

Korištenje vatrogasnih cijevi kod gašenja požara i kontrola njihovih tehničkih osobina

Smolčić, Igor

Master's thesis / Diplomski rad

2025

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:115:264299>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-27**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Metallurgy University of Zagreb - Repository of Faculty of Metallurgy University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

METALURŠKI FAKULTET

Igor Smolčić

DIPLOMSKI RAD

Sisak, veljača 2025.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
METALURŠKI FAKULTET

Sigurnost, zdravlje na radu i radni okoliš

Igor Smolčić

KORIŠTENJE VATROGASNIH CIJEVI KOD GAŠENJA POŽARA I
KONTROLA NJIHOVIH TEHNIČKIH OSOBINA

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Marko Kršulja

Članovi povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada:

prof. dr. sc. Anita Begić Hadžipašić, predsjednica

izv. prof. dr. sc. Marko Kršulja, član

izv. prof. dr. sc. Ivan Jandrlić, član

izv. prof. dr. sc. Martina Lovrenić-Jugović, zamjenski član

Sisak, veljača 2025.

KLASA: 602-03/24-05/04

URBROJ: 2176-78-24-01-192

Sisak, 26. rujna 2024.

Temeljem točke IX. Naputka o diplomskom radu i diplomskom ispitu Pravilnika o studiranju na preddiplomskim studijima i diplomskom studiju Metalurškog fakulteta i članka 20. Statuta Metalurškog fakulteta, Fakultetsko vijeće na svojoj 12. redovitoj sjednici u akad. god. 2023./2024. od 26. rujna 2024. godine (t. 8), a na prijedlog Povjerenstva za nastavno područje djelovanja, donosi sljedeću

ODLUKU

o odobravanju teme, imenovanju mentora i Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada

I.

Studentu sveučilišnog diplomskog studija *Sigurnost, zdravlje na radu i radni okoliš* u izvanrednom statusu **IGORU SMOLČIĆU** (0016089362) za mentora diplomskog rada pod naslovom "Korištenje vatrogasnih cijevi kod gašenja požara i kontrola njihovih tehničkih osobina" ("Use of fire hoses extinguishing and control of their technical characteristics") imenuje se **izv. prof. dr. sc. Marko Kršulja**.

II.

Studentu iz točke I. ove Odluke imenuje se Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada u sastavu:

1. prof. dr. sc. Anita Begić Hadžipašić, Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet – predsjednica,
2. izv. prof. dr. sc. Marko Kršulja, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli Tehnički fakultet u Puli – član,
3. izv. prof. dr. sc. Ivan Jandrić, Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet – član.

Za zamjensku članicu imenuje se izv. prof. dr. sc. Martina Lovrenić-Jugović, Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet.

III.

Ova Odluka stupa na snagu danom donošenja, čime se stavlja izvan snage Odluka Fakultetskog vijeća od 11. rujna 2024. godine (KLASA: 602-03/24-05/04, URBROJ: 2176-78-24-01-178).

IV.

Protiv ove Odluke može se uložiti prigovor Fakultetskom vijeću Metalurškog fakulteta u roku 8 dana od dana primitka iste.

Dostavljeno:

- 1 x Igor Smolčić
- 4 x mentor, članovi Povjerenstva
- 1 x Studentska referada
- 1 x Tajništvo
- 1 x pismohrana Fakultetskog vijeća
- 1 x pismohrana

Vršiteljica dužnosti dekanice
Metalurškog fakulteta

Izv. prof. dr. sc. Ivana Ivanić

Ivanić

IME:	Igor
PREZIME:	Smolčić
MATIČNI BROJ:	0016089362

Na temelju članka 19. stavak 2. Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu dajem sljedeću

IZJAVU O IZVORNOSTI

Izjavljujem da je moj ~~završni~~ / **diplomski** / ~~doktorski~~ rad pod naslovom:

Korištenje vatrogasnih cijevi kod gašenja požara i kontrola njihovih tehničkih osobina

izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

Sisak, 17.09.2024.

(vlastoručni potpis)

Izrazi koji se koriste u ovoj Izjavi, a imaju rodno značenje, koriste se neutralno i odnose se jednako i na ženski i na muški rod.

ZAHVALA

Najveća zahvala za potporu, pomoć i podršku tijekom cjelokupnog studiranja ide mojoj supruzi Mariji jer bez nje ovog željenog postignuća ne bi bilo. Zahvala mojoj kćeri Matildi za svo strpljenje i čekanje u brojnim odgodama koje sam imao radi učenja i polaganja ispita. Zahvala mojoj obitelji i prijateljima na preuzimanju dijela obveza koje sam prebacio na njih i oproštenim propuštenim druženjima.

Zahvala profesoru Marku Kršulji što je pristao biti mentor diplomskog rada i na ukazanom povjerenju i svim korisnim savjetima, informacijama i komentarima prilikom pisanja ovog diplomskog rada i predavaču Dariu Bognoli za pomoć i savjetovanje kod odabira teme, kao i pružene informacije o literaturi i izvorima informacija.

Zahvala profesorici Aniti Begić Hadžipašić, profesoru Ivanu Jandrliću i profesorici Martini Lovrenić-Jugović na savjetima, smjernicama i pozitivnim kritikama tijekom izrade diplomskog rada, ali i tijekom cijelog studiranja.

Zahvala svim profesorima i djelatnicima Metalurškog fakulteta na pruženoj pomoći i savjetima tijekom studiranja.

Ovo nije kraj, vidimo se u budućnosti obrazovno, poslovno ili u prolazu. Hvala vam svima.

Korištenje vatrogasnih cijevi kod gašenja požara i kontrola njihovih tehničkih osobina

Sažetak

U ovom diplomskom radu daje se uvid u to da su vatrogasne cijevi jedan od osnovnih i glavnih dijelova vatrogasne opreme koja u svakom trenutku mora biti sigurna i pouzdana za korištenje. Nadalje, navedena je podjela vatrogasnih cijevi i za koju namjenu se koriste. Korištenjem dostupne literature knjiga i časopisa, proizvođačevih uputa, tehničke dokumentacije, zakonskih odredbi i vlastitog iskustva u ovom radu prikazuje se kako se u jednoj profesionalnoj postrojbi koriste, održavaju i ispituju vatrogasne cijevi. Također se objašnjava i upravljanje cijevnim prugama koje nam pruža znanje o tome što se može očekivati od cijevi, što će se dogoditi ako cijevna pruga ide u visinu ili u duljinu te na koji način se mogu osigurati dovoljne količine vode za gašenje ako se u blizini nalazi vanjski izvor vode.

U eksperimentalnom dijelu rada provedene su vježbe kojima se pokazalo kako se koriste vatrogasne cijevi, kako se postavljaju cijevne pruge, kako se vatrogasne cijevi održavaju i ispituju te kako ih treba propisno skladištiti. Pravilnim korištenjem i vođenjem brige o vatrogasnim cijevima te nakon provedenih ispitivanja na njima možemo biti sigurni u to da će nas naše vatrogasne cijevi sigurno i pouzdano služiti na budućim vježbama i eventualnim intervencijama.

Ključne riječi: *vatrogasne cijevi, tlačne cijevi, usisne cijevi, cijevna pruga*

Use of fire hoses in fire extinguishing and control of their technical properties

Abstract

In this thesis, an insight is given into the fact that fire hoses are one of the basic and main parts of firefighting equipment that must be safe and reliable to use at all times. Furthermore, the division of fire hoses and the purpose for which they are used is specified. Using the available literature from books and magazines, manufacturer's instructions, technical documentation, legal regulations and my own experience, this paper shows how fire hoses are used, maintained and tested in a professional unit. The management of pipelines is also explained, which provides us with knowledge about what

can be expected from the pipeline, what will happen if the pipeline runs in height or in length, and how we can ensure sufficient quantities of water for extinguishing if we have an external water source nearby.

In the experimental part of the work, exercises were carried out that showed how to use fire hoses, how to lay pipe lines, how to maintain and test fire hoses, and how to properly store them. By properly using and taking care of fire hoses and after conducting tests on them, we can be sure that our fire hoses will serve us safely and reliably in future exercises and possible interventions.

Keywords: firehoses, delivery hoses, suction hoses, fire hose pipeline

Sadržaj

Popis slika.....	III
Popis tablica.....	III
Popis priloga.....	IV
Hipoteza rada.....	V
Cilj rada	V
1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1. POVIJEST VATROGASNIH CIJEVI	2
2.2. VATROGASNE CIJEVI.....	4
2.2.1. Usisne cijevi	4
2.2.2. Tlačne cijevi	9
2.2.3. Vatrogasne spojnice.....	11
2.2.4. Tkanje vatrogasnih cijevi.....	14
2.3. ODRŽAVANJE VATROGASNIH CIJEVI.....	17
2.3.1. Pranje i vizualni pregled cijevi	17
2.3.2. Sušenje vatrogasnih cijevi	19
2.3.3. Krpanje i vezanje cijevi	21
2.3.4. Talkiranje tlačnih cijevi	24
2.4. ISPITIVANJE VATROGASNIH CIJEVI.....	24
2.4.1. Tvorničko ispitivanje tlačnih cijevi	25
2.4.2. Tvorničko ispitivanje usisnih cijevi.....	32
2.4.3. Ispitivanje tlačnih cijevi u postrojbi	32
2.4.4. Ispitivanje usisnih cijevi u postrojbi.....	33
2.5. KORIŠTENJE VATROGASNIH CIJEVI	33
2.5.1. Korištenje usisnog voda.....	34
2.5.2. Postavljanje i korištenje cijevnih pruga.....	37
2.5.3. Oprema za polaganje tlačnih cijevi	47
3. EKSPERIMENTALNI DIO	48
3.1. RAZRADBA KORIŠTENIH TLAČNIH CIJEVI NA VJEŽBI „GRADINA 2024“	49
3.2. ISPITIVANJE VATROGASNIH CIJEVI.....	52
4. REZULTATI I RASPRAVA.....	54
4.1. Izračun nekorisne vode u tlačnoj cijevi:	55
4.2. Protok sredstva za gašenje kroz tlačne cijevi	58
4.3. Funkcionalno ispitivanje tlačnih cijevi u postrojbi	62
4.4. Funkcionalno ispitivanje usisnih cijevi u postrojbi	65

5. ZAKLJUČAK.....	67
PRILOG.....	69
6. LITERATURA.....	89
ŽIVOTOPIS	91

Popis slika

Slika 1. Prikaz prve stapne štrcaljke [1]	2
Slika 2. Kožna vatrogasna cijev [4]	3
Slika 3. Oprema za postavljanje usisnog voda	5
Slika 4. Postavljeni usisni vod na vatrogasnu motornu pumpu	6
Slika 5. Presjek usisne cijevi	6
Slika 6. Plastična usisna cijev za pretakanje pjenu ili rad s međumješalicom	8
Slika 7. „Storz“ ili bespolna vatrogasna spojnica [6]	12
Slika 8. Vatrogasna cijev s navojnim spojnica [7]	12
Slika 9. Presjek spoja navojne spojnice i vatrogasne cijevi [7]	13
Slika 10. Oznake na navojnim spojnica [7]	13
Slika 11. Četvrt okretna spojka [7]	14
Slika 12. Vitlo za brzu navalu s mlaznicom za vodu i nastavkom za dobivanje pjene	16
Slika 13. Pranje tlačnih cijevi uređajem za pranje	18
Slika 14. Vatrogasni toranj	19
Slika 15. Prozračna polica (regal) za sušenje tlačnih cijevi i odjeće [15]	20
Slika 16. Sušilo za vatrogasne cijevi [16]	21
Slika 17. Sastavni dijelovi "Storz" vatrogasne spojnice	22
Slika 18. Uređaj za vezivanje vatrogasnih Storz spojnice	23
Slika 19. Usisna i tlačna gumena brtva za spojnice vatrogasnih cijevi	23
Slika 20. Uređaj za talkiranje vatrogasnih cijevi	24
Slika 21. Prikaz određivanja izduženja i uvijanja cijevi	29
Slika 22. Uređaj za ispitivanje savijanja tlačnih cijevi	30
Slika 23. Oznake na tlačnim cijevima	31
Slika 24. Gašenje požara s motornom pumpom	35
Slika 25. Dobava vode za vatrogasno vozilo	35
Slika 26. Relejna dobava vode	36
Slika 27. Ispumpavanje vode tijekom poplave	36
Slika 28. Pretakanje zapaljivih tekućina	37
Slika 29. Sektori rada	38
Slika 30. Namatanje tlačne cijevi	39
Slika 31. Uređaj za namatanje tlačnih cijevi	40
Slika 32. Brzo vitlo i požar vozila	41
Slika 33. Napad na objekt garaže	41
Slika 34. Vodeni štit za sprječavanje širenja požara na ostatak garaže	42
Slika 35. Cijevna pruga preko balkona za obuhvatni napad	43
Slika 36. Podizanje mlaznice i "C" cijevi s užetom na balkon objekta	43
Slika 37. Držać cijevi	44
Slika 38. Prikaz relejne dobave vode kod požara otvorenog prostora [20]	44
Slika 39. Cijevna pruga za nabacivanje pjene	45
Slika 40. Shematski prikaz dubinosrkača [21]	46
Slika 41. Dubinska turbopumpa [21]	47
Slika 42. Oštećenje tlačne cijevi uslijed prelaska kamiona preko tlačne cijevi pod tlakom blizu spojnice	55
Slika 43. Skica tlačne cijevi (valjka) za izračun volumena	56
Slika 44. Laminarno strujanje tekućine u cijevi	61
Slika 45. Sušenje tlačnih cijevi prije ispitivanja	63
Slika 46. Postavljanje ispitne cijevne pruge	63
Slika 47. Provjera tlaka tijekom ispitivanja	64
Slika 48. Provjera tlaka u ispitivanoj cijevnoj pruzi	64

Slika 49. Skladište vatrogasnih cijevi.....	65
---	----

Popis tablica

Tablica 1. Dimenzije usisnih vatrogasnih cijevi [6]	7
Tablica 2. Dimenzije tlačnih vatrogasnih cijevi [10]	10
Tablica 3. Opisi tipičnih konstrukcija vatrogasnih cijevi [7]	15
Tablica 4. Prikaz dopuštenih odstupanja u proizvodnji tlačnih cijevi [8]	26
Tablica 5. Masa tlačne cijevi po dužnom metru po promjeru cijevi bez spojnica (Prilog 2.)	27
Tablica 6. Tlakovi ispitivanja tlačnih cijevi [2].....	28
Tablica 7. Polumjeri savijanja cijevi	30
Tablica 8. Tablica s količinama i promjerima cijevi u vozilima i po lokacijama.....	53
Tablica 9. Težine tlačnih cijevi ispunjenih vodom i težine prazne tlačne cijevi	57

Popis priloga

Prilog 1. Tehnička specifikacija proteinskog pjenila.....	69
Prilog 2. Tehnička specifikacija vatrogasnih cijevi.....	69
Prilog 3. Uvjerjenje i Izvještaj o periodičkom ispitivanju u IVS d.o.o.	70

Hipoteza rada

Hipoteza ovog rada je da su vatrogasne cijevi koje upotrebljava Profesionalna vatrogasna postrojba u gospodarstvu na lokaciji INA Sisak u skladu s normom HRN EN ISO 14540:2014 ili DIN EN 14811:2008 i kvalitetom koju proizvođač garantira atestom.

