinu srednje udaljenosti pristupa ugroženoj površini koja može biti geometrijska, odnosno stvarna, ukoliko je korigirana s čimbenikom nagiba terena i čimbenikom horizontalnog zaobilaženja. Osim navedenih primarnih zadaća, šumske protupožarne ceste služe kao transportni sustav prijevoza drveta, za prijevoz ljudi do

šumskih radilišta, za uzgojne, uređivačke, zaštitne, lovne i ostale radove u šumarstvu.

Kao jednu od najučinkovitijih preventivnih mjera koja se provodi, svakako je izgradnja protupožarnih prosjeka s elementima šumskih cesta. Za takav oblik izgradnje protupožarnih prosjeka Hrvatske šume d.o.o. odlučile su se zbog činjenice što su se protupožarne prosjeke bez tih elemenata u pravilu pokazale neupotrebljivim, a ponekad čak i štetnim, posebno na priobalnom i otočnom području. Zbog konfiguracije terena, te prosjeke nisu uređene za kretanje vozila i bitno ne olakšavaju pristup šumi. Osim toga, one su vrlo često obrasle travom i drugim niskim raslinjem, zbog čega čak i na njima požar može nastati i širiti se prema okolnoj šumi. Zbog toga su na mediteranskom području jedino djelotvorne protupožarne prosjeke s elementima šumskih cesta kojima vatrogasna vozila, ljudstvo i ostala potrebna tehnička sredstva mogu doći na mjesto požara.



Slika 3. Protupožarna prosjeka

Uz izgradnju protupožarnih prosjeka (Jurjević i dr., 2009) s elementima šumskih cesta, velika pozornost posvećuje se motrenju i dojavi požara. Osnovna zadaća uspostavljenog sustava otkrivanja i dojave požara je što prije otkriti požar i organiziranim snagama za gašenje u najkraćem roku dojaviti sve podatke o njemu. Motrenje i dojava vrše se motrenjem s motrionice ili motriteljskog mjesta te ophodarenjem pješice ili prijevoznim sredstvima. Sve motrionice i motriteljska mjesta opremljena su dalekozorom, preglednim zemljovidom područja motrenja, sustavom za dojavu požara, te osnovnim pričuvnim alatom za gašenje početnih požara. Isto tako i ophodnje kada se vrše različitim vozilima, osim motorkotača, također su opremljene uređajima za dojavu požara te priručnim alatom za početno gašenje požara. U okviru preventivnih uzgojnih mjera provode se njega sastojina, prorjeđivanje sastojina, posebno u blizini prometnica, kresanje i uklanjanje suhog granja.

Uz to intenzivno se održavaju protupožarne prosjeke s elementima šumskih cesta, održavaju se protupožarne prosjeke u kontinentalnom dijelu Republike Hrvatske i poduzimaju se i druge potrebne mjere koje su u funkciji zaštite šuma od požara.

1.2. Šumska vatrogasna vozila

Oduvijek požar otvorenoga prostora iziskuje angažman velikog broja tehnike, ljudstva, opreme i sredstava za gašenje. Vozila koja služe za transport ljudske snage, opreme i sredstva za gašenje na teško pristupačne terene, neizostavan su segment svake borbe s požarima otvorenih prostora. Konstantne borbe s požarima otvorenih prostora, stečeno iskustvo s terena, te razna testiranja rezultat su razvoja najmodernijih i najopremljenijih vozila za gašenje požara otvorenih prostora. U suradnji s CEREN institutom za istraživanje šumskih požara razvijen je koncept koji predstavlja osnovu svakog modernog šumskog vozila, ne samo za potrebe vatrogasaca, već i drugih službi angažiranih u borbi s požarima otvorenih prostora.

Ukupnu masu vozila predstavlja masa vozila s gorivom, nadgradnjom, opremom i ukupnom količinom svih sredstava za gašenje. Vozila se mogu razvrstati prema broju članova posade na:

- CCF za 2 člana posade

- CCF za 4 člana posade



Slika 4. Vatrogasni kamion za gašenje šumskih požara s kabinom za četiri člana posade

Kategorizacija vozila u vatrogastvu izrađena je temeljem hrvatske norme HRN EN 1846-1:2001. U toj normi navedena je podjela vozila u vatrogastvu, određene su kategorije motornih vozila s obzirom na njihovu ukupnu masu, te kategorije s obzirom na njihove vozne mogućnosti. Vozne mogućnosti motornih vozila određuju se prema vrsti terena po kojem to vozilo može prometovati.

I. Podjela vozila u vatrogastvu prema HRN EN 1846-1:

1. Vozila za gašenje požara i spašavanje

- Vatrogasna vozila za gašenje požara: (vatrogasno vozilo s pumpom za gašenje požara i u pravilu sa spremnikom za vodu te opremljeno s drugom pripadajućom opremom za borbu protiv požara)

- Posebna vatrogasna vozila za gašenje požara: (vatrogasno vozilo s posebnom opremom za borbu protiv požara, sa ili bez specijalnih sredstava za gašenje požara)

2. Vozila za spašavanje s visina

- Automobilske ljestve

- Hidrauličke zglobne i teleskopske platforme

3. Tehnička vozila, vozila za aparate i posebnu opremu

Tehnička vozila:

- tehničko vozilo malo

- tehničko vozilo srednje (s kranom ili bez krana)

- tehničko vozilo veliko (s kranom ili bez krana)

- tehničko vozilo dizalicu.

Vozila za aparate i posebnu opremu:

- vozila s aparatima i posebnom opremom za zaštitu disanja

- vozila s aparatima i posebnom opremom za zaštitu od plinova

- vozila za intervencije i akcije spašavanja na autocestama

- vozila s opremom za rad stožera sa sustavom veza i osvjetljenjem

- vozila za intervencije na poplavljenim prostorima.

4. Sanitetska vatrogasna vozila

- sanitetska vozila prve pomoći

- sanitetska transportna vozila - sanitetska vozila za spa

5. Vozila s opremom za zaštitu od opasnih tvari

6. Zapovjedna vozila

7. Vozila za prijevoz vatrogasaca

8. Opskrbna vozila

- opskrbna vozila za vatrogasne uređaje, sredstva i opremu

- opskrbna vozila za prehrambene artikle

- opskrbna vozila s kontejnerima

- opskrbna vozila za prijevoz vatrogasnih cijevi.

9. Specijalna vozila

- aerodromska vozila za gašenje i tehničke intervencije,

- vozila za intervencije na vodi i pod vodom,

- vozila za intervencije na prugama i u tunelima,

- prikolice za uređaje, sredstva i opreme.

II. Kategorizacija motornih vozila u vatrogastvu prema njihovoj ukupnoj masi (UM) sukladno HRN EN 1846-1:2001:

Tablica 1. Prikaz podjele vatrogasnih vozila s obzirom na ukupnu masu vozila

TIP VOZILA	**KATEGORIJA**	**UKUPNA MASA**
CCF-L	Laka šumska vozila	do 7,5 tona ukupne mase
CCF-M	Srednja šumska vozila	7,5 - 14 tona ukupne mase
CCF-S	Velika šumska vozila	iznad 14 tona ukupne mase

III. Kategorizacija motornih vozila u vatrogastvu ovisno o njihovim voznim mogućnostima sukladno HRN EN 1846-1:2001:

- Kategorija 1: -urbane sredine (gradske)

- cestovna vozila (vozila koja su projektirana i izvedena za uporabu po urbanim tj gradskim prometnicama, tvrde podloge, cestovne podloge)

- Kategorija 2: ruralne sredine (izvangradske-'seoske') - cestovna vozila i vozila za lakše terene (vozila koja su sposobna prometovati po svim cestama te 'lakšim terenima' koji nisu cestovni),

- Kategorija 3: svi tereni - motorna vozila koja su sposobna prometovati po svim prometnicama i po teškim terenima.

1.2.1. Karakteristike šumskoga vatrogasnoga vozila

Kabina vozila omogućava siguran prijevoz i zaštitu posade od vanjskih čimbenika. Centar gravitacije vozila ne smije biti izvan točke dodira s podlogom. Daljnje sposobnosti prijelaza terena ovise o stupnju napunjenosti pneumatika zrakom, gibljivosti šasije i nadgradnje te ukupnosti cijele grupe vozila. Sva terenska vozila moraju imati :

- Sposobnost redukcije brzine kretanja
- Sposobnost centralne blokade diferencijala
- Sposobnost blokade prednjeg diferencijala
- Sposobnost blokade zadnjih diferencijala

Izgled, boja, zaštita vozila i posade, oprema i drugi elementi definirani su nacionalnim normama i sva CCF vozila posjeduju elemente koji su sukladni:

- NF EN 1846-1 – Nomenklatura i označavanje
- NF EN 1846-2 – Opći zahtjevi - Sigurnost i svojstva
- NF EN 1846-3 – Trajno ugrađena oprema - Sigurnost i svojstva
- NFS 61 – 518 – Samozaštita, bojanje i označavanje, vitla za gašenje

Sva CCF-M i CCF-S vozila moraju posjedovati minimum terenskih sposobnosti pri ukupnoj masi vozila prikazan u tablici 2.

Tablica 2. Prikaz minimalnih terenskih sposobnosti pri ukupnoj masi vozila

VRSTA	NAGIB	INFO	NAPOMENA
Pozitivni nagib	50%	27°	Vožnja naprijed
Negativni nagib	50%	27°	Vožnja naprijed
Uspon	100%	45°	Dužina nagiba< međuosovinski razmak
Bočni nagib	30%	17°	Minimalna vrijednost
Dubina vode	min 70 cm		Najniža točka filtera za zrak

Vozila izrađena sukladno nacionalnim propisima posjeduju gotovo istovjetne terenske sposobnosti, oprema ugrađena u njih jednakih je karakteristika, pa CCF vozila, bez obzira na tip i marku vozila, te nadgradnje s opremom, izgledaju veoma slično zbog jedinstvenog koncepta koji je prihvaćen na nacionalnoj razini. Odstupanja od osnovnog koncepta su dopuštena ako se ne ugrožavaju definirani sigurnosni mehanizmi, i ne krše zadani standardi. Svako vozilo sadržava minimum osnovne opreme potrebne za gašenje požara otvorenih prostora.

Ovisno o službi koja koristi CCF vozila mogu biti različito obojana:

- Narančasto – lokalna zajednica; najčešće CCF-L
- Žuto – šumarija; najčešće CCF-L i CCF-M
- Sivo-zelena boja – vojska
- Crveno-bijela kombinacija – vatrogasne postrojbe (civilne i vojne postrojbe).

Na vatrogasnim CCF vozilima na prednjem dijelu kabine i krovu vozila dominira bijela boja radi lakšeg uočavanja. Područja oko kvaka vrata kabine moraju biti obojani bijelom bojom, u obliku pravokutnika, radi lakšeg uočavanja istih. Bočnom stranom vozila mora biti postavljena žuta reflektirajuća traka koja vodi od kraja vozila do prostora vrata, tj. kvake. Plava rotirajuća svijetla i bljeskalice moraju biti zaštićeni od mehaničkih oštećenja koja mogu izazvati grane i sl. Također sva rasvjetna tijela na vozilima moraju biti zaštićena od oštećenja. Rolete na pretincima s opremom kod CCF vozila nisu dopuštene, isključivo vrata s mehanizmom za zatvaranje i otvaranje. Pumpe na vozilima tipa CCF-M i CCF-S su centrifugalne, radnog tlaka 15 bara i protoka od 1500 l/min na više. Kod CCF-L vozila su najčešće motorne pumpe 6/8 ili 8/8.

Vitla za gašenje na CCF vozilima su najčešće:

- Jedno vitlo brze navale promjera 25mm i radnog tlaka 15 bara s odgovarajućom mlaznicom (CCF-L,CCF-M, CCF-S)
- Jedno cijevno vitlo na koje je namotano najmanje 4 tlačne cijevi dužine 20 m svaka i promjera 45 mm, s ventilom i turbo mlaznicom na kraju (CCF-M i CCF-S).