Cilj rada

Cilj ovog istraživanja je proučiti kako se koriste, održavaju, skladište i ispituju na propisan način vatrogasne cijevi koje upotrebljava Profesionalna vatrogasna postrojba u gospodarstvu na lokaciji INA Sisak (PVPG INA Sisak) koja je dio „INA Vatrogasnih servisa“ d.o.o., Član INA Grupe.

1. UVOD

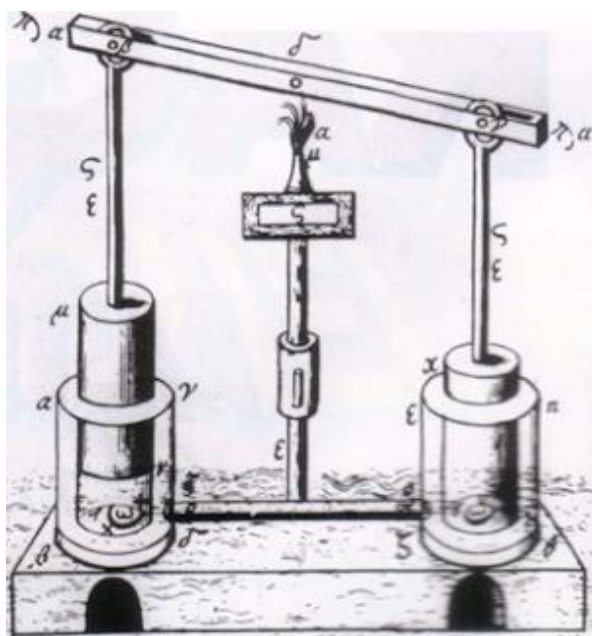
Vatrogasni posao je opasan i težak i sva oprema mora biti proizvedena u skladu s tehničkim specifikacijama i normama da bi se osiguralo sigurnosne uvjete kod intervencija i radnih zadataka te da bi mogla izdržati uvjete rada kojima je podvrgnuta tijekom korištenja na intervencijama ili vježbanju. Zbog toga se na vatrogasnoj tehnici i opremi provode pregledi, ispitivanja i kontrole s posebnom pozornošću. Ispitivanja i kontrole vatrogasne opreme provode se nakon postupka proizvodnje gdje se određeni broj primjeraka jedne šarže testira prema uvjetima Norme za određenu opremu i da li zadovoljavaju specifikaciju norme. Pregledi i funkcionalna ispitivanja vatrogasne opreme i tehnike provode se prema „Pravilniku o vatrogasnoj tehnici“ (NN 5/2021) [1] koji propisuje koja vatrogasna tehnika podliježe ispitivanju, koji su rokovi i postupci ispitivanja te sadržaj, oblik i način izdavanja isprave o ispravnosti vatrogasne tehnike. Vatrogasne cijevi same po sebi su osnovni i glavni dio vatrogasne opreme koja se ponovno upotrebljava iz intervencije u intervenciju i zbog toga je potrebno da su sigurne, pouzdane, robusne i lagane za korištenje. Kao takve vatrogasne cijevi moraju podlijegati i određenim normama [2] i pravilima koje će osigurati uniformiranost proizvodnje, korištenja, održavanja i ispitivanja. Samo takve vatrogasne cijevi koje koristimo i održavamo prema namjeni, vrsti i uputama proizvođača će nam biti sigurne za upotrebu i ponovno korištenje. Osnovni problem je što na tržištu postoje mnogi proizvođači vatrogasnih cijevi koji u svojoj proizvodnji koriste kombinacije mnogih tehnika i tehnologija izrade uz dostupnost raznih materijala i njihovih kombinacija, a koje moraju zadovoljavati iste norme. Zbog toga na tržištu morate dobro izabrati koja vatrogasna cijev je svojim tehničkim karakteristikama i optimalnom cijenom dovoljna za vaše potrebe jer cijev koja je dobra za DVD i gašenje požara na otvorenom neće biti dovoljno dobra za korištenje u kemijskoj industriji. Kod istraživanja za ovaj rad korišteni su izvori podataka iz raznih izvora poput stručnih knjiga, stručne literature, zbornika radova stručnih skupova, priručnika proizvođača opreme, internet stranica te prezentacija i interne dokumentacije raznih JVP-a, DVD-a, PVPG INA VP Sisak i dokumenata ispitnih ustanova za kvalitetu, provjeru ispravnosti i servis vatrogasne opreme povodeći se „Pravilnikom o vatrogasnoj tehnici“ [1]. U eksperimentalnom dijelu su korištene vatrogasne cijevi iz vozila i skladišta PVPG INA Sisak.

2. TEORIJSKI DIO

U teorijskom dijelu rada prvo ćemo proći kroz povijest vatrogasnih cijevi, kako su nastale i kako su se razvijale. U drugom dijelu ćemo upoznati moderne vatrogasne cijevi, njihovu podjelu, od čega se izrađuju i što je potrebno znati o njima da bi na intervencijama dobro upravljali s njima.

2.1. POVIJEST VATROGASNIH CIJEVI

Kroz cjelokupnu povijest vatrogastva koje seže još u Antiku i izuma stapne štrcaljke (250 pr.Kr.) u Aleksandriji [3] doprinijelo je razvoju vatrogastva (slika 1.). Kako se razvijalo društvo gradovi su postajali sve veći i rasprostranjeniji, kuće veće i više s više gorivog materijala te se iskazala potreba za boljom organiziranošću i boljom tehnikom. Tijekom godina razvijane su štrcaljke kao što je jednostepena drvena 1450., metalna 1500., dvocilindarska 1518. godine, a 1673. godine se pojavljuju prvi zapisi o vatrogasnim crijevima načinjenih od kože i zakovica (slika 2.) koje su uz pomoć spojnika produljivali na potrebne dužine. Tek s počecima industrijske revolucije 1829. godine izrađena je prva parna štrcaljka, a 1888. godine i prva stapna štrcaljka s benzinskim motorom [2].



Slika 1. Prikaz prve stapne štrcaljke [1]

Ali kako su kuće rasle u vis i pretvarale se u zgrade postajalo je sve teže gasiti sa štrcaljkama koje su bile na zaprežnim kolima jer su morale vući i spremnike s vodom za štrcaljke, a prijenosne štrcaljke su imale premali kapacitet da bi imale ikakav utjecaj na požar na drugom

katu zgrade ili na krovu. Tako su u Nizozemskoj braća Van der Heyden smislila način da povežu kožne vrpce sa zakovicama (slika 2.) te na taj način proizvedu prvu vatrogasnu cijev. Na ovaj način su mogli pomoći vatrogascima da priđu bliže vatri nego što su to mogla sama kola s fiksnim štrcaljkama.



Slika 2. Kožna vatrogasna cijev [4]

Prva vatrogasna cijev braće Van der Heyden nije bila osobito spretna za rukovanje. Bila je teška zbog velikog broja zakovica s kojima su spajane kože, lako je dolazilo do pojave napuknuća ili je bila previše rigidna ako se nije održavala na način da se morala mazati mastima životinjskog porijekla da ne ispuca, a na spojevima kod zakovica je puštala vodu i kod povlačenja je cijev mogla i puknuti te se s njom moralo pažljivo postupati. Ali ova cijev kao koncept je predstavljala smjer u kojem će se razvijati pristup gašenju požara. S napretkom tehnologija 1850. godine u Škotskoj su se pojavila lanene ili tkane cijevi koje su se mogle napraviti duže i manje su propuštale vodu na način da su u početku jako puštale, ali kako su se niti natopile vodom i zapunile tkanje tako su s dužim vremenom uporabe u istoj intervenciji postajale nepropusne. Njihov problem je bio što su se nakon svake intervencije morale sušiti u vatrogasnim tornjevima da se spriječi nastanak plijesni koje bi oslabile laneno tkanje.

Kasnije u tom razdoblju su se lanene cijevi premazivale s tekućom gumom kada je ona postala dostupna te se na taj način sprječavalo gubljenje vode, ali su time cijevi postajale glomaznije i teže za upotrebljavati. Za spajanje vatrogasnih cijevi upotrebljavane su brončane spojnice koje su omogućavale spajanje cijevi na kola i cijevi na cijev.

U to vrijeme se počeo razvijati i sustav vodovodnih mreža kroz gradove na koje su se onda postavljali hidranti. Ne zna se točno tko je izmislio hidrant jer su podaci izgubljeni, ali kroz povijest je zabilježeno da je prvi hidrant postavljen u američkom gradu Philadelphiji 1801. godine i za to je zaslužan Frederick Graff, Sr. koji je radio kao glavni inženjer Philadelphia Water Works Company [4]. Kroz hidrantski sustav smo dobili način dobave dovoljnih količina vode kroz cijelo jedno područje na siguran način. Tada su se vatrogasne cijevi počele koristiti na način da se spoje hidranti s vatrogasnim kolima i motornim pumpama kako bi se povećao tlak i time pobijedila visinska razlika i dobila brzina izlaska vode za daljinu nabacivanja ili kako bi se u cijevi moglo umiješati pjeno uložilo je za gašenje potrebna pjena. To je rezultiralo napretkom u gašenju požara koji se održao do danas.

2.2.VATROGASNE CIJEVI

Vatrogasna cijev je fleksibilna cijev čija je svrha da provede sredstvo gašenja od izvora do potrošača. Izvori vode kod gašenja mogu biti vanjski izvori poput otvorenih voda rijeka, jezera, bazena, spremnika ili hidranti na hidrantskim mrežama.

Vatrogasne cijevi dijelimo po namjeni na:

usisne vatrogasne cijevi - koje nam služe kod izvlačenja vode iz otvorenih izvora pomoću vakuum motornih pumpi

tlačne vatrogasne cijevi - koje nam služe za provođenje vode od hidrantske mreže do vozila i sredstava za gašenje od vozila do mlaznice

Svaka vatrogasna cijev se sastoji od spojnice koje nam omogućuju brzo i sigurno spajanje cijevi s uređajima, opremom i armaturama te same cijevi koja može biti izrađena od različitih modernih materijala i tekstilnih vlakana poput najlona, rajona, vinila ili gume.

Vatrogasne cijevi po dimenzijama dijelimo prema unutrašnjem promjeru cijevi i dužini cijevi. Promjer cijevi je isti za usisne i tlačne, dok je dužina različita.

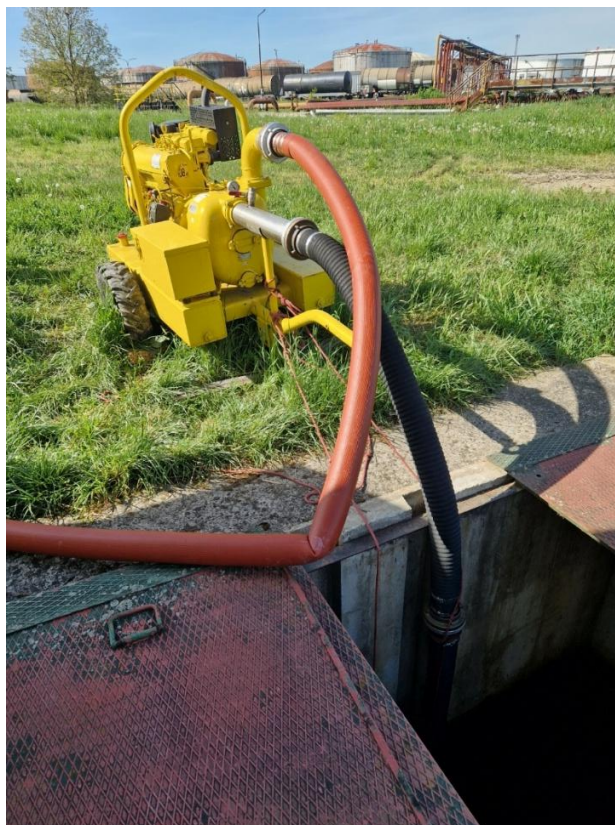
2.2.1. Usisne cijevi

Usisne vatrogasne cijevi služe nam za dobavu vode iz vanjskih izvora vode poput bara, jezera, rijeka, spremnika ili bazena za potrebe vatrogasne intervencije. Opremu za postavljanje usisnog voda vidimo na slici 3.



Slika 3. Oprema za postavljanje usisnog voda

Za potrebe sprječavanja usisa nečistoća u pumpu postavlja se usisna košara koja ima zaštitnu mrežu koja sprječava ulazak krupnijih nečistoća i krutina u pumpu i nepovratni ventil koji sprječava da nam voda izađe iz cijevi kada obustavimo rad pumpe. Jer ako imamo intervenciju na nekoj lokaciji i ako ćemo se nekoliko puta vraćati do vanjskog izvora vode, onda ćemo usisnu cijev ostaviti na lokaciji, a voda koja ostane u cijevi će nam smanjiti vrijeme svaki puta da dobijemo usis vode na rotor pumpe jer nećemo svaki puta trošiti vrijeme na stvaranje vakuuma u cijevi nego ćemo skoro odmah dobiti vodu u pumpu. Kao što vidimo na slici 4. usisna cijev nam je privezana s dva užeta. Imamo uže s torbicom koje služi da osiguramo usisni vod da ne padne u dubinu ili izvor vode u slučaju da nam se cijevi odspoje. Jedan kraj užeta je osiguranje na način da je cijev užetom pričvršćena na motornu pumpu ili neki čvrsti nosač koji može izdržati težinu usisne cijevi pune vodom. Uže je omotano oko usisne cijevi kod spojki da se osiguraju, a drugi kraj je spojen karabinom na fiksni nosač usisne košare (desno uže na slici 4.). Drugo uže (lijevo uže na slici 4.) je spojeno jednim krajem na pumpu ili neki čvrsti nosač, a drugi kraj je spojen na nepovratni ventil usisne košare da ga možemo otvoriti kada usisnu cijev vadimo van nakon intervencije kako bismo ispustili vodu iz usisne cijevi jer usisna cijev ispunjena vodom može težiti i do nekoliko desetaka kilograma.



Slika 4. Postavljeni usisni vod na vatrogasnu motornu pumpu

Usisne vatrogasne cijevi su izrađene od više slojeva gume koje daju nepropusnost, tekstila koji nam služi kao armatura da se guma ne rasteže i sa čeličnom spiralom koja omogućava zadržavanje poprečnog presjeka dok se u cijevi stvara podtlak za izvlačenje vode (slika 5.).



Slika 5. Presjek usisne cijevi

Kod postavljanja usisnog voda potrebno je da usisna košara bude cijela potopljena u vodu jer tokom usisavanja kod stvaranja podtlaka može doći do stvaranja vrtloga. Uslijed brzog uvlačenja vode kroz vrtlog ulazit će i zrak u usisnu cijev te tako može dovesti do nestanka vakuuma u cijevi. Time može doći do prekida rada usisa ili neravnomjernog rada vatrogasne motorne pumpe što može rezultirati njenim oštećenjem ili kvarom.

Dimenzije vatrogasnih usisnih cijevi su propisane normom za svaki presjek usisne cijevi (tablica 1.) s naglaskom da se po narudžbi može naručiti i duže cijevi ako se za time ukaže potreba. Na primjer većina vanjskih izvora nije uređena i ne može se prići blizu površine vode vatrogasnim vozilom ili vatrogasnom motornom pumpom pa usisna cijev može imati dulju horizontalnu komponentu. Kod uređenih prilaza ta razlika u visini između rotora pumpe i površine vode ne iznosi više od 1 do 2 metra. U industrijama u kojima postoje okna i šahte gdje je razlika u visini između rotora pumpe i površine vode veća od 3 metra to bi značilo da bi bilo potrebno spojiti i više od tri vatrogasne usisne cijevi te bi time imali više spojeva spojnicama što povećava rizik od gubitka vakuuma u cijevi. Ako damo izraditi po narudžbi vatrogasne usisne cijevi od 4 metra, možemo s dvije takve cijevi izvlačiti i s dubine od 5-6 metara.

Tablica 1. Dimenzije usisnih vatrogasnih cijevi [6]

Red.br.	Oznaka tipa cijevi	Dužina cijevi [m]	Unutarnji promjer cijevi [mm]	Minimalni dozvoljeni polumjer savijanja [r/mm]
1.	„A“	1,6 i 2,4	110	1000
2.	„B“	1,6	75	800
3.	„C“	1,6 i 3,0	52	400
4.	„D“	1,5	25	250

Osim vatrogasnih usisnih cijevi za potrebe dobave vode iz vanjskih izvora postoje i usisne cijevi od plastičnih masa s plastičnom spiralom (slika 6.) kao ojačanjem. Takve cijevi nam

služe kod nekih manje zahtjevnih poslova koji zahtijevaju cijevi sa stalnim presjekom poput pretakanja pjenila iz spremnika u vozila i obratno, postavljanja cijevne pruge za pjenu uz pomoć međumješalice i kanistra pjenila.



Slika 6. Plastična usisna cijev za pretakanje pjenila ili rad s međumješalicom

Početna dobava vode u usisnom vodu se zasniva na stvaranju podtlaka u kućištu vatrogasne motorne pumpe i usisnom vodu. Potreban podtlak se stvara u vakuum uređaju koji je sastavni dio vatrogasnih motornih pumpi. Radom vakuum uređaja u usisnom vodu ostvaruje se razlika tlakova između atmosferskog tlaka (okolišnog tlaka) i tlaka u kućištu pumpe i usisnom vodu te na osnovu te razlike podiže se stupac vode u usisnom vodu koja tada ulazi u vatrogasnu motornu pumpu. Atmosferski tlak od $101\,325\text{ Pa}$ može teorijski podići vodeni stupac vode na visinu od $10,33\text{ m}$. Međutim, tu teorijsku usisnu visinu nije moguće dobiti u praksi zbog prisutnosti raznih gubitaka koji se javljaju u radu pumpe, usisnom vodu ili samoj vodi. Zbog toga se stvarna dobava vode uzima manja od teorijske te uz pomoć Q-H dijagrama većina vatrogasnih motornih pumpi može garantirati učinke do $7,5\text{ m}$. Gubitci koji nam utječu na usisnu dobavu vode su:

- Temperatura voda
- Dinamički otpor
- Variranje atmosferskog tlaka
- Nadmorska visina
- Smanjenje nivoa vode
- Visina ulaznog otvora pumpe od tla

Ali i ovo je samo u idealnim uvjetima kada je sve ispravno jer ako koristimo stare vatrogasne usisne cijevi one mogu biti oštećene na spojnica, brtvama ili samoj cijevi ili žargonom „Negdje vuku zrak“ te nam se u usisnoj cijevi ne može stvoriti dovoljni vakuum da dobijemo vodu na rotor pumpe. Zbog toga je potrebno redovito provjeravati vizualno usisne cijevi na spojnica, zamijeniti brtve u spojnica ako su oštećene ili su postale prekrute uslijed starosti ili utjecaja sunca i funkcionalno ispitati cijevi da li drže vakuum.

2.2.2. Tlačne cijevi

Vatrogasne tlačne cijevi ili ponekad nazvane i „potisne“ su fleksibilne plosnate cijevi koje za cilj imaju prijenos sredstva za gašenje od vatrogasnog vozila ili hidranta do požara. Sredstvo za gašenje može biti voda, otopina za pjenu ili prah. Za spajanje vatrogasne motorne pumpe ili hidranta te manipulaciju i razvođenje sredstva za gašenje koristimo se s vatrogasnim armaturama.

Vatrogasne plosnate tlačne cijevi su normirane s HRN EN ISO 14540:2014 [2] – „Nepropusne plosnate cijevi za stabilne sustave“, dok su s Normom HRN EN 1947:2014 „Vatrogasne polukrute tlačne cijevi i cijevni sklopovi za pumpe i vozila“ [9] normirane polukrute tlačne cijevi i cijevni sklopovi.

Kao što vidimo u tablici 2. promjeri i dužine tlačnih cijevi su normirane jer ako znamo dužinu tlačnih cijevi koje imamo u vatrogasnim vozilima možemo donijeti pravovaljanu odluku koliko nam je tlačnih cijevi potrebno kod neke intervencije za postavljanje tlačne cijevne pruge. Osim standardnih „A“, „B“, „C“ i „D“ tlačnih cijevi imamo i specijalne cijevi koje koristimo kao polukrute tlačne cijevi na vitlima za brzu navalu koje koristimo kada nam je bitna brzina poput požara na automobilima, otvorenim površinama i kada moramo brzo djelovati da nešto zaštitimo ili spriječimo brzo širenje požara. To su specijalne debelostijene cijevi izrađene od gume i ojačane s tkanim tekstilnim vlaknima da se spriječi deformacija cijevi kod većih pritisaka. One se ne koriste u zatvorenim prostorima jer su dosta nepraktične kod manipulacije zbog svoje težine i krutosti i označavaju se slovom „S“.

Tablica 2. Dimenzije tlačnih vatrogasnih cijevi [10]

Red.br.	Oznaka tipa cijevi	Dužina cijevi [m]	Unutarnji promjer cijevi [mm]
1.	„A“	15, 20	110
2.	„B“	15, 20	75
3.	„C“	15, 20	52
4.	„C42“	15, 20	42
5.	„D“	5, 10, 15, 20	25
6.	S28	30	28
7.	S31,5	30	32

2.2.2.1. Armature za spajanje na tlačne cijevi

Armature za spajanje tlačnih cijevi nam koriste za manipulaciju toka sredstva za gašenje, otvaranje i zatvaranje protoka, smanjenje tlaka, usmjeravanje mlaza sredstva za gašenje i na tlačne cijevi se spaja pomoću spojnika. Tako armature možemo podijeliti na nekoliko skupina:

Vatrogasne armature za regulaciju tlaka – Ventili, zasuni, slavine i zaklopke - kojima reguliramo protok i tlak u cijevima ili na opremi,

Vatrogasne spojnice – cijevne, stabilne, slijepe, prijelazne – kojima se služimo za međusobno spajanje cijevi i cijevi i ostale vatrogasne opreme i tehnike,

Vatrogasne mlaznice za vodu – obične mlaznice, mlaznice sa zatvaračem, univerzalne mlaznice, pištolj mlaznice, mlaznice za raspršenu vodu, monsun mlaznice, dubinske mlaznice, vodeni štit, čistači kanala, fleksibilne mlaznice i bacači – kojima se služimo za usmjeravanje i formiranje mlaza vode prema požaru,

Vatrogasne armature – ublaživač reakcije mlaza, razdjelnice, sabirnice, usisne košare, uređaji za ograničenje tlaka, dubinosrkači,

Vatrogasne mlaznice za pjenu – mlaznice za tešku pjenu, mlaznice za srednje tešku pjenu – koje imaju zadatak formiranja pjene pomoću dodavanja zraka otopini vode i pjenila i usmjeravanja prema požaru, prekrivanju zapaljivog materijala ili objektu kojeg štitimo,

Generator lake pjene – oprema u kojoj dobivamo ekspanziju pjene više od 200 i koristimo u zatvorenim prostorima poput garaža i podruma,

Međumješalica – oprema za dodavanje pjenila u tlačni vod vode te dobivanja otopine za mehaničku pjenu – mora se upariti s mlaznicom za pjenu jer moraju biti iste oznake i protoka.

Vatrogasna pjena je otopina vode i pjenila (proteinskog ili sintetskog) koja nam služi za gašenje i gušenje para zapaljivih tekućina, plinova i krutina smanjenjem ili sprječavanjem pristupa zraka (kisika). Vatrogasna pjena se najčešće dobiva kao mehanička pjena odnosno ubacivanjem zraka prolaskom otopine kroz mlaznicu za pjenu. Ekspanzija pjene je bezdimenzionalni broj koji označava povećanje volumena otopine u odnosu na volumen dobivene pjene.

2.2.3. Vatrogasne spojnice

Za spajanje na motornu pumpu, hidrantski sustav, opremu, armature ili cijevnu prugu su korištene spojnice. Takve spojnice su imale zadatak da se mogu lagano i brzo spojiti i da spojevi izdrže tlak vode u cijelom sustavu [5]. Danas su najčešće u uporabi tri vrste „Storz“, navojne i „Nakajima spojnice“. Svaka od ovih spojnica ima svoje prednosti i mane. Proizvode se od mesinga ili aluminijskih i magnezijevih legura.

2.2.3.1. „Storz“ ili bespolna spojnica

Ova spojnica je napravljena tehnikom tlačnog istiskivanja metala za grlo i lijevanjem za tijelo spojnice. Metali korišteni u izradi su aluminij ili aluminijeve legure, a po specijalnoj narudžbi mogu biti i od mesinga. Vrlo lagane za korištenje i spajanje pomoću dva zuba (slika 7.) koja ulaze u konusni utor i zakrenu se za četvrtinu kruga. Veće dimenzije ovakvih spojnica od 125 mm i 150 mm imaju tri zuba. Kod ovih spojnica zubi su skriveni u tijelu spojnice te kod spajanja su zaštićeni od udaraca i oštećenja. Nedostatak je to što kada su odspojene moguć je ulazak nečistoća ili komada materijala koji mogu onemogućiti cijeli obim okreta kod spajanja. Zbog toga se prije spajanja moraju provjeriti konusni ulazi na obje spojke radi sigurnosti spoja.



Slika 7. „Storz“ ili bespolna vatrogasna spojnicica [6]

2.2.3.2. Navojne spojnice

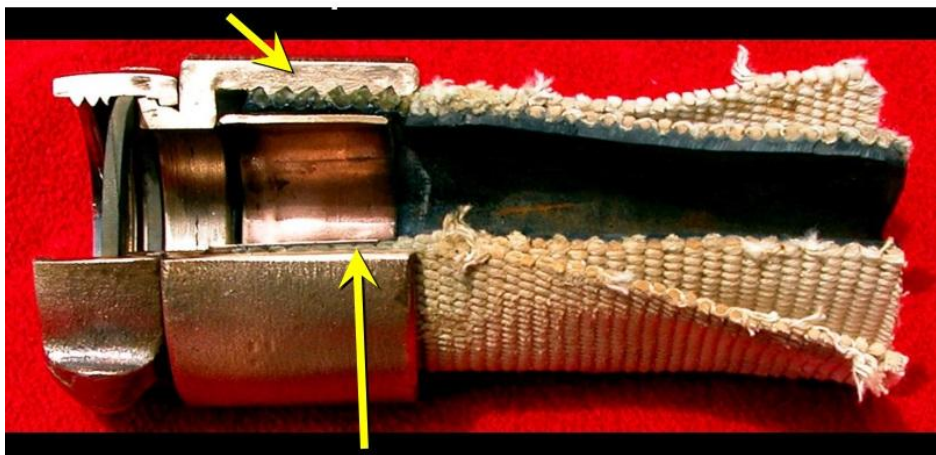
Navojne spojnice na vatrogasnih cijevima se koriste na način da i ostala oprema mora biti s navojnim spojnicaama kao i hidrantska mreža ili se moraju koristiti adapteri da se spoje razne vrste spojnica. Navojne spojnice moraju biti unutarnji (ženski) navoj i vanjski (muški) navoj da bi se mogle spojiti (slika 8.).



Slika 8. Vatrogasna cijev s navojnim spojnicaama [7]

Spajanje vatrogasne cijevi i spojnice se provodi na način da se vatrogasna cijev postavi unutar vanjskog tijela navojne spojnice i onda se umetne ekspanzivni prsten koji će svojim širenjem zapuniti nazubljenu koljenicu tijela spojnice (slika 9.). Zatim se postavi brtva.

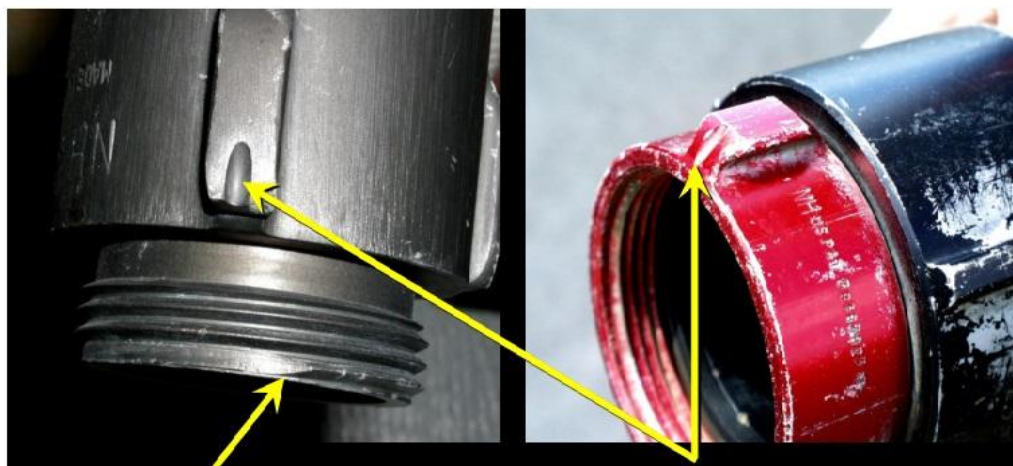
Nazubljena unutarnja koljenica



Unutarnji ekspanzivni prsten

Slika 9. Presjek spoja navojne spojnice i vatrogasne cijevi [7]

Kod spajanja cijevi mora se obratiti pozornost na spojnica gdje se nalaze oznake gdje počinje navoj. Početak navoja je označen s oznakama da se spriječi kros navoj te se time oštete navoji na spojnica čime bi spojnice bile za otpis i spriječi slabljenje spoja u intervenciji (slika 10.).



Početak navoja na "muškom navoju" nalazi se kod oznake na koljenici.