Uloga ventila je u zaustavljanju protoka vode kroz cijevnu prugu te njeno nastavljanje bez prekidanja rada pumpe. Krovni monitor je obavezan na vozilima tipa CCF-S, dok na vozilima tipa CCF-M nije obavezan, jer se smatra da upotreba monitora kod vozila manje zapremine sredstava za gašenje može biti kontraproduktivna. Monitori su najčešće izvedeni na način da se automatski izvlače iz prostora nadgradnje, kako ne bi stršali iznad krovne linije vozila prilikom vožnje. Upravljanje istima je izvedeno iz kabine vozila pomoću upravljačke konzole. Upravljanje monitorom i gašenje za vrijeme vožnje predstavlja imperativ kojega svaki proizvođač vatrogasnih nadgradnji mora zadovoljiti.

Kako bi se osigurao visoki stupanj zaštite posade vozila, kod izrade i opremanja vatrogasnih šumskih vozila primjenjuju se strogi zakonski akti i norme koji su trenutno na snazi. Kao što je već navedeno, bojanje i označavanje vozila je definirano i predstavlja standard kod svih šumskih vozila novije generacije. Boje, premazi kao i reflektirajuće trake moraju biti izvedeni od negorivih materijala. Sve vanjske instalacije, cjevovodi za samozaštitu, rezervoar s gorivom i prostor za akumulatore na vozilima moraju biti dodatno zaštićeni kako bi bili otporni na porast temperature okoliša na 130°C u vremenu od 10 min. Elektronski sustavi u vozilima kod porasta temperature okoliša iznad 65°C postaju nestabilni, pa ih je potrebno dodatno zaštititi.



Slika 5. Vatrogasna vozila i ugrađena oprema

Kabina vozila predstavlja zonu preživljavanja (Ilisić, 2009), te je kao takva zaštićena mnogim sigurnosnim elementima kao što su:

- Roll bar – koji tvori čvrsti kavez unutar kabine vozila i štiti posadu u slučaji prevrtanja ili pada predmeta na kabinu vozila.

- Zaštita od topline isijavanja – na sva se stakla, na unutarnjoj strani, postavlja posebna prozirna folija koja štiti kabinu vozila od topline isijavanja.

- Sustav stvaranja nadtlaka u kabini – pomoću jedne boce za IA, radi sprječavanja prodora dima u kabinu.

- Sustav zaštite dišnih organa – pomoću jedne boce za IA i razdjelnika sa polumaskama za broj članova posade + jedan (2+1 ili 4+1); minimalno 10 minuta kod prosječne potrošnje 30 l/min zraka.

- Zaštita od granja – cijevi koje omeđuju izložene dijelove kabine vozila štite je od oštećenja.

- Samozaštita vozila – sustav prskalica instaliranih na vitalnim mjestima radi zaštite kabine i vozila od topline i plamena.



Slika 6. Zaštita kabine vatrogasnoga vozila

Dodatni sigurnosni elementi:

- Sustav očitavanja GPS pozicije – prilagođen sustavu kartograf je; automatski odašalje CODIS centru opis GPS pozicije (aproksimativni) i zadatka kojeg obavlja vozilo u obliku SMS poruke; koristeći radne subfrekvencije svih GSM operatera(besplatno). Moguća je dvosmjerna komunikacija.

- Sustav poziva upomoć (distress call) – u sva vozila u SDIS 13 se ugrađuje sustav koji, pritiskom na odgovarajuću tipku za uzbunjivanje, vrši aktivaciju posebnog alarma koji se oglašava u CODIS centru gdje se očitava precizna GPS pozicija vozila, te se upućuje raspoložive zračne i zemaljske snage na zadanu lokaciju radi pružanja pomoći.

- Bljeskalica – na krovu najmanje jednog vozila unutar GIFF grupe nalazi se bijela bljeskalica koja se aktivira pritiskom tipke za uzbunjivanje i služi za lakše uočavanje grupe iz zraka.

Sustav samozaštite vozila čine prskalice koje tvore vodenu maglu koja štiti vitalne dijelove vozila:

- Kabina – prskalice su smještene diljem cijevne armature koja ujedno štiti kabinu od granja.

- Kotači – prskalice su smještene iznad svakog kotača u prostoru blatobrana.

- Pumpa – prskalice su smještene iznad pumpe i na platformi, štite pumpu i cijevna vitla.

- Rezervoar goriva i akumulatori prkalice štite rezervoar goriva i kućište za smještaj akumulatora.

Sve prskalice moraju formirati vodenu maglu najkasnije 20 sekundi nakon aktivacije sustava samozaštite, te nastaviti rad još jednu minutu nakon prestanka rada sustava. Samozaštita se može aktivirati iz kabine ili kod pumpe vozila. Za sustav samozaštite se izdvaja minimalno 300 litara iz zapremine rezervoara vode i o tome vozač/strojar mora voditi računa. Za svako vozilo je definirana minimalna količina vode za samozaštitu, koja ne smije biti manja od 300 litara. Sustav samozaštite mora biti izveden na način da može neprekidno raditi najmanje 5 minuta kada je vozilo u horizontalnom položaju. U mnogim postrojbama u šumskim vozilima se nalaze maske tipa samospasioc i/ili aluminizirani prekrivači kao dio skupne zaštitne opreme.

Ova je zaštitna oprema složena u namjenskim torbicama koje vatrogasci uzimaju i stavljaju na svoje opasače prilikom akcije. U slučaju potrebe zaštitna oprema se vadi iz torbice i upotrebljava.

1.3. Primjer jedne od modernijih metoda samozaštite vatrogasnih vozila-Unimog metoda samozaštite vatrogasnih vozila

U današnje vrijeme jedna od poznatijih metoda samozaštite vozila je Unimog Mercedes Benz (http://www.unimog.hr/posebna-zastita-vozila-za-sumske-pozare.html), prilagodljiv različitim terenima. Upotrebljiv je pri gašenju požara i u uvjetima katastrofe. Unimog je idealan temelj za vozila za gašenje šumskih požara. Kod vatrogasnih vozila zaštita od vrućine kao i mehanička zaštita ugrađena je u tvornici.



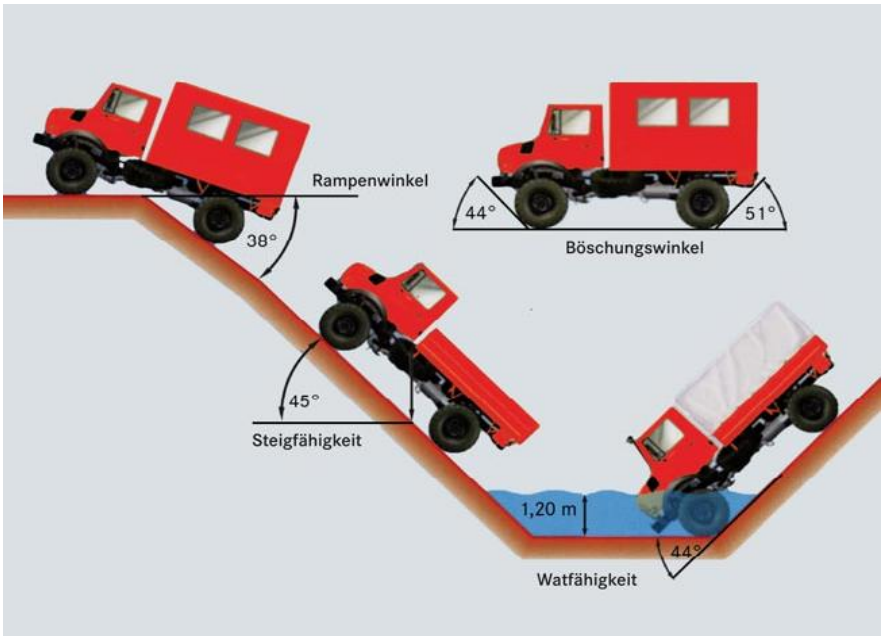
Slika 7. Unimog U400 za gašenje šumskih požara

Unimog ne poznaje granice u svojoj prilagodbi terenu i u svojem radnom spektru. Pri eksploataciji ulja ili plina u Kini ili u borbi protiv požara savladava sve svoje teškoće i to pri svim vanjskim i klimatskim uvjetima. U svojem aktualnom obliku je Unimog predstavljen 2002. god. Od tada se neprestano razvija. Mercedes Benz ima u ponudi specijalno za vozilo za gašenje šumskih požara zaštitu od vrućine kao i mehaničku zaštitu. Kada kamion sa pogonom na sva četiri kotača dosegne svoju granicu, nastaviti mora potpuno druga vrsta radnog i vučnog vozila. On pojašnjava na nov način raznoliku upotrebu na četiri kotača. Ovo je posebna vrsta vozila. Unimog je fleksibilniji od drugih sa dodatnim rastavljivim i sastavljivim prostorom ispred, u sredini i iza. Postiže veće brzine tako da je praktičan i u cestovnom transportu. Za sve to je zaslužna velika količina jedinstvenih detalja: inovativni koncept šasije, jednostruke gume, portalne osovine, sustav kontrole pritiska u gumama, kao i najmodernija tehnika motora i prijenosa. Udobna kabina nudi optimalnu slobodu kretanja do tri osobe. Povišeno mjesto sjedenja i veliki prednji prozori kao i prozori sa strane, omogućavaju najbolji pregled svih putničkih i radnih prostora.

Jedinstvena prilagodba svim terenima kao i najtežim transportima i radnim zadacima odlike su iz puno dobrih razloga. Jedan od tih je i prilagodljiva šasija sa poprečnim cijevnim nosačima koji garantira enormnu čvrstoću na cesti i ekstremnu torzijsku fleksibilnost na terenu. Uz dvostruko skladištenje agregata i opreme na tri mjesta, mogu se kretati terenom bez dodatnog opterećenja opremom i agregatima. Po istom principu mogu se uređaji bez problema pričvrstiti na šasiju. Montažni dijelovi se mogu bez problema pričvrstiti i skinuti.

Po blatnom šumskom tlu ili po krhotinama uvijek dođe do cilja, za to je zaslužan jedinstveni koncept podvozja koji se ne može pronaći kod nijednog proizvođača na svijetu. S njime i mogućnost upotrebe poprima potpuno novu dimenziju. Neuobičajena sloboda kretanja, povoljan kut nagiba, ekstremna mogućnost penjanja, izvrsna trakcija, k tome i najveća brzina do 90km/h na asfaltiranoj cesti nudi maksimalnu mobilnost. Unimog nudi koncept pogona na svim kotačima koji se ne može usporediti niti s jednim drugim. Tehnički princip: portalne osovine omogućuju veću slobodu kretanja po različitim terenima. Ovjes iznad opruge uključujući i tehniku zatvorenih cijevi kardana omogućuje optimalan kontakt sa podlogom. Uključujuće blokade diferencijala omogućuju u obje osovine manje proklizavanje i najvišu trakciju. Zahvaljujući portalnim osovinama se kod Unimoga osovina cijevi i diferencijal nalaze

iznad središnjeg dijela kotača. Upravljanje smješteno ispred prednje osovine s integriranim stabilizatorima daje Unimogu visoku stabilnost. Sustav kontrole tlaka u gumama: kontrola tlaka u gumama omogućuje podešavanje tlaka u gumama. Samo nakratko gurnuti prekidač na upravljačkoj ploči na lijevu stranu i već će se pritisak smanjiti u jednoj ili drugoj osovini, lako izvedivo i sa vozačevog mjesta i za vrijeme vožnje. Dakle, Unimog neće utonuti u meko tlo i istovremeno se poboljšava trakcija. Prilikom izlaska iz takvog terena, tlak zraka se pritiskom gumba ponovo podiže. To smanjuje trošenje guma.