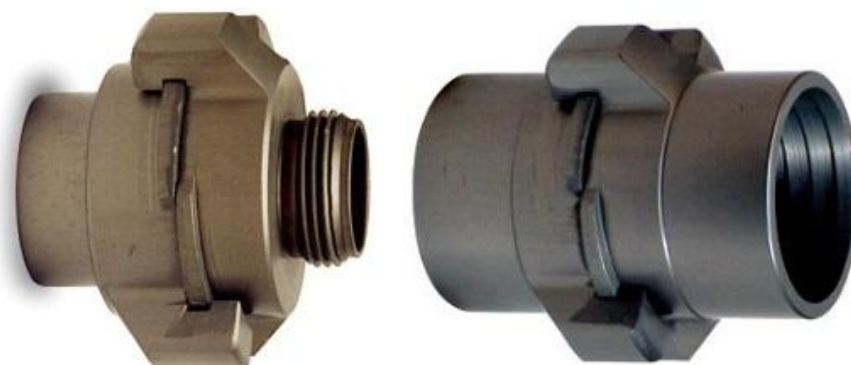
Oznake početka navoja na "muškom" i "ženskom" navoju koji se moraju poklopiti kod spajanja da se spriječi kros navoj.

Slika 10. Oznake na navojnim spojnica [7]

Najveći nedostatak ovih spojnica je što se mora paziti kod polaganja cijevne pruge koji kraj cijevi mi spajamo, a koji predajemo osobi koja spaja drugu cijev, armaturu ili mlaznicu.

2.2.3.3. Četvrt okretne spojke

Četvrt okretna spojka je vrlo slična „Storz“ spojki, a glavna razlika je što se zub i konus nalaze s vanjske strane tijela spojke te su time izložene udarcima, ali je manja mogućnost da će u brzini nečistoće ili strani predmeti spriječiti spajanje (slika 11.).



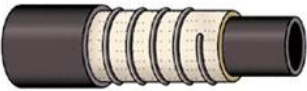
Slika 11. Četvrt okretna spojka [7]

2.2.4. Tkanje vatrogasnih cijevi

Sama izrada modernih vatrogasnih cijevi se promijenila u poliester, rajon, vinil, najlon i gumu koji imaju puno bolja svojstva za dugotrajno korištenje cijevi od prirodnih vlakana. Poliester se prede u niti od kojih se radi tekstilno platno (komercijalni naziv *trevira*) čije gusto tkanje sprječava da se cijev širi pod pritiskom i osigurava nam fleksibilnost, dok nam gumeni unutarnji premaz osigurava nepropusnost. Rajon, vinil i najlon se nanose na cijevi kao zaštite od habanja, ili agresivne kapljevine. Osim što su moderna poliesterska vlakna duža i čvršća od prirodnih u omjeru 4:1 i znatno manje upijaju vlagu (0,3 – 0,4 % naspram 15-20 % kod prirodnih materijala) [8] imaju i dulji vijek trajanja, lakše su, elastičnije i otpornije na visoke i niske temperature. Lakše se održavaju i otpornije su na habanje kod povlačenja na tvrdim površinama, a uz određene impregnacije mogu biti i otporne na agresivne kapljevine. U novije vrijeme vatrogasne tlačne cijevi se rade i od kombinacije sintetičkih vlakana i gume čime se povećava otpornost na više radne tlakove i lakše se održavaju jer ih poslije upotrebe nije potrebno sušiti i talkirati jer ne postoji opasnost od nastanka gljivica i plijesni. Vatrogasne tlačne cijevi su time i dugotrajnije jer vrijeme starenja poliesteru u odnosu na starenje cijevi od prirodnih materijala je zanemarivo. Poliesterske niti

su kružno tkane na specijalnim tkalačkim stanovima tako da se vežu dva sustava niti po zakonima tkalačkog veza koji se nazivaju potka i osnova. Potka je kružno tkana dok se osnova duž cijevi isprepliće s potkom. Tkanje mora biti bez čvorova i grešaka, odnosno glatko i ravnomjerno jer ćemo time smanjiti gubitak tlaka u cijevi. Unutrašnji dio cijevi se može gumirati ili plastificirati. U tablici 3. vidimo neke od konstrukcija vatrogasnih cijevi.

Tablica 3. Opisi tipičnih konstrukcija vatrogasnih cijevi [7]

Red . Br.	TIP	KONSTRUKCIJA	OPIS	Slika stvarnih cijevi
1.	Ojačana tlačna cijev		-vanjski omot od gume -unutarnji omot od gume -ojačanje od tekstila	
2.	Upletena tlačna cijev		-jedna ili dvije upletene tekstilne košuljice -unutarnji omot od gume	
3.	Impregnirana jednoslojna tlačna cijev		-plastificirani vanjski omot -plastificirani unutarnji omot	
4.	Usisna cijev stalnog presjeka		-vanjski omot od gume -spirala od čelične žice -tekstilno ojačanje -unutarnji omot od gume	
5.	Fleksibilno usisna cijev stalnog presjeka		-vanjski omot od gume -spirala od plastičnih niti -tekstilno ojačanje -unutarnji omot od gume	

Specijalne tlačne cijevi

Osim plosnatih tlačnih cijevi imamo i specijalne tlačne cijevi koje se označavaju slovom „S“ i promjera su 28 ili 31,5 mm, a koriste se na vitlima za brzu navalu u vatrogasnim vozilima. Na vitlu se namotava od 30 do 50 metara neprekinute dužine takve cijevi koja na kraju ima spojnicu „C“ za spajanje armatura mlaznica vode i/ili mehaničke pjene. Na slici 12. vidimo vitlo za brzu navalu s mlaznicom za vodu i nastavkom za mlaznicu pomoću koje dobivamo neaspiriranu pjenu.



Slika 12. Vitlo za brzu navalu s mlaznicom za vodu i nastavkom za dobivanje pjene

2.3. ODRŽAVANJE VATROGASNIH CIJEVI

Održavanje vatrogasnih cijevi je jedan od svakodnevnih poslova u vatrogasnoj postrojbi. Svaka usisna ili tlačna cijev se mora pregledati poslije svake uporabe na intervenciji ili vježbi jer u svaku cijev moramo biti sigurni da će se moći pouzdano koristiti kada nam je najpotrebnije. Za održavanje vatrogasnih cijevi imamo određene postupke i radnje koje moramo izvršiti. Cijevi moraju biti čiste, bez oštećenja te ih je potrebno vizualno pregledati i moraju se funkcionalno ispitati prije nego se stave u vozilo za ponovnu upotrebu ili u skladište.

2.3.1. Pranje i vizualni pregled cijevi

Pranjem cijevi skidamo sve nečistoće s cijevi nakon upotrebe na intervenciji ili vježbi. Prema smjernicama izdanim u National Fire Protection Association (NFPA) 1962: Standard for the Care, Use, Inspection, Testing and Replacement of Hose, Couplings, Nozzles, and Appliances daje smjernice prema najboljoj praksi za pranje cijevi i njihovom sušenju koje se treba obaviti nakon intervencije ili u periodičkom pregledu [13].

A smjernice su:

- Cijevi se čiste nakon svake upotrebe,
- Cijevi s vanjskom impregnacijom polimerom mogu se samo obrisati na suho,
- Ako se prljavština ne može temeljito očistiti s cijevi ili ako je cijev došla u doticaj sa štetnim tvarima, cijev je potrebno oprati,
- Ako je cijev došla u dodir s opasnim tvarima, mora se dekontaminirati prema uputama i metodama za taj kontaminant,
- Cijevi ne sušiti na vrućim površinama (asfalt, beton) i intenzivnoj sunčevoj svjetlosti.

Prije pranja, cijevi se moraju u cijelosti odmotati i položiti na ravnu površinu te na suho sa četkom obrisati od krutih nečistoća i pregledati vizualno spojnice. Pranje cijevi se odvija kroz uređaj za pranje (slika 13.). Postoji nekoliko vrsti uređaja za pranje vatrogasnih cijevi. Jedan od njih je uređaj koji se spaja na hidrant i s tlakom od 3-4 bara pere cijevi vodom. On se sastoji od spojnice za priključak vode za pranje, nekoliko mlaznica koje su usmjerene pod kutom i stvaraju stožasti mlaz, tijela uređaja i podnožja s koritom za pranje. Kod ovakvih jednostavnih uređaja mlaznice su pod kutom kako bi svojim mlazom odgurivale cijev u smjeru mlaza dok vatrogasci povlače cijev prema nazad tako da se pojedini dijelovi cijevi

mogu dobro oprati. Drugi takav uređaj je s rotacionim četkama i mlaznicama gdje četke pokreće elektromotor. Korištenje vatrogasnih cijevi u intervencijama izlaže je raznim kemikalijama koje su danas u uporabi i s kojima može doći u doticaj tijekom intervencije. Zbog toga prema smjernicama [13] potrebno je dobro kasnije na mjestu intervencije pregledati i utvrditi ako je došlo do doticaja s agresivnom tvari da se utvrdi s kojom i sa čime se to može očistiti odnosno oprati.



Slika 13. Pranje tlačnih cijevi uređajem za pranje

Visokotlačni perači se ne preporučuju za korištenje i pranje vatrogasnih cijevi jer rade na vrlo visokim tlakovima od 100 bara i više te je moguće tlačnu cijev oštetiti mlazom vode visokotlačnog perača.

Ako su se koristile za bacanje pjene onda ih moramo isprati sa čistom vodom na način da pustimo da voda prolazi kroz cijevi u punom profilu inače nam se može dogoditi da nam se cijev slijepi i nakon talkiranja što nam može uzrokovati probleme s protokom na sljedećoj intervenciji. Ako su se cijevi koristile u ugljikovodicima i korozivnim agensima, onda je dobro nakon pranja ih osušiti i pregledati ako ima zaostalih mjesta s nečistoćama.

Nakon pranja cijevi potrebno je vizualno pregledati cijevi i spojnice zbog eventualnih mehaničkih oštećenja. To mogu biti pukotine na spojnica ili porezotine na cijevima. Spojnice se pažljivo pregledavaju kako bi se otkrila moguća oštećenja tijela spojnice, a utori za nazublivanje da nema opstrukcije u utorima. Oštećenje cijevi može se pojaviti na kraju vrata spojke, treba pregledati da li je prisutno oštećenje žice za vezivanje i brtve, pomno se

pregledava brtvena površina na tlačnim i usisnim cijevima. Kod zamjene brtvi potrebno je pripaziti da se ne zamijene.

2.3.2. Sušenje vatrogasnih cijevi

Danas tlačne cijevi možemo sušiti na različite načine. Prvi od tih načina su tornjevi kojima se koristimo od početaka korištenja cijevi gdje su se cijevi sušile slobodno viseći sa stropa. Takvo sušenje je trajalo zavisno od vanjskih vremenskih utjecaja, te da li je postojalo unutarnje grijanje u zimskim mjesecima. U takvim tornjevima cijevi su se sušile i po nekoliko dana (slika 14.). Zauzvrat su vatrogasci imali visoki toranj s kojeg su mogli pratiti okoliš i pojavu dima na obzoru, stepenište s kojeg su mogli vježbati s ljestvama ili polaganje cijevnih pruga u zgradama i druge vježbe.



Slika 14. Vatrogasni toranj

Većina vatrogasnih cijevi se danas suši u policama (regalima) za sušenje cijevi i u takvim regalima se cijev suši po 4-5 sati (slika 15.). Regali mogu raditi kao ventilacijski ili kondenzacijski. Većina modernih regala radi na principu kondenzacije. Tlačne cijevi postavimo namotane na police u nekoliko redova i zatim se pokrene program sušenja za cijevi. Regal im grijač zraka regala koji zagrijava unutrašnjost regala na maksimalno 38°C [14] i takav zrak zasićen vlagom se hladi na stijenkama regala ili posebnim hladnjacima i kondenzira te se prikuplja u posudu koja se nalazi van regala. Ovakvi regali osim za sušenje tlačnih cijevi mogu služiti i za sušenje oprane radne i zaštitne opreme poput zaštitnih jakni i hlača kada maknemo police i postavimo kuke za sušenje odjeće [15].



Slika 15. Prozračna polica (regal) za sušenje tlačnih cijevi i odjeće [15]

Jedan od novijih načina je i sušenje pomoću uređaja za sušenje cijevi (slika 16.) svih promjera na način da na ulazu imaju ventilator koji upuhuje zrak preko grijača i na takvim uređajima sušenje cijevi traje od 5 do 8 minuta za dvije do tri cijevi. Na ovaj način je dobro sušiti cijevi ako postrojba nema veliku količinu cijevi ili nema prostora u postrojbi za toranj.



Slika 16. Sušilo za vatrogasne cijevi [16]

2.3.3. Krpanje i vezanje cijevi

Krpanje cijevi se više ne izvodi u svakoj vatrogasnoj postrojbi jer proces krpanja sintetskih i plastificiranih cijevi zahtijeva proces vulkanizacije ako se radi o gumenom ulošku u cijevi i lijepljenjem kod plastificiranih cijevi. Procesi su dugotrajni, zahtijevaju posebnu opremu i uređaje koji financijski nisu isplativi malim i srednjim postrojbama i dobrovoljnim društvima.

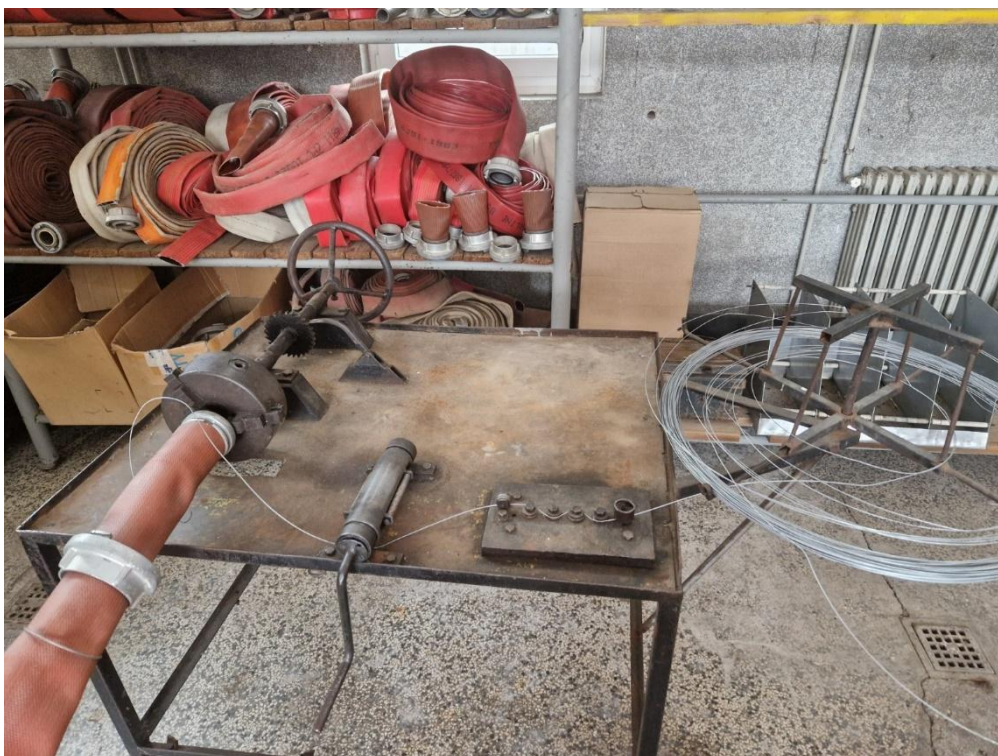
U slučaju probijanja cijevi na intervenciji ili vježbi koristimo cijevne poveznice za brzu sanaciju do kraja intervencije ili vježbe. U slučaju probijanja cijev se ne može skratiti prevezivanjem s tvorničkih 15 m na kraću duljinu – npr. 11 m i zatim staviti u vozilo. To se ne radi zbog toga što vatrogasci već iskustveno znaju pri korištenju određene dužine cijevi koliko takvih cijevi im je potrebno da sastave cijevnu prugu od vozila do mjesta intervencije. Bilo kakvo skraćivanje takvu procjenu može dovesti u pitanje, a onda gubimo dragocjeno vrijeme da bi u cijevnu prugu ubacili još jednu cijev ili zamijenili kraću s duljom.