Slika 8. Shema savladavanja terena Unimog metodom samozaštite

Za vatrogasne postrojbe i timove odgovarao bi Unimog U4000/U5000 u posebnoj izvedbi sa dvostrukom kabinom. Sa maksimalnih 6 sjedala nudi dovoljno mjesta za do 6 osoba i to sa dovoljno mjesta za noge i glavu sa dodatnom kacigom. Tri velika pretinca ispod preklopne stražnje klupe nude puno prostora. Na taj način su alat, zaštitna oprema i osobne stvari smješteni bez problema, zaštićeni i u svakom trenu dostupni. Postoji mogućnost odlaganja i u srednjoj konzoli i u pretincima prednjih vrata. Vrata koja se široko otvaraju omogućuju nesmetan ulazak i izlazak također i u teškim situacijama. Dvostruka kabina se po želji može naručiti. Dodatan, drugi krovni prozor iza je još jedna prednost koju nudi dvostruka kabina. Okrugao otvor (kao dodatna oprema) u vozačevoj kabini nudi povećanu efikasnost i sigurnost jer

omogućuje direktno gašenje požara sa vozila. Dvostruka klupa u vozačevoj kabini se jednostavno preklopi i služi kao siguran izlaz.

Sa Mercedes-Benzovom zaštitom od vrućine je vatrogasac najbolje zaštićen od vrućine. Svi dijelovi važni za funkcioniranje vozila kao npr. elektrika, pneumatika, hidraulika i dovodi za gorivo su izrađeni ili od čelika ili su zaštićeni materijalom otpornim na vatru. Svi važni dijelovi stroja i tehničke komponente su mehanički zaštićene i k tome i smješteni na povišeno mjesto kako ne bi sputavale slobodu kretanja. AdBlue spremnik i katalizator su od vanjskih mehaničkih oštećenja zaštićeni čeličnom oplatom. Isušivač zraka je zaštićen također čeličnim kućištem. Njegovo uređenje povećava zaštitu od vanjskih mehaničkih oštećenja. Kočione komponente su posvuda mehanički zaštićene. Tako su složene da su već dostupne sa čvrstom ugradnjom. Kočioni ventil zaštićen je kućištem od metala za razliku od serijski ugrađenog kućišta od umjetnog materijala. Spremnik zraka je smješten ispod osovine na kojoj su kočnice i tamo je zaštićen metalnim kućištem. Premještanje elemenata omogućuje proizvođaču slobodnije oblikovanje vozila, što predstavlja jos jednu prednost ovoga vozila. Baterija je u čeličnoj kutiji izvana zaštićena od vrućine i mehaničkih oštećenja.

Kabina nudi sve što svakodnevni posao vozača čini sigurnim i ergonomskim što je više moguće. Integrirani klima uređaj sa dodatnim grijanjem osigurava ugodnu klimu u svakoj situaciji. Kabina, sa dosta prostora za glavu i kretanje, izrađena je od materijala sa kompozitnim vlaknima koji je otporan na koroziju, osigurava nisku razinu buke i toplinsku izolaciju.

Vrlo je čvrsta i kruta, opremljena također sa oprugama i ležajevima u svrhu prigušenja. Većinom električno upravljanje funkcijama smanjuje vibracije u kabini na minimum. Instrumentna ploča Unimoga je čvrsto montirana na stup upravljača i to jamči najbolju čitljivost, bez obzira na poziciju vozača. Osvijetljen zaslon brojčanika i dva multifunkcionalna LCD zaslona pružaju sve važne informacije. Na središnjoj konzoli ćete naći sve kontrole i pokazivač za pogon i rad uređaja, u logičkim funkcionalnim skupinama, koji su lako dostupni i lako razumljivi.

Pogon Unimoga su moderni Euro 5 motori. U njima su usklađeni efikasna snaga uz nisku potrošnju goriva i ekološka prihvatljivost. Unimog ima snagu do 210kW. Možete birati između dva načina rada, vozni i radni. Treba istaknuti BLUETEC, dizel

tehnologiju Mercedes - Benz-a. Sa SCR-dizel tehnologijom ne optimizirate samo potrošnju goriva, također se smanjuje emisija štetnih tvari i na taj način se postiže europski standard emisije plinova Euro 5. Direktno ubrizgavanje, tri ventila, turbo punjač, intercooler, visoki okretni moment, stalna snaga i visoke rezerve snage.

Elektro-pneumatski prijenos do 24 brzine naprijed i 22 brzine za vožnju unatrag, sa brzinom od 0,1 do 90 km/h – na taj način Unimog nudi optimalne performanse motora. Pritiskom na gumb dobivamo odgovarajuću karakteristiku motora: u modusu vožnje profitirate u vožnji cestom i transportu. U radnom modusu na terenu i sa opremom čak i pod različitim opterećenjem jamči minimalna odstupanja broja okretaja.

1.3.1. Prednosti Unimog za borbu protiv šumskih požara na jednom mjestu:

- u tri točke montirana kabina bez vibracija prostora,
- mogućnost duple kabine s visokim krovom sa četvora vrata i šest sjedala,
- puno mjesta za glavu, čak i za one sa kacigom,
- lagani ulazak iza prednje osovine,
- puno prostora za opremu i osobne stvari,
- kružni krovni otvori za gašenje požara iz vozila,
- prostrana kabina za opušteni rad,
- učinkovito grijanje, ventilacija i klimatizacija,
- pregledna instrument ploča,
- ergonomska središnja konzola sa svim kontrolama,
- smanjena emisija štetnih plinova i znatno niža potrošnja goriva,
- minimalno održavanje i visoka pouzdanost,
- dugi vijek trajanja svih dijelova.

1.3.2. Korištenje Unimog-a pri gašenju požara u Hrvatskoj

Mediteranska vegetacija je ljeti uzduž gotovo 2.000 km obale i na otocima često ugrožena šumskim požarima. To je veliki rizik za glavni ekonomski resurs u regiji,

turizam i puno posla za postrojbe za gašenje požara. Uspješnost gašenja požara ovisi o sljedećim čimbenicima: rano prepoznati požar, biti što brže na ishodištu požara, te požar pravovremeno staviti pod kontrolu i ugasiti. Kako bi se sigurno stiglo do teško dostižnih mjesta, potrebna su vozila sa iznimnom mogućnosti prilagodbe terenu. Logična posljedica je da i Hrvatska koristi brojna vozila iz obje linije: vatrogasna vozila sa crpkom i velikim spremnikom vode i Unimog sa različitim dodacima i opremom koji je vrlo fleksibilan i odlično se snalazi u različitim situacijama. Na primjer: najnoviji model Unimog-a U 500 - opremljen spremnikom za do 3.800 litara vode i 200 litara pjene, uključujući normalnu i visokotlačnu pumpu. Posebnost je Unimog U 500 sa 2.700 litrenim spremnikom vode: u smjesu vode i pjene za gašenje se utiskuje, prema CAFS-tehnici (Compressed Air Foam System), komprimirani zrak. Rezultat je maksimalan učinak gašenja uz minimalno korištenje vode i pjene.



Slika 9. Unimog na intervenciji gašenja šumskoga požara

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Unatoč današnjoj situaciji na tržištu, gdje vlada ogromna konkurencija od strane proizvođača kamiona i ostalih vozila koja se koriste u gašenju šumskih požara, te poduzeća koja se bave nadogradnjama za vatrogasna vozila nužno je analizirati tehničke karakteristike ovih vozila s obzirom na primjenjivost na šumskim protupožarnim prometnicama i prosjekama. Cilj ovoga rada je statističkim metodama obraditi prikupljene podatke, analizirati ih i interpretirati kroz grafikone kako bi prikazali ovisnost tehničkih karakteristika, te istovremeno ukazati na nove metode sprječavanja požara, upotrebe novih oprema i alata, kako bi se što više zaštitilo ljudstvo, strojevi, oprema i šumski ekosustav, iz razloga jer je to iznimno važno s obzirom na njihovo značenje koju imaju u trenutku izbijanja požara kako bi ga se što prije stavilo pod nadzor i umanjile štetne posljedice.

3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

Na osnovu prikupljenih podataka o vatrogasnim vozilima koja se koriste u gašenju šumskih požara, unatoč razvijenoj protupožarnoj infrastrukturi, provesti će se analiza tehničkih i masenih karakteristika. Podaci su prikupljeni preko web preglednika, oglasnika, kataloga firmi koje rade nadogradnju vatrogasnih vozila, stranih ponuđača i uvoznika takvih vozila za Republiku Hrvatsku.

Ovom analizom odredit ćemo trenutno stanje, ponudu i dosadašnji razvoj vatrogasnih vozila .

Svrha ove analize je :

- stručnjacima pomoći u odabiru adekvatnoga vozila s obzirom na zahtjevnost terena

- opremiti najboljom opremom i alatom vatrogasno vozilo

- povećanje zaštite ljudstva, strojeva i opreme tijekom gašenja šumskoga požara

- smanjiti štetan utjecaj požara na šumski ekosustav i očuvanje bioraznolikosti toga sustava

Prikupljeni podaci analizirani su na temelju 11 značajki. Analizirano je 90 vatrogasnih vozila za gašenje šumskoga požara.

Značajke koje su uključene u analizu su sljedeće:

1. Duljina vozila - L(cm)

2. Širina vozila - B(cm)

3. Masa vozila - m (kg)

4. Snaga pogonskoga motora - Pm (kW)

5. Međuosovinski razmak - cm

6. Godina proizvodnje - godina

7. Veličina spremnika za vodu - litra

8. Veličina spremnika za prah - litra

9. broj osovina

10. broj pogonskih osovina

11. broj sjedećih mjesta

Tablica 3. Vatrogasna vozila i njihove značajke

MARKA I MODEL VOZILA	DULJINA L(cm)	ŠIRINA B(cm)	BRUTTO MASA(kg)	SNAGA MOTORA(kW))	GODINA PRIZVODNJE	VELIČINA SPREMNIKA ZA VODU-LITRA	VELIĆINA SPREMNIKA ZA PJENU-LITRA	BROJ SJEDECIH MJESTA	MEDUOSOVINSKI RAZMAK (CM)	BROJ OSOVINA	BROJ POGONSKIH OSOVINA
MERCEDES BENZ 1222 AF LF 16/12	720	250	13500	160,2	1991	1200	0	9	356	2	2
RENAULT TLF-2200/250 CAFS	629,5	241	9500	158	2007	2200	250	6	320	2	1
MERCEDES TLF-3500/400	703	251	16000	205	2008	3500	400	3	361	2	2
MERCEDES TLF-7000	760,5	250	18000	265	2005	7000	0	3	390	2	1
MERCEDES FF TLF-2,500	563	220	9300	110	2008	2500	0	3	270	2	2
RENAULT TLF-2500/400 (2900)	756	250	14000	206	2008	2500	400	8	380	2	2
MERCEDES TLF-3900	703	250	14000	205	2006	3900	0	3	361	2	2
MERCEDES TLF-7200	663	250	14100	160	2009	7200	0	3	326	2	1
MAN FF TLF-7500	711,5	250	17000	162	2011	7500	0	3	390	2	2
MERCEDES-BENZ TLF-2,500/400 CAFS	779	250	15000	205	2007	2500	400	6	386	2	2

MERCEDES TLF-5000/500	697	252	16000	206	2010	5000	500	3	326	2	1
MERCEDES BENZ SK 1831K HLF 24	740	255	18000	230,1	1996	2000	0	6	380	2	1
RENAULT TLF-2500	660	242	10000	158	2010	2500	0	6	320	2	1
MERCEDES BENZ 1124 AF LF 16/12	770	250	12000	177,1	1994	1200	0	9	364	2	2
RENAULT TLF-2900	747	250	14000	177	2007	2900	0	8	380	2	2
MERCEDES TLF-5600	703	250	16000	205	2006	5600	0	3	361	2	2
MAN TLF-3000	796	253	15500	206	2010	3000	0	6	395	2	2
MAN TLF-6000	739	253	15500	206	2010	6000	0	3	365	2	2
IVECO FFACV-8000	614,5	245	16000	185	2013	8000	0	3	310,5	2	1
RENAULT THOMAS SP 1423	760	250	13500	169,1	1994	3500	130	4	349	2	2
RENAULT TLF-3000	745,5	253	14000	206	2010	3000	0	8	380	2	2
MERCEDES TLF-6500	696	252	16000	210	2009	6500	0	3	208	2	2
MAN ACV-5000	569,3	235	10500	132	2012	5000	0	3	305	2	1
IVECO TLF-1500	671	221	6500	130	2010	1500	0	3	345	2	1
MERCEDES TLF-6700	660	250	16000	160	2007	6700	0	3	326	2	1
MERCEDES TLF-6000	722	250	16000	205	2006	6000	0	3	386	2	2
MERCEDES-UNIMOG U 500	539	240	15500	205	2004	2700	300	3	390	2	2
SCANIA P410	920	265	19000	301,4	2011	4500	0	5	350	2	2
VOLVO FL6	720	250	15000	154,4	1998	1850	0	6	370	2	1
MERCEDES-BENZ 1124AF	730	245	12000	176,4	1999	1800	0	6	364	2	2
IVECO ML150E280WS	755	232	15000	205,8	2016	3500	0	7	369	2	2

MAN TGM 13.290	690	235	13000	216,3	2016	3000	0	6	355	2	2
IVECO ML150E28 WS	755	232	15000	205,8	2016	4500	0	7	369	2	2
MAN 18.290	720	250	18000	213,2	2016	4600	0	6	580	2	2
MAN 18.340	720	250	18000	249,9	2016	6000	0	6	390	2	2
IVECO GTLF	730	250	15500	279,3	2016	13000	1000	3	418,5	3	2
SCANIA 93M 250	1040	250	18000	183,8	1995	2000	0	6	400	2	1
VOLVO FL6H	620	245	15000	183,8	2002	2000	0	6	460	2	1
DENNIS RAPIER	900	250	14000	191,1	1999	2000	250	6	380	2	1
VOLVO FL6-15	615	249	15000	161,7	2004	1200	0	6	650	2	1
MERCEDES-BENZ ATEGO 1328	670	249	13500	205,8	2002	2000	0	6	382	2	1
IVECO TRAKKER 6X6	525	230	16000	308,7	2016	10000	2000	4	382	3	3
VOLVO ANGLOCO WATER TANKER	981	249	26000	330,8	2007	15999,2	0	2	380	3	1
MERCEDES BENZ 2636	525	245	24000	260,9	1990	2000	0	6	410	3	2
MERCEDES BENZ 1120 AF	725	250	12000	149,9	1990	2400	0	9	364	2	2
MERCEDES BENZ SK 1935 HLF 24	660	255	18000	269	1992	2400	0	9	364	2	1
IVECO EURO FIRE FF95E18W	747	250	10500	130,1	1996	2400	80	3	350	2	2
MAN 19.272 FA	720	250	18000	199,9	1994	2000	0	6	400	2	2
IVECO EUROCARGO ML150E28WS	720	250	15000	205,8	2016	3500	200	7	364	2	2
MAN 18.290	813	248	18000	213,2	2016	4600	0	6	380	2	2
MAN TGM 18.340 TLF 6000	720	250	18000	249,9	2016	6000	0	6	385	2	2
IVECO 120-23 AW	748	250	12000	169,1	1990	1600	120	9	350	2	2
IVECO 120-25	836	250	15000	194,1	1993	1900	0	8	350	2	2

MERCEDES BENZ 1222 AF TLF 16/25	755	250	14000	160,2	1993	2500	0	5	360	2	2
DAF LF	654	235	10000	133,8	2003	3000	0	3	335	2	1
RENAULT G230 CAMIVA 3/16	640	245	16500	169,1	1990	3000	0	8	375	2	1
VOLVO FL10	530	239	15540	209,5	1993	3000	120	5	370	2	1
VOLVO FL10 (FL12 380 HK)	820	254	19310	279,3	1997	3400	200	5	375	2	1
MERCEDES BENZ 1428AF	715	250	14000	205,8	1991	0	0	2	474	2	2
IVECO 120-25 AW	836	250	12000	183,8	1991	0	0	3	310,5	2	2
MERCEDES BENZ AXOR 1929	835	248	19000	213,2	2006	4500	500	6	510	2	2
MERCEDES-BENZ 1835	726	248	18000	256,5	1998	2000	200	6	390	2	1
DAF LF 55	615	245	13000	183,8	2004	0	0	3	449,5	2	1
VOLVO FL 10	820	254	18000	233,7	1991	2000	500	5	304,8	2	2
IVECO AT380T38WH	854	260	15000	279,3		11000	1000	3	382	3	3
IVECO 160-30 TLF24/50	723	250	17000	232,3	1993	5000	0	3	475	2	2
DAF LF	654	235	10000	182	2003	0	0	3	335	2	1
FORD 1826	883	249	18000	194	2015	5000	0	2	286	2	1
VOLVO FL6-15	695	250	15000	164,1	2004	1100	0	6	305	2	1
VOLVO FL6-15	656	260	15000	162	2001	0	0	6	305	2	1
MAN TGM 18340	657,5	249	18600	253,6	2016	0	0	2	420	2	2
DAF LF55	525	246	13000	186,5	2004	0	0	2	449,5	2	1
MERCEDES-BENZ 1622	700	250	16000	170,1	2000	5000	0	2	525	2	2
RENAULT PREMIUM 260 GBART2,5/24 GIMAEX	830	255	15000	194	1999	2500	250	6	409	2	1
MERCEDES-BENZ 1524 GBA 3/20	775	248	13000	179	1993	3000	0	8	326	2	1

SIDES											
SCANIA P94 GCBA 3/48 VANASSCHE	525	247	16500	164,1	1998	2700	300	8	355	2	1
RENAULT MIDLINER M180 GBA 3/16 CAMIVA	672	254	13500	132,3	1993	3000	0	8	395	2	1
IVECO EURO CARGO 130E23 CAMIVA	640	255	13500	171,6	1997	0	0	8	369	2	1
MAN 19.322 GCBA 5,5/40 ROSENBAUER	1029	250	19000	171,6	1994	4500	1000	6	380	2	1
RENAULT MIDLINER S170 GBA 3/16 CAMIVA	652	248	13500	126,8	1991	3000	0	7	345	2	2
MAN 18340	751	248	18000	249,9	2016	5000	500	5	392,5	2	1
MERCEDES-BENZ 1222AF FEUERWEHR TLF 16/25	755	250	14000	160,2	1993	2500	0	5	356	2	2
IVECO MAGIRUS 120-23AWRW2 RUSTWAGEN	778	250	12000	127,9	1992	0	0	3	310,5	2	2
IVECO 120-23 AW LF 16/12 FEUEWEHR	748	250	13500	173,5	1992	1600	0	9	310,5	2	2
SCANIA P410	830	253	19000	301,4	2011	4500	688	5	350	2	2
IVECO 160-30 LF 24 FEUERWEHR	893	250	17000	232,3	1994	2000	200	9	450	2	2
IVECO 150-34AW TLF FEUERWEHR	780	250	15000	194	1992	2500	600	5	410	2	2
THOMAS CONSTRUCTEURS SIDES VIM24 ARFF	730	250	15500	264,6	2004	2400	0	2	400	2	2
MERCEDES-BENZ 1124 AF LF 16/12	770	250	12000	179,8	1994	1200	0	9	364	2	2
MAN TGM 18340 TLF 6000	720	250	18000	249,9	2016	6000	0	6	340	2	2

Podaci uključeni u analiza vatrogasnih vozila prikupljeni su s web oglasnika, oglasnika za prodaju rabljenih vozila, promidžbenih materijala poduzeća koja se bave

nadogradnjom vatrogasnih vozila, itd. Podaci su tablično razvrstani i obrađeni u Microsoft Excel programu.

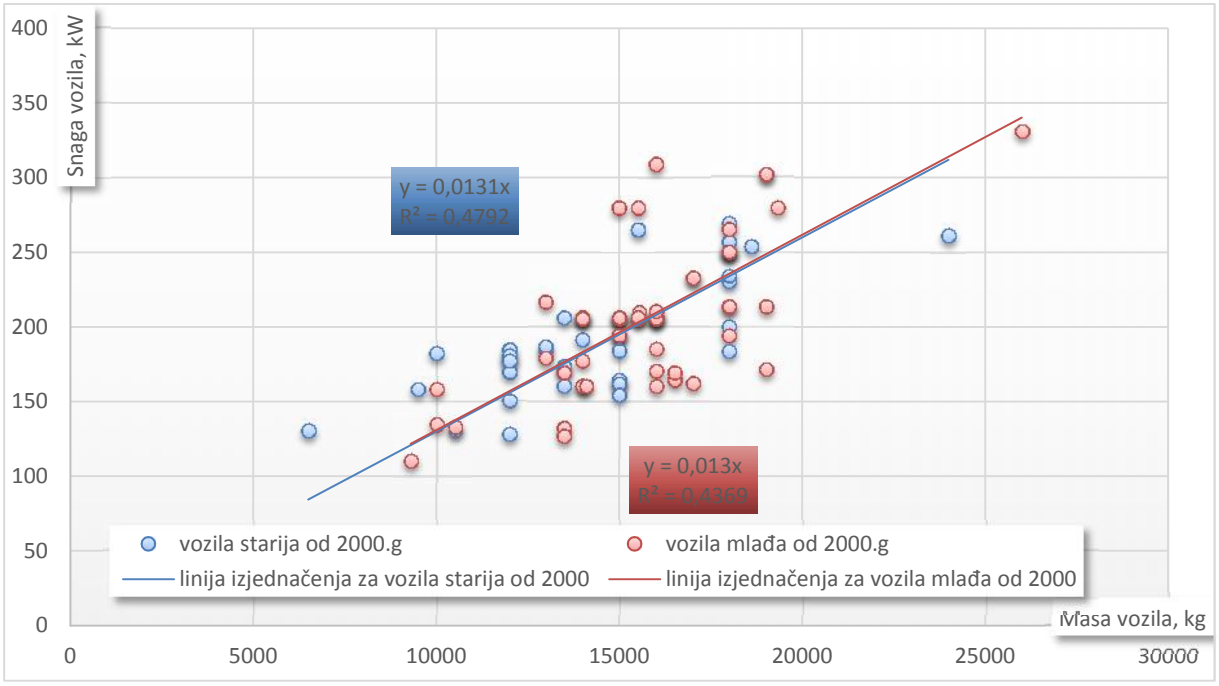
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Morfološkom analizom su utvrđene ovisnosti između pojedinih morfoloških značajki pri čemu se u velikom broju promatranih vatrogasnih vozila pokušalo utvrditi pravilnosti i ovisnosti. Odabrano je devet osnovnih morfoloških značajki za odabrana vatrogasna vozila: duljina vozila (cm), širina vozila (cm), snaga motora (kW), veličina spremnika za vodu (l), veličina spremnika za pjenu (l), međuosovinski razmak (cm), broj sjedećih mjesta, broj osovina i broj pogonskih osovina. Istraživanjem je obuhvaćeno 90 različitih tipova vatrogasnih vozila koja je moguće koristiti za gašenje šumskih požara.