Vezanje cijevi se izvodi kada nam se na cijevi ošteti spojnica, ili nam se žica za vezivanje ošteti te ju je potrebno prevezati.



Slika 17. Sastavni dijelovi "Storz" vatrogasne spojnice

Spajanje cijevi i „Storz“ vatrogasnih spojnica (slika 17.) se izvodi pomoću pocinčane čelične žice koja se namata pomoću posebnog stroja (slika 18.). Spojnica se rastavi na elemente, tijelo spojnice i prsten za osiguranje se navuku na cijev, a grlo spojnice se stavi unutar cijevi. Zatim grlo cijevi učvrstimo na rotacionu glavu te pomoću napinjača žice omotamo žicu na mjestima utora na grlu spojnice. Počinjemo s vanjskim utorom i nakon dva do osam namotaja podvlačimo žicu i prebacujemo se na unutarnji utor, nakon dva do osam namotaja podvlačimo žicu i omatamo je na završnom dijelu. Broj namotaja ovisi o promjeru cijevi. Prevlačimo tijelo spojnice preko grla i stavljamo prsten za osiguranje. Završni kraj žice za omatanje grla završava unutarnjim utorom da nam završetak vezivanja ostane sakriven u tijelu spojnice, jer završetak koji je dosta oštar može oštetiti cijev ili drugu cijev tijekom transporta, nošenja ili da se vatrogasac ne ozlijedi tijekom korištenja. Na kraju se u spojnice stavlja brtva od gume.



Slika 18. Uređaj za vezivanje vatrogasnih Storz spojnice

Spojnice imaju brtvu koja je različita za usisne i tlačne cijevi kao što vidimo na slici 19. Dok je tlačna brtva ravna, usisna brtva ima uzdignuće na gornjem vanjskom rubu tako da kada se dvije usisne brtve spoje što bolje priliježu jedna na drugu (slika 19.).



Slika 19. Usisna i tlačna gumena brtva za spojnice vatrogasnih cijevi

Za različite promjere cijevi koristi se različiti broj navoja žice na tijelu grla spojnice. Žica koja se koristi je pocinčana čelična žica promjera 1,4 do 1,8 mm sa zateznom čvrstoćom od 450 N cm^{-2} . Pri vezivanju „A“ i „B“ tlačnih spojnice se koristi šest do osam navoja u dva veza, kod „C“ tlačne cijevi, koriste se četiri navoja u dva veza, a kod „D“ tlačne cijevi tri navoja s dva veza [6]. Usisne cijevi su s istim brojem navoja, ali se sve usisne cijevi rade s tri veza.

2.3.4. Talkiranje tlačnih cijevi

Talkiranje tlačnih cijevi se provodi iz razloga da se spriječi slijepljivanje tlačnih cijevi i produlji vijek gumenih i plastificiranih površina. Talk se nanosi pomoću uređaja za talkiranje (slika 20.) koji se sastoji od kućišta uređaja, ventilatora koji upuhuje zrak, grijača koji zagrijava zrak radi bržeg isparavanja zaostale vode i boljeg nanošenja talka u cijevi te lijevka u koji dodajemo talk.



Slika 20. Uređaj za talkiranje vatrogasnih cijevi

2.4. ISPITIVANJE VATROGASNIH CIJEVI

Ispitivanje tlačnih i usisnih cijevi se izvodi nakon postupka proizvodnje u tvornici kao potvrda da krajnji proizvod podliježe zahtijevanoj normi svojim tehničkim specifikacijama, a drugo ispitivanje se izvodi kao funkcionalno ili periodičko ispitivanje od strane korisnika.

Prvi dio ispitivanja se provodi u tvornici od strane proizvođača koje uključuje ispitivanje kvalitete proizvodnje i završnog proizvoda i obuhvaća mnoge detalje poput umjetnog starenja, tlakove koji uništavaju cijev, pečenje u pećima i druge vrste agresivnog ispitivanja koje za cilj ima dokazati da upotrijebljeni materijali i tehnika proizvodnje daju krajnji

proizvod koji će zadovoljiti Normu [2] i korisniku osigurati proizvod određene kvalitete. Na kraju ispitivanja proizvođač izdaje atest za svoj proizvod. Uz prodaju ovakvog proizvoda dolazi tehnička dokumentacija u kojoj su navedene glavne karakteristike istog (Prilog 2.).

Drugi dio ispitivanja je funkcionalno ispitivanje koje obavljamo u našim postrojbama nakon intervencija i vježbi, te periodičko ispitivanje jednom godišnje kako bismo bili sigurni da će naše vatrogasne cijevi u vatrogasnim vozilima i skladištima biti sigurne i pouzdane kada nam zatrebaju.

U PVPG INA Sisak prema internom „Poslovniku o postupcima, uvjetima i metodama ispitivanja vatrogasne tehnike“, Sisak srpanj 2021. [17], koji je donesen na osnovu članka Zakona o vatrogastvu (NN 125/19), a u svezi Pravilnika [1] ispitivanje provodi unutarnja služba u kojoj dva djelatnika posjeduju kvalifikacije za Ovlaštenog ispitivača (VSS strojarskog ili tehničkog smjera s minimalno tri godine radnog iskustva u struci), a podršku kod ispitivanja im pružaju djelatnici vatrogasci.

Ispitivanje započinje pregledom tehničke dokumentacije vozila, provjerom popisa opreme koje svako vozilo mora sadržavati prema „Pravilniku o minimumu tehničke opreme i sredstava vatrogasnih postrojbi“ (NN 43/1995) [18]. Zatim se ispituje samo vozilo, sva pojedinačna oprema i tehnika prema Pravilniku [1]. Na kraju ispitivanja se izdaje „Uvjerenje“ da je vozilo u ispravnom stanju i spremno za intervencije, a koje prati i „Izvješće o ispitivanju vatrogasne tehnike“ u kojem je nabrojana sva oprema i tehnika u vozilu na kojoj je izvršeno ispitivanje uključujući i vatrogasne cijevi (Prilog 3.).

2.4.1. Tvorničko ispitivanje tlačnih cijevi

Ispitivanje vatrogasnih cijevi se prvi puta izvodi u tvornici nakon procesa proizvodnje na svakoj šarži koja je proizvedena po narudžbi. U tvornici se provodi ispitivanje i kontrola kvalitete proizvedene cijevi na uzorcima za tlačne i usisne cijevi. Ispitivanje u tvornici obuhvaća (6):

- Provjeravanje dimenzija i vanjskog izgleda,
- Ispitivanje cijevi ispitnim vodenim tlakom,
- Ispitivanje na tlak prskanja,
- Ispitivanje otpornosti cijevi na toplinsko zračenje,
- Određivanje izduženja i uvijanja cijevi,
- Provjeravanje sposobnosti savijanja,

- Ispitivanje adhezije slijepljenih slojeva,
- Ispitivanje otpornosti prema umjetnom starenju i
- Ispitivanje migracije omekšivača.

Ove vrste ispitivanja se provode na određenoj količini uzoraka koji se uzimaju prema proizvedenom broju komada cijevi u jednoj šarži. Na 50 komada cijevi potrebno je ispitati najmanje dvije cijevi, na proizvedenih 50-100 ispituje se pet uzoraka, a na 100 i više 3 komada za svakih 100 komada proizvedenih cijevi.

Provjeravanje dimenzija, mase i vanjskog izgleda

Provjeravanje dimenzija promjera cijevi se izvodi kalibratorom i pritom se radi i provjera je li proizvedena cijev u skladu s normom. Za svaku vrstu cijevi postoji određeno dopušteno odstupanje kao što vidimo u tablici 4.

Tablica 4. Prikaz dopuštenih odstupanja u proizvodnji tlačnih cijevi [8]

Oznaka tipa cijevi	Vanjski promjer $d_2 [mm]$ +1,0 -0,5	Unutarnji promjer $d_1 [mm] \pm 0,1$
A	109,5-111,0	109,0
B	74,5-76,0	74,0
C	51,5-53,0	51,0
D	24,5-26,0	24,0

Masa proizvedenih cijevi se mjeri vaganjem i ona se razlikuje od cijevi do cijevi radi upotrebe različitih materijala u proizvodnji. Prema tehničkoj specifikaciji tvrtke IV-ER-KVC iz Karlovca neke od težina su navedene u tablici 5. Vanjski izgled cijevi ne smije imati nikakvih nepravilnosti u izgledu, izvučene crte u boji moraju biti ravne i pravilne bez uvijanja, moraju biti označene prema Normi [2].

Tablica 5. Masa tlačne cijevi po dužnom metru po promjeru cijevi bez spojnica (Prilog 2.)

Unutarnji promjer cijevi (Oznaka tipa cijevi)	KORANA Vanjski dio – tehnički poliester, kružno pleten, tkanje keper Unutarnji dio – vulkanizirana guma	MREŽNICA Vanjski dio – multifilamentska poliesterska pređa visoke čvrstoće, kružno pleten, tkanje keper Unutarnji dio – termoplastični elastomer (poliester ili poliuretan) ili PVC	EUROFLEX TX SPECIAL IRK Vanjski dio – tehnički poliester, kružno pletan, tkanje keper Unutarnji dio – vulkanizirana guma (EPDM)	EUROFLEX TX SPECIAL Vanjski dio – tehnički poliester, kružno pletan, tkanje keper, crveni premaz za zaštitu od habanja Unutarnji dio – termoplastični elastomer (poliester ili poliuretan)
[mm]	[g/mm]	[g/mm]	[g/mm]	[g/mm]
(D) 25	125	-	90	105
38	-	-	130	165
45	-	-	170	205
(C) 52	270	180	230	225
66	-	-	250	270
(B) 75	400	-	330	330
(A) 110	600	-	-	500
150	-	-	-	660

Ispitivanje cijevi ispitnim vodenim tlakom

Ispitivanje vodenim tlakom se provodi na uzorku cijevi (epruveti) duljine 1 m pri temperaturi vode od +3°C do +20°C i pri temperaturi zraka od +5°C do +20°C. Nakon uvezivanja epruvete na Storz spojke koje su razmaknute 0,7 m tako da nam ispitna epruveta ima lagani luk kako bi ispitivanje bilo što sličnije radnim uvjetima cijevi, tlak u cijevi se diže brzinom od 0,76 bara u sekundi. Prvo se tlak diže na ispitni tlak cijevi i ostavlja se pod tim tlakom 5 minuta i za to vrijeme cijev mora biti nepropusna. Time ispituje proizvedenu cijev na

ispitni tlak. Nakon isteka vremena tlak u cijevi povećavamo istim tempom do prskanja odnosno probijanja cijevi i na ispitnom manometru nam ti tlakovi moraju biti minimalni kao što vidimo u tablici 6. da bi prošli test prskanja. Ispitivanjem cijevi na tlak prskanja testiramo cijev na vodni udar, odnosno da nam vodni udar u intervenciji do određenog tlaka neće probiti cijev.

Tablica 6. Tlakovi ispitivanja tlačnih cijevi [2]

Oznaka tipa cijevi	Radni tlak p_r [bar]	Ispitni tlak p_i [bar]	Tlak prskanja p_p [bar]
A	6	12	25
B	16	25	50
C	16	25	50
C42	16	25	50
D	16	25	40
S 28	20	30	60
S 31,5	20	30	60

Ispitivanje otpornosti cijevi na toplinsko zračenje

Kod ispitivanja otpornosti tlačne cijevi na toplinsko zračenje koristimo se epruvetom duljine 0,5 m plus Storz spojke koja se napuni vodom pod tlakom od 5 bara. Takva epruveta se izloži toplinskom zračenju infracrvene svjetiljke 220 V i 100 W gdje nam intenzitet zračenja iznosi $1,32 \text{ W/cm}^2$ na udaljenosti od 20 mm. Takvo toplinsko zračenje treba trajati 25 minuta nakon koje se cijev ispituje na tlak prskanja. Izmjereni tlak prskanja epruvete ne smije biti manji od 80% tlaka prskanja neozračenih cijevi.

Određivanje izduženja i uvijanja cijevi

Izduživanje cijevi se mjeri na cijeloj cijevi. Testiranje započinje kada u cijevi za početni tlak postavimo tlak od 0,5 bara i na tlačnoj cijevi iscrtamo mjerne linije koje prate opseg cijevi. Prva linija nam je A linija i na udaljenosti od 250 mm ispred i iza A linije se označe B i C

linije (slika 21.). Nakon toga podižemo tlak u cijevi na 25 *bara*. Utvrđena razlika između A i C linije nam označava izduženje cijevi, a dobiva se izrazom

$$\Delta l = \frac{l_1 - l_0}{l_0} * 100 \quad (19)$$

gdje je:

- l_1 – udaljenost između A i C pri 0,5 *bara*
- l_0 – udaljenost između A i C kod 25 *bara*

Izduženje ne smije prelaziti više od 5%.