4.1. Ovisnost pojedinih morfoloških značajki vatrogasnih vozila o masi vozila

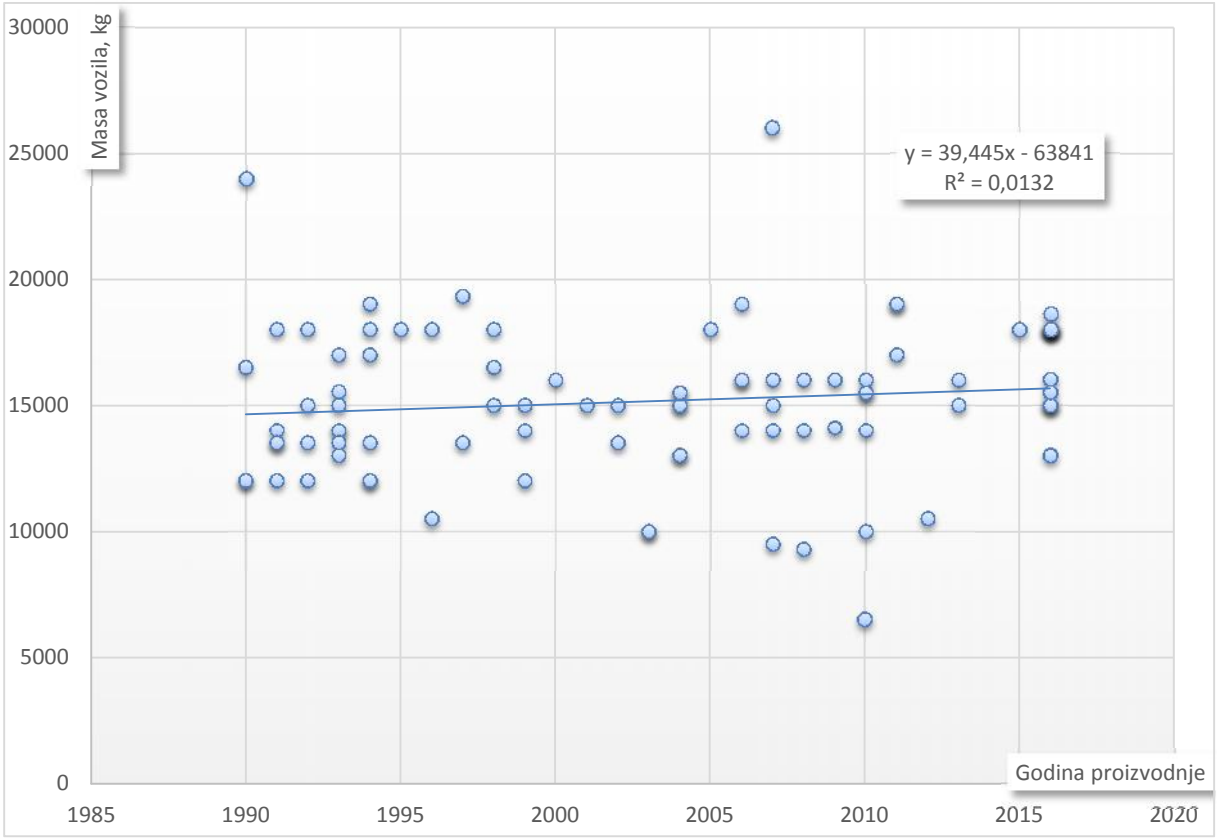
Brutto masu vozila smo koristili kao parametar s kojim smo u odnos stavljali ostale morfološke značajke vatrogasnih vozila iz razloga što o ukupnoj masi opterećenog vozila ovisi njegova stabilnost te brzina dolaska na požarište. U analizu je uključeni vrlo velik broj vatrogasnih vozila pa je i logičan veliki raspon brutto masa koji je iznosio od 6,5 t do maksimalno 26 t. Prosječna brutto masa vozila je iznosila 15 t.

Na slici 10. prikazana je ovisnost snaga motora (kW) o brutto masi vatrogasnog vozila. Usporedba je također izrađena prema godini proizvodnji uz pretpostavku da su vozila proizvedena u zadnjih 15-ak godina veće snage u odnosu na ukupnu masu vozila što se pokazalo netočnim. Iz grafa se može uočiti da se uslijed povećanja mase vozila povećava i snaga motora i da u rasponu godine proizvodnje odabranih vozila ne postoji značajna razlika. Stoga su sve ostale usporedbe rađene za za sve podatke (osim za usporedbu snage motora koja je rasla kroz godine).



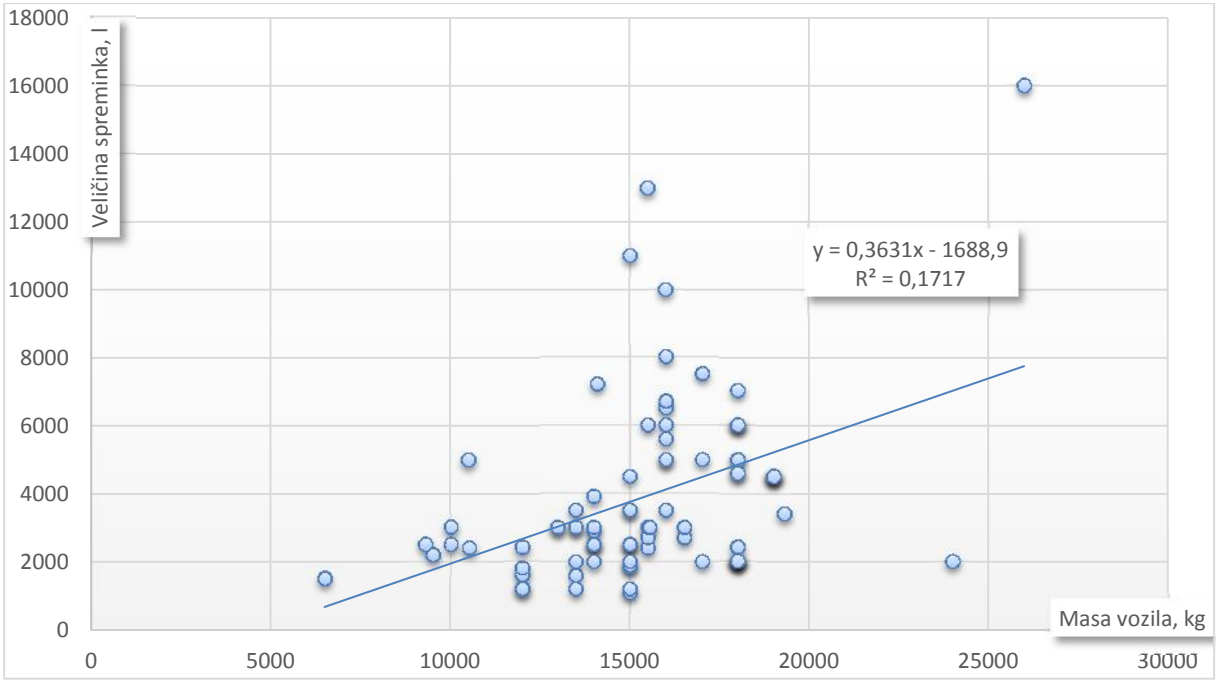
Slika 10. Ovisnost snage vozila (kW) o masi vozila (kg)

Slika 11. prikazuje ovisnost brutto mase vozila o godini proizvodnje. U obzir smo uzeli sva (dostupna) vatrogasna vozila proizvedena u periodu od 1990. 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 niti kada uspoređujemo svakog proizvođača zasebno.

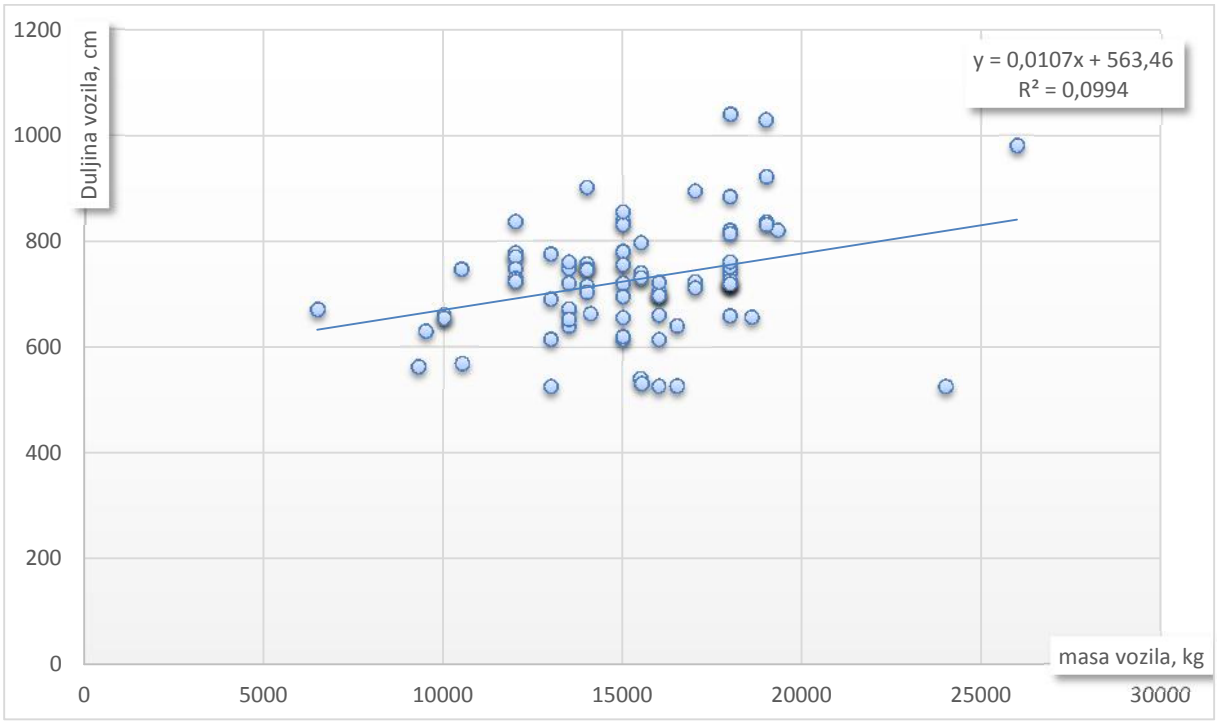


Slika 11. Ovisnost mase vozila (kg) o godini proizvodnje vozila

Slika 12. prikazuje ovisnost brutto mase vatrogasnih vozila o veličini spremnika za vodu (l). Minimalne i maksimalne vrijednosti spremnika za vodu iznose od 1100 do 16000 litara i bilo je za pretpostaviti kako će upravo taj spremnik značajno utjecati na porast ukupne mase vozila što se nije dogodilo. Iako trend pokazuje da porastom veličine spremnika za vodu raste i ukupna masa vozila veza je slaba. Utvrđena vrijednost koeficijenta korelacije R^2 iznosi samo 0,1717. Što je razlog toliko malom stupnju povezanosti vjerojatno leži u brojnim drugim karakteristikama pojedinih vatrogasnih vozila. Jedna od bitnih morfoloških značajki vozila je duljina vatrogasnog vozila za koju smo pretpostavili da barem ona svojim porastom značajno utječe na porast mase vozila. Ali se pokazalo da je (slika 13) ta korelacija još manja iako trend pokazuje ovisnost. Promatramo li ove dvije značajke za koje je pretpostavka bila da će značajno utjecati na ukupnu masu vozila ne možemo doći do dobrih zaključaka i zavisnosti će biti potrebno tražiti dalje kroz ostale morfološke značajke ili u nekim daljnjim, detaljnijim istraživanjima.