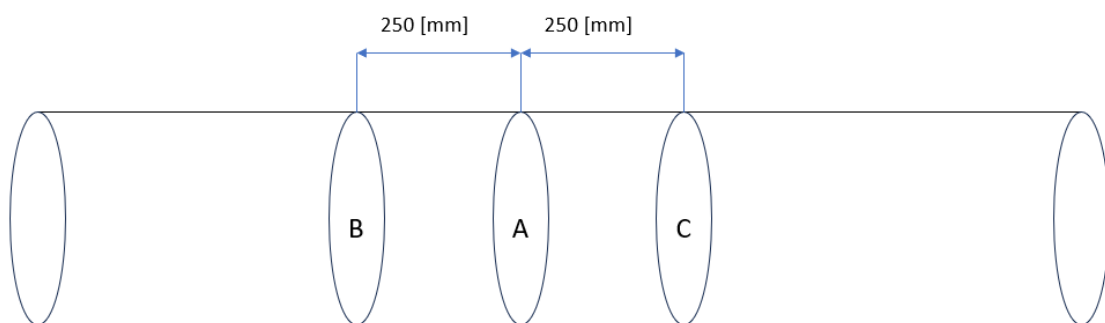
U slučaju uvijanja postupak je vrlo sličan, tada mjerimo opseg cijevi po kružnicama A, B i C pri 0,5 *bara* i pri 25 *bara* te se izračuna uvijanje po jednadžbi:

$$\Delta C = \frac{C_1 - C_0}{C_0} * 100 \quad (20)$$

gdje je:

- C_1 – Opseg označenih linija pri 0,5 *bara*
- C_0 – Opseg označenih linija pri 25 *bara*

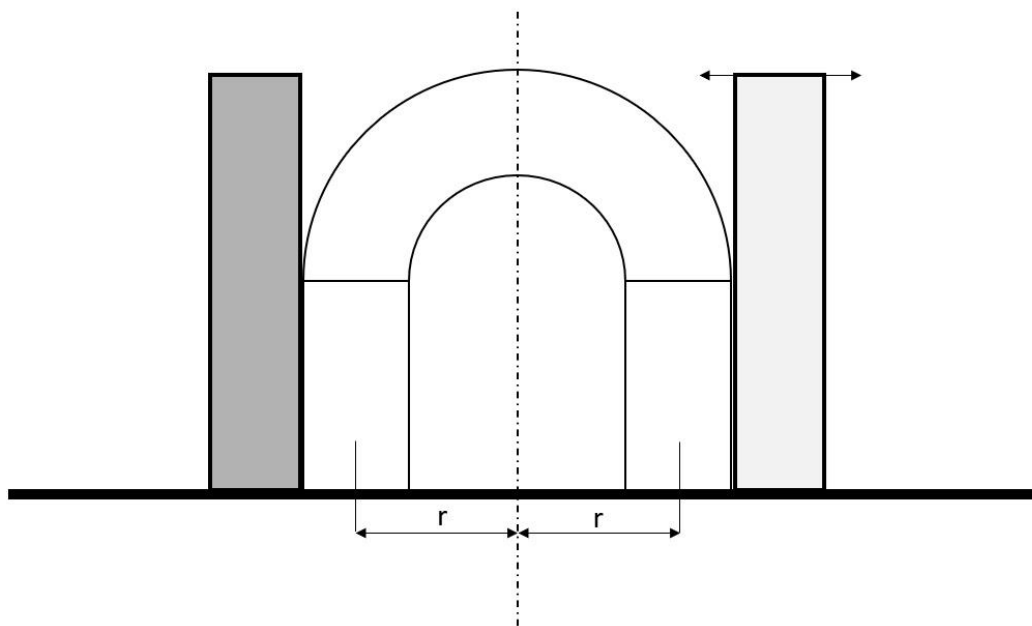
Uvijanje ne smije iznositi više od 5% i smije se uvijati samo u desnu stranu.



Slika 21. Prikaz određivanja izduženja i uvijanja cijevi

Provjeravanje sposobnosti savijanja cijevi

Provjeravanje savijanja cijevi se provodi na način da cijev pod tlakom od 8 bara savijamo u uređaju koji ima jednu nepomičnu stijenku i jednu pomičnu (slika 22.). Nakon toga promatramo cijev na način da svaki promjer cijevi treba biti pravilni polumjer prema tablici 7.



Slika 22. Uređaj za ispitivanje savijanja tlačnih cijevi

Cijev ne smije prije normirane veličine polumjera imati pregib na cijevi, nego pravilno formirani polukrug.

Tablica 7. Polumjeri savijanja cijevi

Oznaka tipa cijevi	A	B	C	D
Polumjer r [mm]	2000	1000	500	250

Ispitivanje adhezije slijepljenih slojeva

Ispitivanje adhezije na slijepljenim slojevima se izvodi na epruветama koje se izrežu iz testne cijevi u uzdužnom i poprečnom smjeru u dužini od $200 \pm 0,5$ mm. Kao uređaj koristimo

kidalicu s dinamometrom bez inercije. Slojeve razdvajamo na daljinu od 100 mm, a sila adhezije mora iznositi najmanje 7,5 N/cm širine.

Ispitivanje otpornosti cijevi na umjetno starenje

Umjetno starenje cijevi se provodi u pećima da bi izazvali umjetno starenje cijevi da vidimo kako će se ponašati kroz dulje vremensko razdoblje. Uzorke cijevi uzimamo 16 sati nakon završene vulkanizacije ili proizvodnje. Takav uzorak se stavlja u peć na temperaturu $70 \pm 1^\circ\text{C}$ na vrijeme od sedam dana. Za vrijeme ispitivanja u peći se provodi izmjena zraka 3-10x u sat vremena. Na kraju ispitivanja cijev se pregledava i ne smije imati slijepljene slojeve, razdvojene slojeve, ne smiju biti ljepljive, tkani dio mora ostati ravnomjeran i ne smije se bitno promijeniti tlak prskanja cijevi.

Ispitivanje migracije omekšivača

Omekšivači kao dodaci materijalima u proizvodnji migriraju iz plastičnih masa koje ih sadrže u druge plastične mase ili druge materijale. Ovo ispitivanje se izvodi na epruvetama kružnog oblika promjera 50 mm i debljine 0,5 mm pomoću posebnih analitičkih vaga i mikrometra. Uzorak se uzima odmah nakon proizvodnje i nakon kondicioniranja u termostatu na $+70^\circ\text{C}$, a mjeri se gubitak ili porast mase spomenutih epruveta.

Označavanje cijevi

Nakon izvršenih svih ispitivanja i utvrđenog stanja ispravnosti cijevi se označavaju simbolima koje krajnjem korisniku mogu dati podatke o kakvim se cijevima radi (slika 26).



Slika 23. Oznake na tlačnim cijevima

Kao što vidimo na slici 23. oznake nam daju sljedeće podatke:

- C-15M – nam označava da je to „C“ cijev promjera 52 mm duljine 15 m
- OSW – logo proizvođača Ohrdruffer SchlauchWeberei Eschbach GmbH
- DIN 14811 – Norma po kojoj je cijev proizvedena
- ZPC – tehnologija proizvodnje
- 10021-1 – proizvodni atest
- 2.Q/2023 – kvartal i godina proizvodnje cijevi

2.4.2. Tvorničko ispitivanje usisnih cijevi

Za ispitivanje kvalitete usisnih cijevi uzima se najmanje 10% naručene količine cijevi. Ispitivanje se provodi kao ispitivanje novoprodučenih cijevi na epruvetama koje uključuje umjetno starenje na temperaturi od +70°C u toku sedam dana. Nakon toga se obavlja provjera vanjskog izgleda na mehanička oštećenja i mjere duljine gdje je dozvoljeno odstupanje od 3%.

Ispitivanje cijevi ispitnim vodenim tlakom - se provodi da se usisna cijev stavi pod tlak od 6 bara u trajanju od 5 minuta i za to vrijeme mora ostati nepropusna.

Ispitivanje suhog usisavanja - suha cijev se spoji na motornu pumpu i stavi se u podtlak od 0,8 bara i u toku jedne minute ne smije izgubiti taj podtlak.

Ispitivanje mokrog usisavanja - se provodi s usisnim cijevima u duljini od 9 m (spajanjem 4 do 6 usisnih cijevi) te se ispituje usisavanje vode pri podtlaku od 0,6 bara.

2.4.3. Ispitivanje tlačnih cijevi u postrojbi

Ispitivanje vatrogasnih cijevi se provodi na svakoj cijevi koja se nalazi u postrojbi, ali se ne izdaje uvjerenje za svaku vatrogasnu cijev pojedinačno nego se provodi ispitivanje vatrogasnih cijevi prema Pravilniku [1] članak 1. i 2. koje se nalaze kao dio opreme jednog vatrogasnog vozila. U sklopu Zapisnika za ispitivanje vatrogasnog vozila i tehnike se obavlja ispitivanje vatrogasnih cijevi. Zapisnik se izdaje tek kada sva oprema i tehnika zadovoljava uvjete u vozilu od kojih su vatrogasne cijevi samo jedan dio.

Ispitivanje vatrogasnih cijevi u postrojbama se provodi prema Pravilniku [1] Prilog 1. točka 16. nakon svake uporabe ili najmanje jednom u godini dana. Prema Prilogu 2. istog Pravilnika [1] točka 2.6. pregled tlačnih i usisnih cijevi obuhvaća:

- vizualni pregled,

- provjera duljine cijevi,
- ispitivanje radnim tlakom,
- ispitivanje usisnih cijevi na podtlak i
- funkcionalno ispitivanje.

Tehnički uvjeti za ispitivanje su navedeni u Prilogu 3. navedenog pravilnika i oni su:

- vakuummetar (s ispitnom pločom),
- manometar (sa Storz priključkom),
- visokotlačni manometar (s visokotlačnim Storz priključkom),
- mjerilo duljine – metar,
- zaporni sat,
- ispitna pumpa (druga vatrogasna pumpa) i
- mlaznice.

2.4.4. Ispitivanje usisnih cijevi u postrojbi

Provodi se na isti način kao i tvorničko na svim cijevima koja su u upotrebi i u skladištu. Ako neka usisna cijev ne prođe inicijalno ispitivanje, radimo provjere elemenata cijevi. Kontrolu izvodimo na način da prvo provjeravamo gumene brtve jesu li u dobrom stanju jer su nam one jedan od češćih uzroka neimanja usisa na motornoj pumpi. Nakon zamjene brtvi ponovo se pristupa ispitivanju. Ako usisna cijev opet ne prođe ispitivanje, prevezujemo spojnice. Nakon toga na trećem ispitivanju ako ne prođu test, usisna cijev se odbacuje jer je tada problem u samoj cijevi.

2.5. KORIŠTENJE VATROGASNIH CIJEVI

Kada spomenemo vatrogasce odmah mislimo na požar i vatrogasce koji drže mlaznice i gase vatru. Od dojava do dolaska na mjesto intervencije postoje određene operacije kao i nakon dolaska na samo mjesto intervencije. Svaka intervencija mora imati jednog voditelja intervencije koji u svakom trenutku mora znati što se događa s požarom i u kojem je stadiju, gdje se nalazi, što gori i gdje se može širiti, jesu li ugroženi ljudski životi, ima li ozlijeđenih, jesu li ugrožene životinje. Nadalje, voditelj mora znati koja vozila, opremu i tehniku ima na raspolaganju, koliko vatrogasaca ima na raspolaganju i kako će ih rasporediti, da li će mu možda biti potrebna ispomoć, gdje mu je najbliži izvor dovoljnih količina vode i drugo. Osim voditelja intervencije imamo i strojara koji upravlja vatrogasnim vozilima, upravlja motornom pumpom, upravlja hidrauličnom platformom i općenito sve što je oko i na vozilu. Zatim imamo takozvanu „navalnu grupu“ koju sačinjavaju dva vatrogasca koji se zovu

navalni-1 i navalni-2 koji su zaduženi za ulazak u objekt ako je potrebno pretraživanje prostora u slučaju zapaljenog stambenog ili poslovnog objekta i nakon potrage su prvi koji hvataju tlačne cijevi i mlaznicu te pripremaju cijevnu prugu za napad na požar.

Tijek intervencije nakon dolaska je da voditelj intervencije prvo ispituje prisutne osobe o mogućim ozlijeđenim osobama, što gori, gdje gori i zatim voditelj intervencije i navalni-1 odlaze u izviđanje situacije gdje će se upoznati sa situacijom na terenu. Za to vrijeme strojar i navalni-2 trebaju pregledati situaciju oko vozila, ustanoviti gdje im je najbliži hidrant ako ga ima ili gdje ima najbliži vanjski izvor dovoljne količine vode. Nakon povratka sa izviđanja voditelj intervencije izdaje zapovijedi kako će nastupati i napasti požar. Prvo strojar mora uspostaviti tlačnu prugu za punjenje vatrogasnog vozila s hidranta ili vanjskog izvora vode i u polaganju tog voda mu pomaže voditelj. Za to vrijeme navalni-1 i navalni-2 uspostavljaju cijevnu prugu za napad na požar sa svim potrebnim tlačnim cijevima i armaturama.

2.5.1. Korištenje usisnog voda

Usisnu cijev ili usisni vod koristimo s motornim pumpama (slika 24.) s namjenom dobave potrebne vode iz nekog vanjskog izvora za:

- *Gašenje požara pomoću prijenosne/prijevozne pumpe s vanjskog izvora vode* – kod požara otvorenih površina gdje nam je dostupan izvor vode u većim količinama možemo postaviti prijenosnu ili prijevoznu motornu pumpu i postaviti cijevnu prugu za potrebe gašenja. Kod ove situacije usisni vod bi trebao uvijek biti za jedan red veličine veći od tlačnog vode da osiguramo dovoljnu količinu vode za gašenje i da se osiguramo od mogućih gubitaka protoka i gubitka tlaka u tlačnom vodu. Također kod požara otvorenih površina uvijek je dobro imati barem dva mlaza vode koji se pokrivaju u slučaju preticanja vatre. Druga situacija je da postavimo relejnu dobavu vode za punjenje naprtnjača za gašenje vodom (brentača).



Slika 24. Gašenje požara s motornom pumpom

- *Dobava vode za potrebe vatrogasnog vozila (slika 25.)* – u slučaju da smo s vatrogasnim vozilom na području gdje ne postoji hidrantska mreža možemo s ugradbenom motornom pumpom na vozilu i vanjskim izvorom vode napajati vozilo s vodom i spojenom cijevnom prugom s vozila koristiti za gašenje.



Slika 25. Dobava vode za vatrogasno vozilo

- *Relejna dobava vode do mjesta intervencije (slika 26.)* – relejna dobava vode se koristi kada na mjestu intervencije nemamo pristup hidrantskoj mreži, ili nam je pristup otvorenom izvoru vode nedostupan, postoji visinska razlika između izvora

vode i mjesta intervencije ili je duljina usisnog voda tolika da nam vatrogasno vozilo ne može postići vakuum.



Slika 26. Relejna dobava vode

- *Ispumpavanje vode tijekom poplava, ispumpavanje vode iz okna i šahta kod izvođenja radova – intervencije kod kojih su potrebni usisni vodovi i motorne pumpe su također i ispumpavanja kod poplava kada ispumpavamo vodu iz poplavljenih građevina, održavanje nivoa vode na zečjim nasipima ili je potrebno ispumpati vodu iz okana i šahta kod izvođenja radova u istima (slika 27.).*



Slika 27. Ispumpavanje vode tijekom poplave

- *Pretakanje zapaljivih i opasnih kapljevina* – ovo korištenje usisnih cijevi zahtijeva da su usisne cijevi namijenjene za tu vrstu kapljevina i kod pretakanja ovakvih kapljevina se koriste peristaltičke pumpe (slika 28.) gdje nam te kapljevine ne dolaze u dodir s pumpom nego samo s cijevi u kućištu pumpe. Usisne cijevi za ove namjene se ne koriste kod uobičajenih radova pošto su skupe i izrađene prema posebnim zahtjevima i mogu imati specijalne spojnice koje osiguravaju bolju nepropusnost kao što su navojne spojke (slika 10).