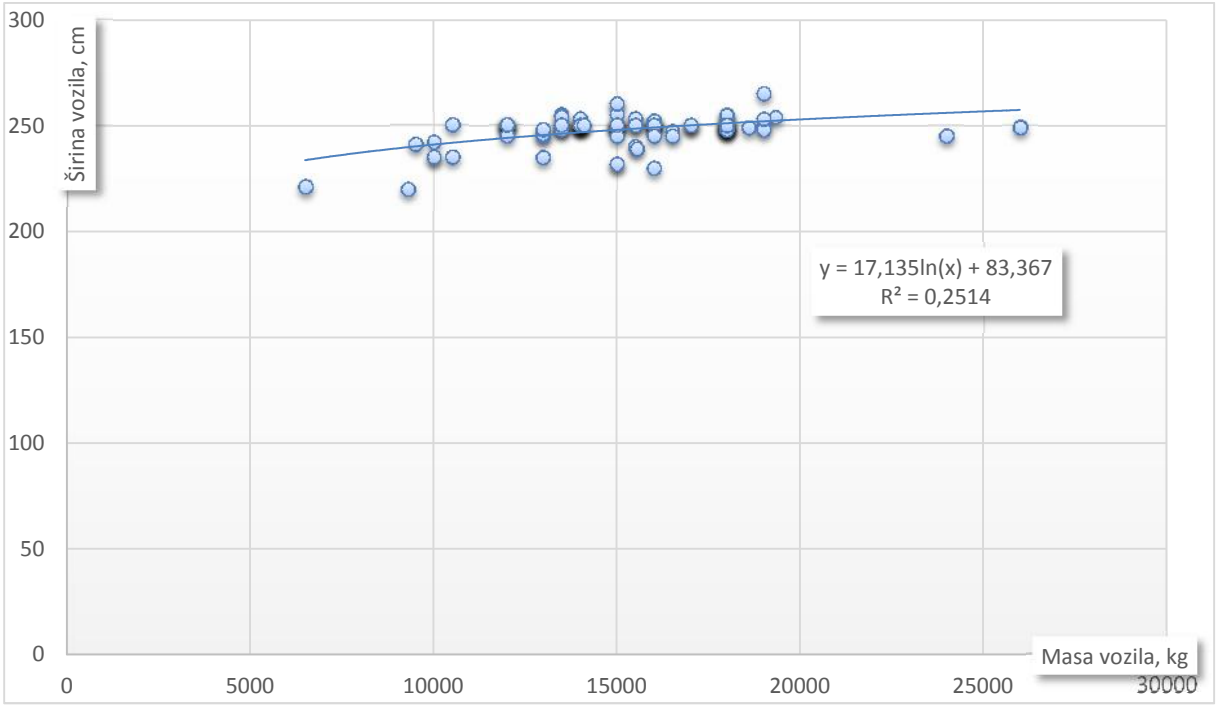


Slika 12. Ovisnost veličine spremnika za vodu (l) o masi vozila (kg)

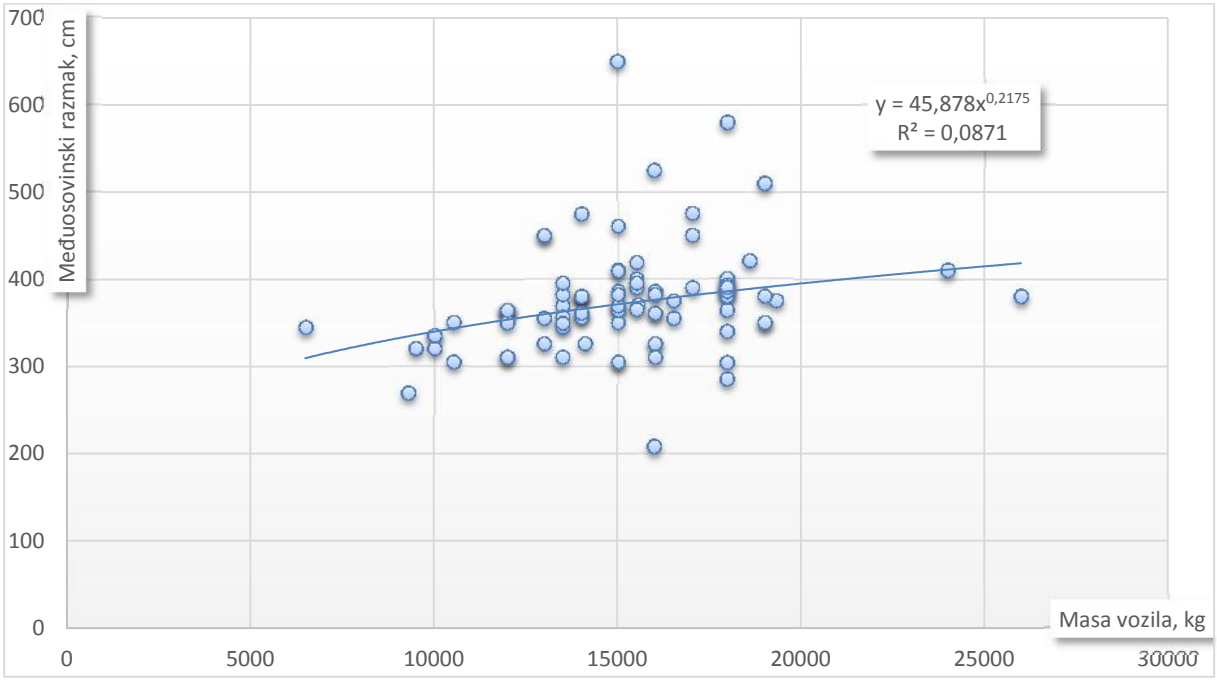


Slika 13. Ovisnost duljine vozila (cm) o masi vozila (kg)

Slika 14. prikazuje ovisnost širine vozila (cm) o masi vatrogasnog vozila (kg). Minimalna vrijednost širine vozila iznosi 220 cm, a maksimum 265 cm uz prosječnu vrijednost od cca. 250 cm. Iz grafa i koeficijenta korelacije R^2 može se vidjeti da masa vozila raste sa širinom vozila, a veza je srednje jakosti. Prosječne širine su standardizirane zbog čega su sva vatrogasna vozila širinom prihvatljiva za korištenje primarne šumske protupožarne infrastrukture.



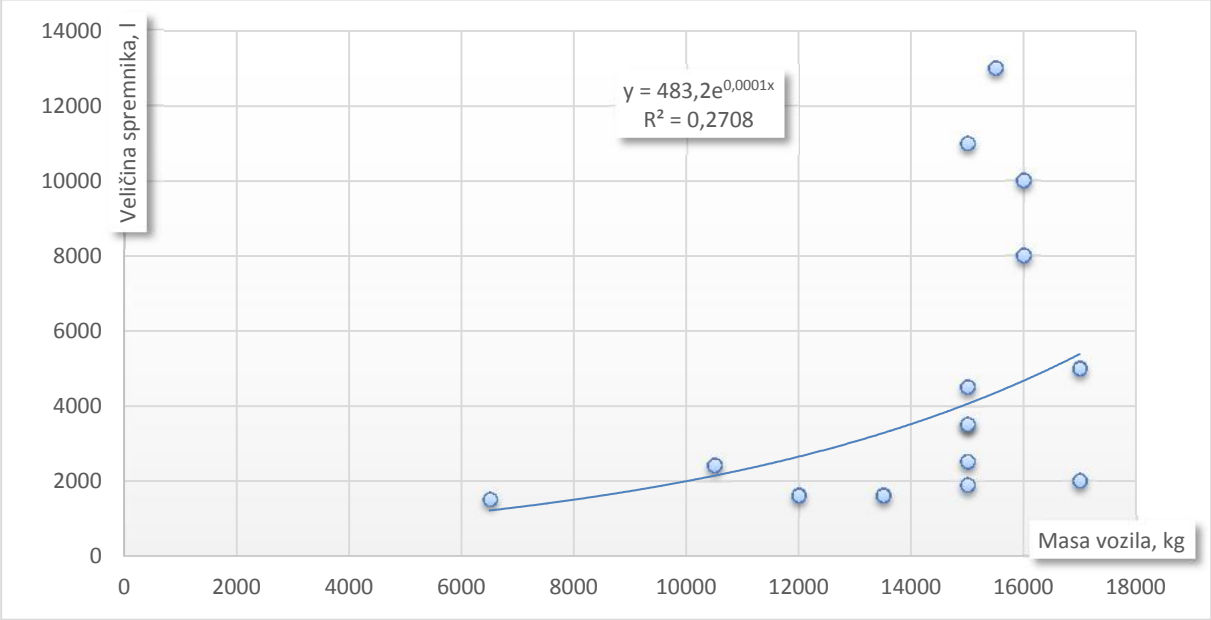
Slika 14. Ovisnost širine vozila (cm) o masi vozila (kg)



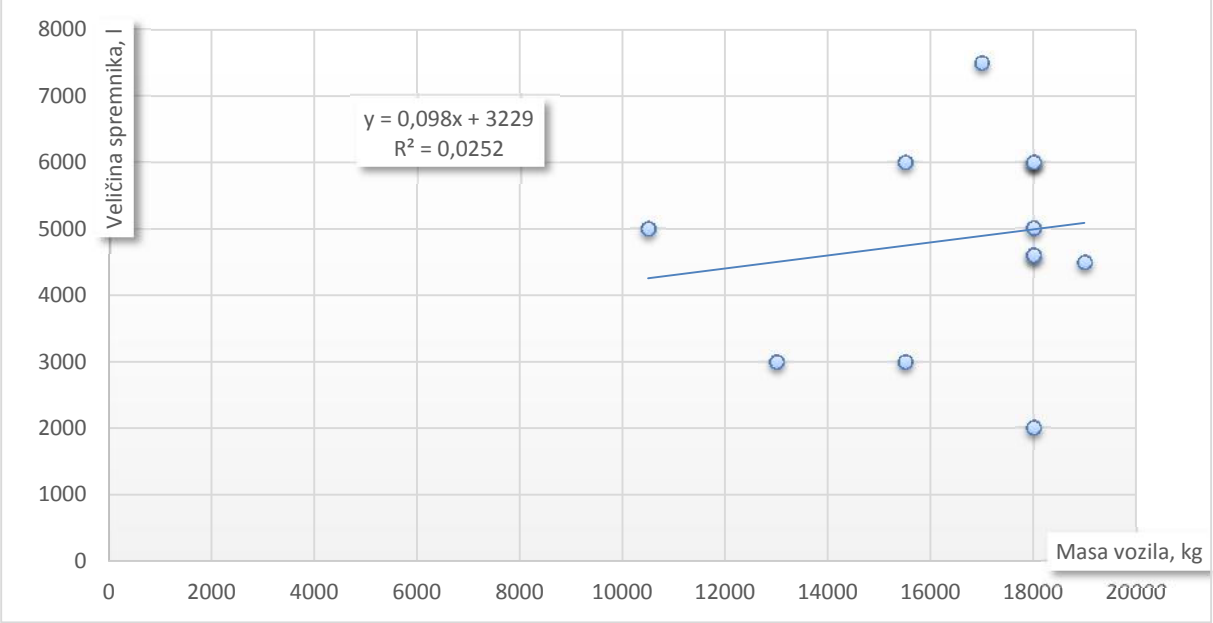
Slika 15. Ovisnost međuosovinskog razmaka (cm) o masi vozila (kg)

Slika 15. prikazuje ovisnost međuosovinskog razmaka (cm) o masi vozila (kg). Međuosovinski razmak se nalazi u rasponu od minimalno 208 cm do maksimalno 650 cm. Iz grafa možemo vidjeti kako proporcionalno povećanju međuosovinskog razmaka raste i masa vozila, ali koeficijenta korelacije R^2 pokazuje slabu vezu.

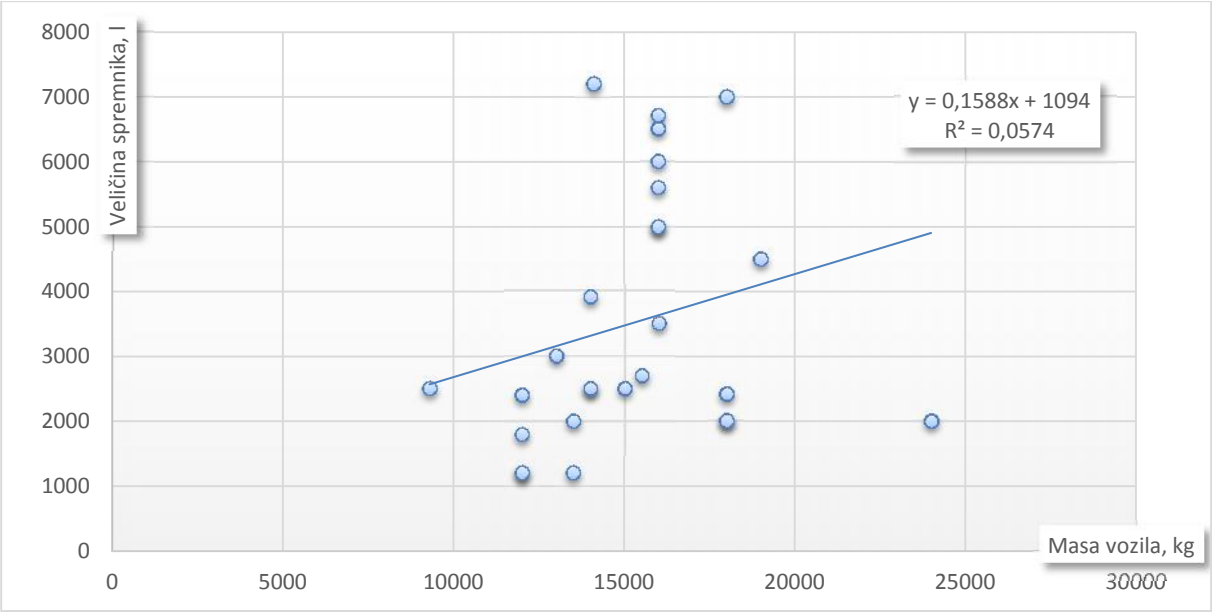
Na slikama 16, 17, 18 i 19 su analizirane vrijednosti veličine spremnika s obzirom na proizvođača. Pretpostavka je bila da se isti proizvođači pridržavaju sličnog standarda ako gledamo ovisnost veličine spremnika za vodu o masi vozila. Iz navedenih grafova je vidljivo kako je veza koeficijenta korelacije potvrđena za IVECO i VOLVO, a za ostale proizvođa što ukazuje na potrebu za detaljnijim analizama.



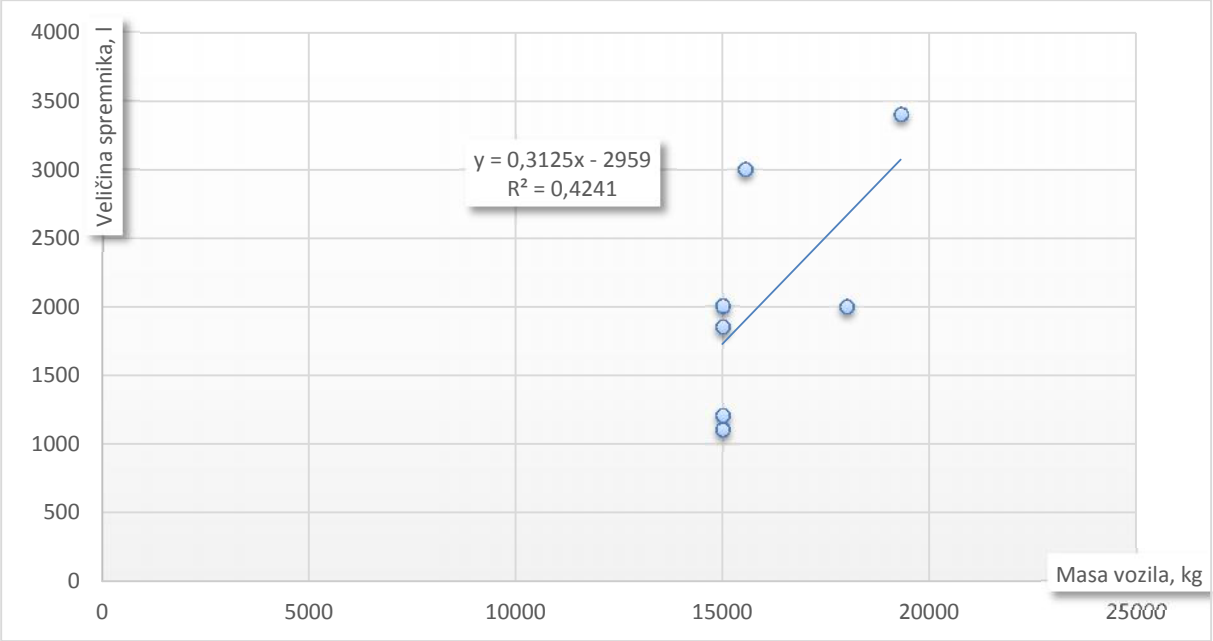
Slika 16. Ovisnost veličine spremnika (IVECO) za vodu (l) o masi vozila (kg)



Slika 17. Ovisnost veličine spremnika (MAN) za vodu (l) o masi vozila (kg)



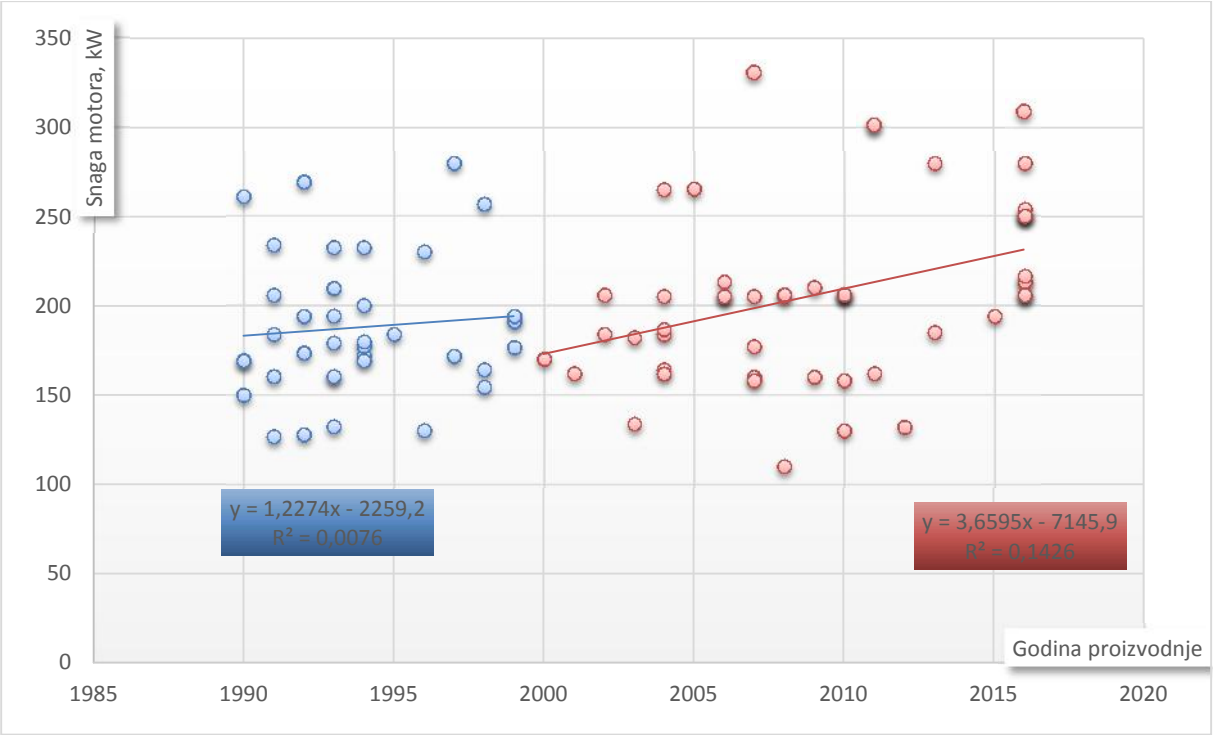
Slika 18. Ovisnost veličine spremnika (MERCEDES) za vodu (l) o masi vozila (kg)



Slika 19. Ovisnost veličine spremnika (VOLVO) za vodu (l) o masi vozila (kg)

4.2. Ovisnost pojedinih morfoloških značajki vatrogasnih vozila o godini proizvodnje

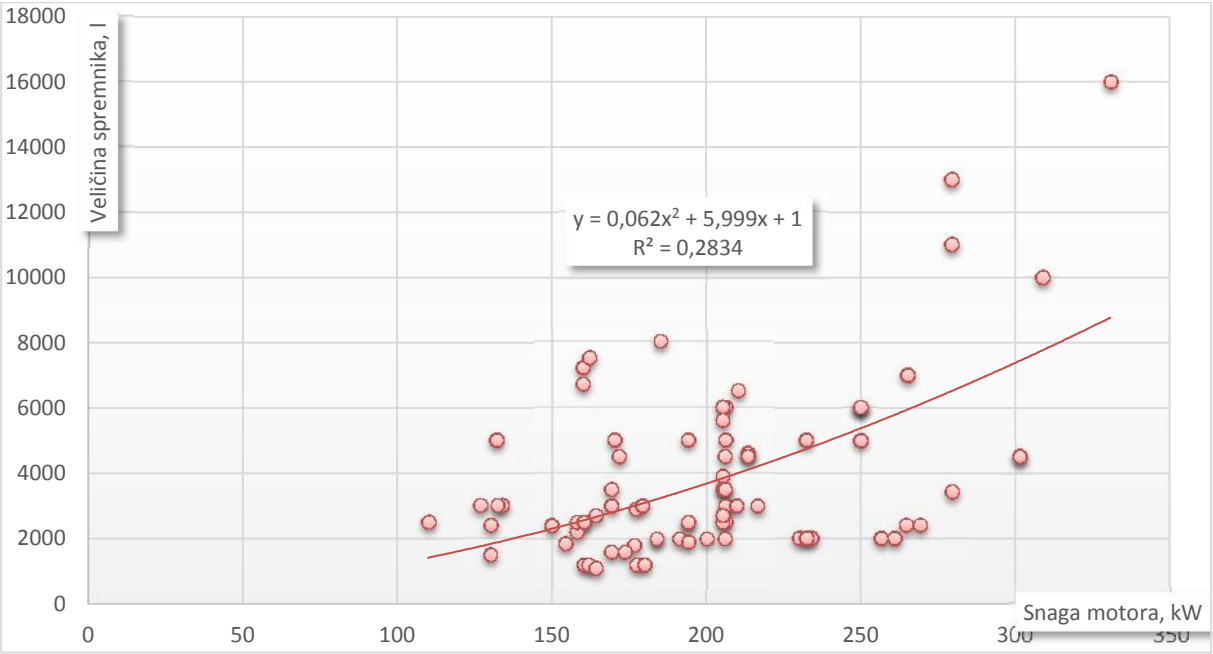
Slika 20. prikazuje ovisnost snage motora o godini proizvodnje. Pretpostavka je bila kako su nekada (prije 2000. g) vozila bila manje snage motora što se donekle vidi u trendovima, ali koeficijenti korelacije prikazuju slabu vezu.



Slika 20. Ovisnost snage motora (kW) o godini proizvodnje

4.3. Ovisnost pojedinih morfoloških značajki vatrogasnih vozila o snazi motora

Slika 21. prikazuje ovisnost veličine spremnika za vodu (l) o snazi motora (kW). Pretpostavka je bila da je za veću količinu spremnika za vodu potrebna veća snaga što se pokazalo analizom. Za veće je spremnike potreban i veća snaga pri čemu koeficijent korelacije prikazuje vezu srednje jakosti, a detlajnijim bi analizama za pravilnost mogla biti i još izraženija (ako uključimo i opremu pojedinog vozila).