Slika 28. Pretakanje zapaljivih tekućina

2.5.2. Postavljanje i korištenje cijevnih pruga

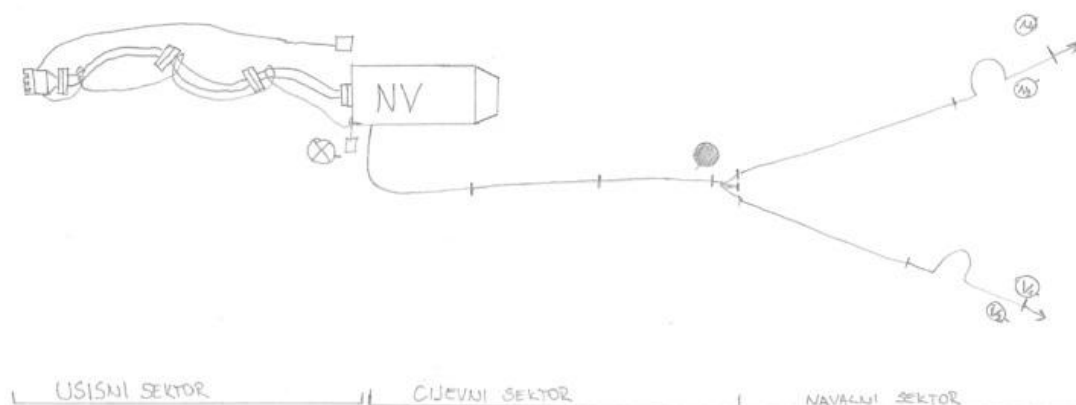
Kada motornu pumpu ili vatrogasno vozilo postavimo na poziciju odmah određujemo i sektore rada koji su temelj pojedinih radnih grupa unutar jednog vatrogasnog voda. U svakom sektoru se provode određeni zadaci i koristi određena oprema. Svaka radna grupa ima minimalno dva vatrogasca. Tako imamo vodnu grupu, cijevnu grupu, navalnu grupu [19]. Na slici 29. vidimo kako su sektori raspoređeni.

Vodna grupa – je grupa od dva vatrogasca koji imaju zadatak nakon izdane zapovijedi spojiti vatrogasno vozilo s izvorom vode, bilo to hidrant ili otvoreni izvor vode. Sektor rada je Usisni sektor te obuhvaća rad s usisnim vodom i otvorenim izvorom vode ili spajanjem na hidrantsku mrežu.

Cijevna grupa – je grupa za spajanje cijevne pruge od vatrogasnog vozila ili motorne pumpe do razdjelnice. Nakon postavljanja cijevne pruge ona pomaže navalnoj grupi oko potrebne

opreme poput opremanja s izolacionim aparatima, skidanja ljestvi s krova vatrogasnog vozila i sl. Nakon toga cijevna grupa se oprema i djeluje kao druga navalna grupa na mlazu 2.

Navalna grupa – je grupa koja se kod vozila oprema sa svom opremom koja joj je potrebna kako bi se postavio napadni tlačni mlaz od razdjelnice do mlaznice. Oprema s kojom se oprema ova grupa su cijevi potrebne za mlaz, mlaznica, držač cijevi, ključevi za rad sa spojnicama, cijevna poveznica, izolacioni aparati ako su potrebni. Ova grupa izvodi i postavljanje ljestvi ako je to potrebno i dr.



Slika 29. Sektori rada

Polaganje cijevne pruge tlačnim cijevima za napad na požar može biti izvedeno na nekoliko načina i korištenjem različitih armatura ovisno o vrsti napada na požar. Napadi na požar mogu biti:

- *frontalni* – kada požar napadamo samo s jedne strane i izvodi se kada se požar nema kamo proširiti, kada nema mogućnosti prilaza s drugih strana ili nemamo dovoljan broj ljudstva
- *obuhvatni* – kada požar napadamo s najmanje dvije strane pazeći na smjer vjetra i teren oko nas i primjenjuje se kod većih ili velikih požara, požaru se prilazi s dvije ili tri strane i kombiniramo ga s odvojenim nastupom (dva vozila) i dovoljnim ljudstvom
- *koncentrični* – kada požar napadamo sa svih strana i to se može izvesti samo ako imamo dovoljno ljudstva, tehnike, opreme i sredstava za gašenje

Kod polaganja tlačnih pruga sve tlačne cijevi su namotane na duplo. Tlačna cijev se prvo preklopi po dužini po pola, a zatim se namata ručno kao na slici 30.



Slika 30. Namatanje tlačne cijevi

Tlačne cijevi se mogu namatati preko uređaja za namatanje cijevi kao na slici 31. Ručno namatanje cijevi se izvodi poslije intervencija nakon izdane zapovijedi „Posprema“. Tada ih slažemo kakve jesu u vatrogasno vozilo, a strojno se slažu nakon povratka u vatrogasno spremište gdje ih izvadimo, prekontroliramo i ispitamo zajedno sa svom korištenom opremom.



Slika 31. Uređaj za namatanje tlačnih cijevi

Ako se radi o požaru na otvorenom prostoru kojem možemo relativno blizu prići, tada možemo jednostavno direktnim napadom brzim vitlom prići i početi gasiti požar. Kod požara otvorenih površina poput niskog žbunja i raslinja mogu se koristiti „D“ tlačne cijevi, dok je kod visokog drveća potrebno koristiti „C“ tlačne cijevi radi dovoljne količine vode i duljine mlaza do vrha krošnje. Na slici 32. vidimo napad brzim vitlom na zapaljeno vozilo što nam je potrebno kod zapaljenih vozila radi mogućnosti širenja požara na spremnik goriva, mogućnost eksplozije ili širenja požara na okoliš. Kod požara automobila ili predmeta koji mogu u dimu sadržavati opasne spojeve i tvari potrebno je biti opremljen izolacionim aparatima.



Slika 32. Brzo vitlo i požar vozila

Ako se radi o napadu na prizemni objekt onda možemo imati napad s dva mlaza, ali s jednog vozila s napomenom da na drugom mlazu ako nemamo dovoljno ljudstva možemo upotrijebiti zaštitni mlaz. Na slici 33. imamo vatrogasno vozilo spojeno na hidrantsku mrežu, „B“ cijevnu prugu do razdjelnice i zatim dvije „C“ cijevne pruge. Prvu cijevnu prugu koristimo za frontalni napad na požar, dok je druga „C“ cijevna pruga (slika 34.) spojena na vodeni štiti kojim ćemo sprječavati širenje požara na ostatak gorivih materijala unutar garaže.



Slika 33. Napad na požar garaže



Slika 34. Vodeni štit za sprječavanje širenja požara na ostatak garaže

Ako se radi o objektu na kat i ulaz u objekt nam je ograničen tada možemo koristiti i ljestve da uđemo u objekt sa strane i napadnemo objekt iz dva pravca u obuhvatnom napadu na požar. Na slici 35. imamo požar na katu zgrade gdje smo jednim mlazom ušli na ulazna vrata u prizemlju i gdje nam je razdjelnica ispred ulaza te poslije nje imamo „C“ cijevnu prugu. Nakon završenog gašenja nekorisnu vodu nakon razdjelnice ispuštamo na istoj jer ako cijevnu prugu odspojimo na stepeništu postoji mogućnost da ćemo poplaviti objekt bez razloga i prouzročiti materijalnu štetu. Za drugi mlaz cijevna pruga koja ide preko balkona može se podići na dva načina. Prvi način je da nakon pretraživanja prostora vatrogasac izlazi na balkon i podiže mlaznicu pomoću užeta (slika 36.). Drugi način je da se vatrogasac penje na balkon kroz susjedni prostor ili preko ljestvi odnosno auto ljestvi.

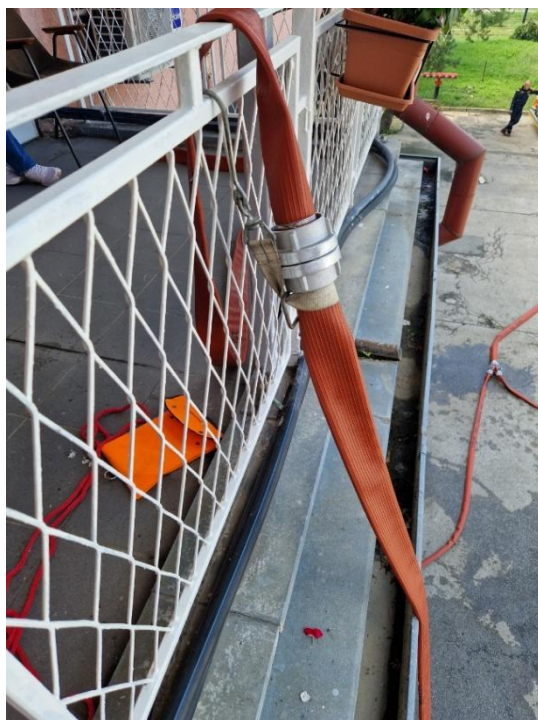


Slika 35. Cijevna pruga preko balkona za obuhvatni napad



Slika 36. Podizanje mlaznice i "C" cijevi s užetom na balkon objekta

Na balkonu se tlačna cijev obavezno mora privezati s držačem cijevi (slika 37.) ispod spojnice koja je dovoljno čvrsta da izdrži težinu napunjene cijevi vodom. Ako koristimo dvije cijevi u vis, obavezno svaka cijev mora imati svoj držač.



Slika 37. Držač cijevi

Ako se radi o požaru otvorenog prostora gdje imamo dovoljan broj ljudstva, tehnike i opreme onda možemo napraviti relejnu dobavu vode na vrh brda koje moramo zaštititi. Tada koristimo vrlo velik broj tlačnih cijevi različitih promjera da bi doveli vodu na vrh brda s nekim radnim tlakom većim od 4 bara. Na slici 38. vidimo relejnu dobavu vode od prometnice do 500 m udaljenog požara otvorenog prostora i 130 m razlike u nadmorskoj visini.



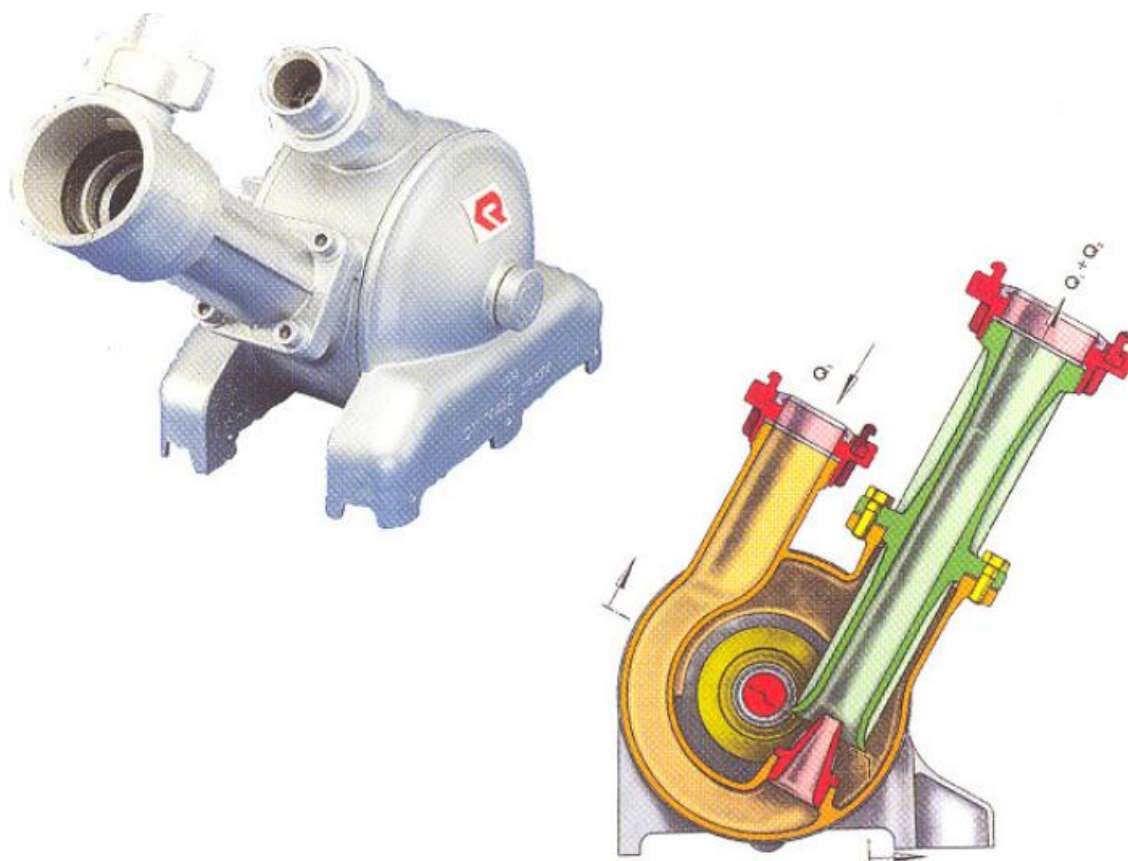
Slika 38. Prikaz relejne dobave vode kod požara otvorenog prostora [20]

Postavljanje cijevne pruge za nabacivanje pjene se postavlja na način da se postavi „B“ tlačna pruga do razdjelnice. Nakon razdjelnice se postavlja „C“ pruga s međumješalicom nakon prve „C“ cijevi, zatim se postavljaju „C“ tlačne cijevi do mlaznice (slika 39). S međumješalicom koristimo i cijev stalnog presjeka koja nam služi za usis pjenila u vod i kanistar pjenila. Na međumješalici postoji potenciometar koji nam određuje koji postotak pjenila ćemo usisavati. Postotak pjenila koji se miješa s vodom se nalazi u tehničkoj specifikaciji koja dolazi od proizvođača ili distributera (Prilog 2.) Kada se postavlja cijevna pruga za nabacivanje pjene Strojari vatrogasnog vozila mora uvijek držati tlak izlaska vode iz motorne pumpe veći za 25 – 30% nego kada se koristi voda za gašenje požara iz razloga što se taj postotak tlaka u tlačnoj cijevi gubi na usisu pjenila u tlačnu cijev preko međumješalice. S obzirom da je minimalni radni tlak sustava međumješalice-mlaznica za nabacivanje pjene 5 bara tada Strojari mora na izlazu vode iz motorne pumpe imati minimalno 7 bara tlak. Također se kod postavljanja sustava međumješalice-mlaznica mora obratiti pažnja da se postavljaju protočne armature. Svaka armatura međumješalice i mlaznica za pjenu ima oznake Z2, Z4, Z8 koje označavaju protoke od 200, 400 ili 800 l/min.