Slika 21. Ovisnost veličine spremnika za vodu (l) o snazi motora (kW)

5. ZAKLJUČAK

Morfološkom analizom utvrđuje se trenutačno stanje, svojstva i zakonitosti, ali i povijesni te mogući tijek razvoja svih tipova vatrogasnih vozila koja možemo koristiti za gašenje šumskih požara. Rezultati prikazanih istraživanja mogu poslužiti kao pomoć šumarskim stručnjacima pri odabiru pojedinih vatrogasnih vozila s obzirom na specifičnosti terenskih karakteristika i općenito tehničkih uvjeta za šumske ceste.

Na osnovu dobivenih rezultata možemo zaključiti da se vatrogasna vozila proizvode u širokom rasponu tehničkih značajki pa ih stoga možemo primjenjivati u raznoraznim situacijama prilikom gašenja šumskih požara. Različiti terenski uvjeti utječu na odluku proizvođača prema čemu oni odlučuju koju opremu montiraju na vozila, a da uspijevaju izvršiti sve zadatke prilikom intervencije.

Analizom tehničkih značajki uočena je velika raznovrsnost vatrogasnih vozila koje deklariraju sami proizvođači. Razlog tome leži u činjenici da su vatrogasna vozila specijalizirana za gašenje požara općenito, a često nisu prilagođena terenskim prilikama vrlo zahtjevnih terena. Konstrukcijska rješenja pokušavaju riješiti širok spektar mogućnosti u čemu i leži razlog što nisu usko specijalizirana samo za šumske požar.

Vatrogasna su vozila namijenjena javnim i dobrovoljnim vatrogasnim jedinicama koje moraju biti obučene za širok spektar intervencija, a u našem slučaju naročito za šumske požare zbog čega je i nastala potreba za ovim istraživanjem. Dostupnost velikog broja vozila (obrađenih ovim radom) nam omogućava lakše prilagođavanje potrebama na terenu, a utvrđivanje dostupnosti postojećih vatrogasnih vozila nam također omogućava i odabir adekvatnih vatrogasnih skupova s obzirom na potrebnu krajnju namjenu.

6. LITERATURA

1. Franulović, K., 2014. Protupožarne prometnice na kršu, web savjetodavne službe - http://www.savjetodavna.hr/savjeti/558/563/protupozarne-prometnice-na-krsu/
2. Ilisić, N., 2009: Šumska vozila, Vatrogasni vjesnik, str. 12 – 16.
3. Jurjević, P., Vuletić, D., Gračan, J., Seletković, G., 2009: Šumski požari u Republici Hrvatskoj (1992-2007). Šumarski list, 1-2 str. 63 – 72.
4. Odbor za normizaciju vatrogasne tehnike i opreme, 2010: Tipizacija vozila u vatrogastvu, Hrvatska vatrogasna zajednica, str 18.
5. Papa, I., Pentek, T., Lepoglavec, K., Nevečerel, H., Poršinsky, T., Tomašić, Ž., 2015: Metodologija izradbe detaljnog registra primarne šumske prometne infrastrukture kao podloge za planiranje i optimizaciju radova održavanja šumskih cesta. Šumarski list, 7-8, (2015): 311 – 328.
6. Pičman, D., Pentek, T., 1996: Fire-prevention roads in the area of the forest enterprise Buzet, Zbornik gozdarstva in lesarstva, 49, Ljubljana, str. 187 – 203.
7. Pičman, D., Pentek, T., 1998: Relativna otvorenost šumskog područja i njena primjena pri izgradnji šumskih protupožarnih prometnica. Šumarski list, 1-2, str. 19 – 30.
8. https://www.google.hr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjV856uo6bPAhXDzRoKHTpaBekQFggoMAI&url=http%3A%2F%2Fhrcak.srce.hr%2Ffile%2F111443&usg=AFQjCNHOcR0FobtX3NDNvmc7jy2oTEKXKA&sig2=bTtlwyYh8EgC9Q6N_rCFgg&bvm=bv.133700528,d.bGs
9. https://www.google.hr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjkupqWpqbPAhWCB5oKHVh2AFIQFggZMAA&url=http%3A%2F%2Fhrcak.srce.hr%2Ffile%2F111443&usg=AFQjCNHOcR0FobtX3NDNvmc7jy2oTEKXKA&sig2=gELxYRmzbxHskhCzihQa6g&bvm=bv.133700528,d.bGs
10. http://www.flammifer.hr/katalog-vatrogasnih-vozila/
11. http://autoline.hr/-/prodaja/rabljene/vatrogasna-vozila/SCANIA-P410-4x4--13121100433885106800
12. http://autoline.hr/-/prodaja/rabljene/vatrogasna-vozila/VOLVO-FL6--16022017335997929400
13. http://autoline.hr/-/prodaja/rabljene/vatrogasna-vozila/MERCEDES-BENZ-1124AF-44--16021315303178676800
14. http://autoline.hr/-/prodaja/novi/vatrogasna-vozila/IVECO-Eurocargo-ML150E28-WS-4x4-Neufahrzeug--13120612272846019700

15. http://autoline.hr/-/prodaja/novi/vatrogasna-vozila/MAN-TGM-13-290-Einzelbereifung-4x4--15100610195399289900
16. http://autoline.hr/-/prodaja/novi/vatrogasna-vozila/IVECO-Eurocargo-ML150E28-WS-Fahrgestell-4x4-Neufahrzeug-Sofort-Verf--13121110345689287700
17. http://autoline.hr/-/prodaja/novi/vatrogasna-vozila/MAN-18-290--14072518522591593800
18. http://autoline.hr/-/prodaja/novi/vatrogasna-vozila/MAN-TGM-18-340-TLF-6000-NeuNew--14111917490456159100
19. http://autoline.hr/-/prodaja/novi/vatrogasna-vozila/IVECO-Trakker-GTLF-13-000-L-1-000-L--15061816004577923200
20. http://autoline.hr/-/prodaja/rabljene/vatrogasna-vozila/SCANIA-Scania-93M-250-Feuerwehr-Fire-Engine--16051320100836484900
21. http://autoline.hr/-/prodaja/rabljene/vatrogasna-vozila/VOLVO-FL6H--16042022382084965000
22. http://autoline.hr/-/prodaja/rabljene/vatrogasna-vozila/Dennis-Rapier--16050611322600937200
23. http://autoline.hr/-/prodaja/rabljene/vatrogasna-vozila/VOLVO-Volvo-FL6-15-Feuerwehr-Fire-Engine-Rustwagen-Geratewagen--15110518310495180300
24. http://autoline.hr/-/prodaja/rabljene/vatrogasna-vozila/MERCEDES-BENZ-Atego-1328--16061211191790228100
25. http://autoline.hr/-/prodaja/novi/vatrogasna-vozila/IVECO-Trakker-6x6--15091913354061303700
26. http://autoline.hr/-/prodaja/rabljene/vatrogasna-vozila/VOLVO-Angloco-16000ltrs-Water-tanker--14082916174414152700
27. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-MERCEDES-BENZ-26366x4--16071123340157241200.html
28. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-MERCEDES-BENZ-1120-AF--16060319551553023600.html
29. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-MERCEDES-BENZ-SK-1935-F-HLF-24--16041515482025736100.html
30. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-IVECO-Euro-Fire-FF95E18W--16081915070306337200.html
31. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-MAN-19-272-FA--15100612125182871100.html
32. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-IVECO-Eurocargo-ML150E28-WS-4x4-Neufahrzeug--13120612272846019700.html
33. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-MAN-18-290--14072518522591593800.html
34. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-MAN-TGM-18-340-TLF-6000-NeuNew--14111917490456159100.html
35. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-IVECO-Trakker-GTLF-13-000-L-1-000-L--15061816004577923200.html

36. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-IVECO-120-25-4X4-mit-Wasser-und-Schaumtank--16042611010831662200.html
37. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-MERCEDES-BENZ-1222-AF-LF-16-12--16041515411636718200.html
38. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-MERCEDES-BENZ-SK-1831K-HLF-24--16070318071075516000.html
39. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-MERCEDES-BENZ-1124-AF-LF-1612-Metz--16062419241561688500.html
40. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-RENAULT-THOMAS-SP-1423-4x4--16071609123922902600.html
41. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-MERCEDES-BENZ-1222-AF-Feuerwehr-TLF-1625-4x4-2-500l-Wasser-Feuer--16070812114435121000.html
42. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-DAF-LF-BRANDWEERAUTO-FIRETRUCK-16-312-km--16062811200953849400.html
43. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-RENAULT-G230-Camiva-316--16062811141755485100.html
44. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-IVECO-120-23-AW--16021719372819121700.html
45. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-VOLVO-FL10--14092522073400984500.html
46. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-VOLVO-FL-10-FL12-380-Hk--16041413571885216200.html
47. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-MERCEDES-BENZ-1428-AF--16061118241656867200.html
48. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-IVECO-120-8211-25-AW--16061017030982929900.html
49. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-MERCEDES-BENZ-AXOR-1929--15121516210471968900.html
50. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-MERCEDES-BENZ-1835--15070719462506552500.html
51. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-DAF-LF-55-BRANDWEERWAGEN-FIRETRUCK--16060501290237237900.html
52. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-VOLVO-FL10-Doka-Feuerwehr-Tank-Pumpe-Kran-S-Winde--15050823432498538400.html
53. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-IVECO-TRAKKER-AT380T38WH--16052401440346353200.html
54. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-IVECO-160-30-TLF2450-4x4-Allrad-5000L-Wasser--15050713460303944100.html
55. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-RENAULT-PREMIUM-260-GBARt-2-524-GIMAEX--15032700041770130400.html
56. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-MERCEDES-BENZ-1524-GBA-320-SIDES--15032700041022692900.html

57. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-SCANIA-P94-GCBA-348-VANASSCHE--14121300540319332300.html
58. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-RENAULT-MIDLINER-M180-GBA-316-CAMIVA--16011600434995118500.html
59. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-IVECO-EURO-CARGO-130E23-CAMIVA--15090500582012760100.html
60. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-MAN-19-322-GCBA-5-540-ROSENBAUER--16041314250333765600.html
61. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-RENAULT-MIDLINER-S170-GBA-316-CAMIVA--16020523022097834900.html
62. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-MAN-18-340--16021617093052417300.html
63. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-MERCEDES-BENZ-1222-AF-Feuerwehr-TLF-1625-4x4-2-500l-Wasser--15102214115751984200.html
64. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-IVECO-Magirus-120-23AW-RW2-Rustwagen-4x4-Feuerwehr--14051312294753660900.html
65. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-IVECO-120-23-AW-LF-1612-Feuewehr-1-600l-Wasser-4x4--14100717202398779100.html
66. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-IVECO-160-30-LF-24-Feuerwehr-4x4-2-000l-Wasser-Schaum--14092913483368536900.html
67. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-SCANIA-P410-4x4--13121100433885106800.html
68. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-IVECO-150-34-AW-TLF-Feuerwehr--15111117213647295600.html
69. http://autoline.info/sf/municipalutility-machinery-fire-truck-THOMAS-CONSTRUCTEURS-SIDES-VIM24-ARFF--16031513131989892700.html
70. https://www.machinio.com/listings/14292426-1994-mercedes-benz-1124-af-lf-16-12-metz-fire-truck-in-nordkirchen-germany
71. http://autoline.hr/-/prodaja/novi/vatrogasna-vozila/MAN-TGM-18-340-TLF-6000-NeuNew--14111917490456159100
72. http://www.unimog.hr/posebna-zastita-vozila-za-sumske-pozare.html
73. http://www.hvz.hr/arhiva-vatrogasnog-vjesnika/