Slika 39. Cijevna pruga za nabacivanje pjene

Osim spajanja cijevnih pruga za gašenje požara vatrogasne tlačne cijevi možemo koristiti i za izvlačenje vode iz dubina pomoću dubinosrkača i turbinskih pumpi. Za pokretanje ove opreme potrebna nam je voda pod tlakom od minimalno 4 bara. Kod dubinosrkača (slika 40.) imamo dvije spojnice: jedna je „C“ spojnica, a druga je „B“ spojnica. Na „C“ spojnicu spajamo „C“ tlačnu cijev koja nam daje pogonsku vodu i koja pomoću suženja na kraju cijevi (mlaznica) povećava brzinu strujanja te stvara podtlak i usisava vodu. Voda se izbacuje na „B“ spojnicu i „B“ tlačnu cijev negdje gdje nam je sigurno izbacivati vodu. Jedna od grešaka koje se ovdje događaju je da korisnici spajaju pogonsku vodu s „B“ tlačnom cijevi i prijelaznicom i tada dolazi do toga da zapravo punimo neki objekt vodom umjesto da ga praznimo. I kada radimo s dubinosrkačem moramo imati neprekidni izvor vode poput hidranta jer pogonska voda nam nakon rada postaje voda koju odbacujemo zajedno s izvučenom vodom.



Slika 40. Shematski prikaz dubinosrkača [21]

Princip rada dubinske turbopumpe zasniva se na pogonu vodene turbine koja se pokreće na način da ulaznu pogonsku vodu spojimo tlačnom cijevi na crvenu ulaznu spojnicu, a izlaz

pogonske vode je preko tlačne cijevi na drugu crvenu spojnicu. Ovim sustavom pokrećemo vodenu turbopumpu u donjem dijelu kućišta koja izbacuje vodu preko tlačne cijevi spojene na plavu spojnicu (slika 41.). Prednost ove dubinske turbopumpe je što možemo konstantno koristiti istu vodu koju ćemo vrtjeti iz jednog spremnika pomoću motorne pumpe, a i pogonska voda nam ne dolazi u kontakt s vodom koju ispumpavamo. Ova pumpa je dobra i za prepumpavanje zapaljivih tekućina, ali ne i nekih agresivnih tekućina ili tekućina koje mogu stvoriti dodatnu opasnost u doticaju s vodom. Kod prepumpavanja bilo kojih drugih vrsta kapljevina potrebno je koristiti tlačne cijevi koje su namijenjene za tu vrstu kapljevina.



Slika 41. Dubinska turbopumpa [21]

2.5.3. Oprema za polaganje tlačnih cijevi

U opremu za polaganje tlačnih cijevi ubrajamo sve što koristimo da bi osigurali, zaštitili ili si olakšali korištenje tlačnih cijevi za bilo koju potrebu – od gašenja požara do korištenja dubinosrkača.

U cijevnu opremu ubrajamo:

- Cijevne poveznice,
- Cijevne nosače,

- Cijevne držače,
- Cijevni mostić,
- Košaru/ruksak za nošenje tlačnih cijevi i
- Vatrogasne prijelaznice i sljepice.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

U eksperimentalnom dijelu ćemo proći kroz onaj dio rada koji se obavlja u vatrogasnoj postrojbi. To obuhvaća korištenje vatrogasnih cijevi u intervencijama i vatrogasnim vježbama, održavanje vatrogasnih cijevi te funkcionalno ispitivanje vatrogasnih cijevi periodički i nakon intervencije.

Vatrogasne cijevi se koriste za provođenje sredstva za gašenje od izvora do mlaznice. Sredstva za gašenje mogu biti voda, pjena ili prah. Kod upotrebe vatrogasnih cijevi pri gašenju postavljamo cijevne pruge koje se sastoje od dvije ili više tlačnih cijevi. Cijevne pruge se mogu sastojati od cijevi raznih promjera koje pomoću vatrogasnih armatura možemo podijeliti na više mlazova. Na taj način cijevnu prugu „B“ koja je duljine dvije cijevi možemo do ulaza u zgradu pomoću razdjelnice podijeliti na dva „C“ mlaza kojima možemo djelovati na požar. Ako povećavamo broj mlazova, glavno pravilo je da nakon razdjelnice ide manji promjer cijevi kako bi količina vode i brzina nabacivanja sredstva za gašenje bila dovoljna za gašenje konkretnog požara. Takve cijevne pruge nam omogućuju da pridemo bliže žarištu požara te sa mlaznicama usmjerimo sredstvo gašenja u sam požar čime dobivamo najveći učinak gašenja. Kod polaganja cijevnih pruga također moramo paziti i na druge aspekte kao što su gubitak vode, gubitak tlaka i nekorisna voda. Zato je pri polaganju cijevnih pruga potrebno izvršiti dobru pripremu odabirom cijevi i armatura, odabirom trase kojom će se polagati cijevna pruga, a potrebno je paziti i da su cijevi ispravne i da ne gube vodu. To se postiže funkcionalnim i periodičkim ispitivanjima vatrogasnih cijevi. Ispitivanje vatrogasnih cijevi je jedan od glavnih zadataka u mirno vrijeme u vatrogasnoj postrojbi jer tada obavljam pripremu koja će osigurati da u vrijeme intervencije sve cijevi budu na visini zadatka i da se u cijevnim prugama neće događati nepotrebni gubitci vode. Cijevi je potrebno ispitati tako da budemo sigurni da su spojnice i brtve ispravne, a cijevi cjelovite te se u njih možemo pouzdati na intervenciji.

Pri upotrebi vatrogasnih cijevi bilo je uvijek bavano postavljanje cijevnih pruga kod raznih mogućih intervencija kao i uporaba raznih izvora vode poput hidrantske mreže ili vanjskog

izvora vode. Također je uvježbavano postavljanje cijevne pruge kod gašenja požara u zatvorenim ili otvorenim prostorima i dobivanje vode za gašenje iz otvorenih izvora direktno s vatrogasnim vozilom ili relejno preko prijenosnih motornih pumpi. Kod ispitivanja vatrogasnih cijevi smo se koristili smjernicama Pravilnika [1] s naglaskom na to da su bacači vode i pjene na vatrogasnim kamionima u PVPG INA Sisak baždareni da pri tlaku od 8 *bara* i 4 000 ili 5 000 *lit/min* vode ili pjene daju najbolju ekspanziju pjene i duljinu nabacivanja pjene na požar. Zato se ispitivanje cijevi izvodi tako da se tlak kod ispitivanja podiže do 10 *bara* jer uslijed gubitka tlaka prolaskom kroz međumješalicu gubimo 20% tlaka. Time dobivamo potrebnih 8 *bara* tlaka na usnacu ručne mlaznice ili na bacaču vode ili pjene na vatrogasnom vozilu za nabacivanje na požar.

3.1. RAZRADBA KORIŠTENIH TLAČNIH CIJEVI NA VJEŽBI „GRADINA 2024“

Vatrogasna vježba izvedena u Gradini „Gradina 2024“ 21. lipnja 2024. godine (slika 38.) od strane JVP i DVD Plitvička jezera jedan je od boljih primjera kako upravljati vatrogasnim cijevima za potrebe gašenja požara. Koristeći iznesene podatke i jednadžbe navedene u ovom radu možemo izračunati gubitke vode, gubitke tlaka i nekorisnu vodu u našoj cijevnoj pruži.

U požaru su korištena dva vatrogasna vozila:

- Vozilo 1 – auto cisterna
- Vozilo 2 – šumsko vozilo

U ovom slučaju autocisterna je vozilo za opskrbu vatrogasaca vodom bez izvora vode koje zbog svojih voznih osobina može voziti samo po prometnicama. Autocisterna može imati spremnik vode od 5 000 do 30 000 *L* vode.

Šumsko vozilo je vatrogasno vozilo koje ima više odstojanje od tla, pogon na sve kotače te kojim se može pristupiti i težim terenima i spremnik vode do 5 000 *L* vode.

Vatrogasna vježba je izvedena na način da je „Vozilo 1“ ostalo na prometnici i položilo cijevnu prugu od 13 „B“ cijevi preko oranice u dužini od 195 *m*.

„Vozilo 2“ je po oranici i teškom terenu odvezeno do podnožja brda i na njega je spojeno „Vozilo 1“ kao dobava vode i od njega je postavljena cijevna pruga od 12 „C“ cijevi u dužini od 180 *m*.

Na kraju „C“ cijevne pruge je postavljena prijenosna leđna motorna pumpa koja tlači „D“ tlačne cijevi u dužini od 330 m.

Vatrogasci su zajedno s polaganjem „C“ cijevne pruge u ruksacima koje su sadržavale 22 „D“ vatrogasne cijevi na leđima nosili i prijenosnu leđnu pumpu, gorivo, razdjelnice i mlaznice.

Visinska razlika između „Vozila 1“ i „Vozila 2“ je 20 m, a visinska razlika između „Vozila 2“ i mlaznice na kraju cijevne pruge je 110 m.

Izračun gubitka tlakova na cijevnoj pruzi

„Vozilo 1“ tlači vodu kroz 13 „B“ tlačnih cijevi na 5 bara kroz 195 m dužine cijevi i razlike 20 m nadmorske visine.

Ako koristimo zaključak iz jednadžbe (8) izračunamo da je gubitak tlaka uslijed visinske razlike od 20 m jednak 2 bara. Korištenjem zaključka iz jednadžbe (9) gubitak tlaka uslijed dužine tlačnog voda je približno 2 bara.

$$p_2 - p_v - p_d = x$$

$$5 - 2 - 2 \approx 1$$

Tlak kojim „Vozilo 1“ puni „Vozilo 2“ je približno 1 bar.

gdje je:

- p_2 – tlak na izlazu pumpe „Vozila 1“
- p_v – gubitak tlaka uslijed visinske razlike između „Vozila 1“ i „Vozila 2“
- p_d – gubitak tlaka na 195 metara dužine „B“ cijevne pruge

Time dobijemo da ako je početni tlak 5 bara na „Vozilu 1“ punjenje „Vozila 2“ se provodi pod tlakom od samo jednog bara ili nešto malo više.

Od „Vozila 2“ prema prijenosnoj leđnoj pumpi je položena „C“ tlačna cijev u cijevnoj pruzi u dužini od 180 m odnosno 12 „C“ tlačnih cijevi. Pumpa s „Vozila 2“ tlači vodu tlakom od 7,5 bara i uslijed gubitka tlaka zbog gubitaka na visinu i duljinu tlačnog voda koristi se prijenosna leđna pumpa koja dalje tlači vodu i na kraju dobivamo na mlaznici 5 bara nakon 330 m „D“ tlačne cijevi.

Ako to izračunamo koristeći naše jednačbe dobijemo da je:

$$p_2 - p_c \text{ bar} + x - p_v \text{ bar} - p_d \text{ bar} = p_m$$

$$7,5 \text{ bar} - 1,8 \text{ bar} + x - 11 \text{ bar} - 3,3 \text{ bar} = 5 \text{ bar}$$

$$x = 1,8 + 11 + 3,3 - 7,5$$

$$x \approx 8,6 \text{ bar}$$

Nakon izračuna vidimo da prijenosna motorna pumpa tlači vodu na 8,6 bara da bi na mlaznici dobili 5 bara tlak.

pritom je:

- p_2 – početni tlak na „vozilu 2“
- p_c – gubitak tlaka na 180 m dužine „C“ cijevne pruge
- p_v – gubitak tlaka uslijed visinske razlike između „Vozila 2“ i mlaznice
- p_d – gubitak tlaka na 330 m dužine „D“ cijevne pruge
- p_m – tlak koji imamo na kraju cijevne pruge na mlaznici
- x – tlak koji nam tlači prijenosna ledna pumpa

Izračun nekorisne vode na cijevnoj pruzi

Koristeći jednačbu (1) za izračun volumena jedan metar cijevi „B“, „C“ i „D“ tlačne cijevi te množenjem s dužinom cijevne pruge iste cijevi dobijemo izračun nekorisne vode po tlačnim prugama, a zbrojem

$$l \times V_{Bm} = V_{UB}$$

$$220 \text{ m} \times 4,4 \text{ L} = 858 \text{ L}$$

$$l \times V_{Cm} = V_{UC}$$

$$180 \text{ m} \times 2,1 \text{ L} = 378 \text{ L}$$

$$l \times V_{Dm} = V_{UD}$$

$$330 \text{ m} \times 0,49 \text{ L} = 145,2 \text{ L}$$

gdje je:

- l – duljina cijevi
- V_{Bm} – volumen „B“ tlačne cijevi po jednom metru cijevi
- V_{Cm} – volumen „C“ tlačne cijevi po jednom metru cijevi
- V_{Dm} – volumen „D“ tlačne cijevi po jednom metru cijevi
- V_{UB} – ukupni volumen vode u „B“ tlačnim cijevima
- V_{UC} – ukupni volumen vode u „C“ tlačnim cijevima
- V_{UD} – ukupni volumen vode u „D“ tlačnim cijevima
- V_U – ukupni volumen vode u cijeloj pruzi

$$V_{UB} + V_{UC} + V_{UD} = V_U$$

Ako zbrojimo nekorisnu vodu po cijevnim prugama „B“, „C“ i „D“ dobijemo:

$$858 + 378 + 145,2 = 1381,2 \text{ L}$$

ukupnu nekorisnu vodu u cijevnoj pruzi koja iznosi 1381,2 L vode.

Pregledom ove vježbe vidimo koliko dobro posložena cijevna pruga znači kod intervencija gašenja požara otvorenog prostora. Dobro proračunati gubitak tlaka, raspored i redosljed profila cijevi s proračunatim gubiticima tlaka uslijed visinske razlike i duljine cijevne pruge mogu osigurati dobru zaštitu nepristupačnih terena poput Nacionalnih parkova i šuma. Na ovom primjeru se vidi i koliko nekorisne vode moramo iskoristiti samo da bi napunili cijevi prije upotrebe na mlaznici, a skoro 1400 L nije malo kod ovakvih terena i pozicija gdje nam je otežan pristup dobrom izvoru vode.

3.2. ISPITIVANJE VATROGASNIH CIJEVI

Ispitivanje vatrogasnih cijevi u postrojbi obavljamo u mjesecu travnju za sva vatrogasna vozila i za sve vatrogasne cijevi iz skladišta. Taj mjesec je odabran jer je mjesec svibanj određen kao mjesec „Zaštite od požara“. U mjesecu svibnju imamo povećan broj većih taktičkih vježbi s vanjskim vatrogasnim jedinicama kao što je JVP grada Siska i pridruženi DVD-i, održava se i velika vježba za sprječavanje nesreća s opasnim tvarima kao i vježbe evakuacije i spašavanja.

U mjesecu travnju se zbog toga pripremamo i obavljammo sve periodičke preglede vozila u postrojbi kao i svu opremu u skladištu. U tablici 8. imamo pregled svih vozila s količinama i vrstama vatrogasnih cijevi, te skladišta po vatrogasnim ispostavama koja se moraju ispitati. Vozila mogu biti namijenjena za gašenje s više vrsta sredstava za gašenje koje označavamo prema HRN EN 1846-1:2012 [22]:

- GPV – vatrogasno vozilo za gašenje požara sa spremnikom vode
- GPP – vatrogasno vozilo za gašenje požara pjenom u kemijskoj industriji
- GPVP – vatrogasno vozilo za gašenje vodom i pjenom
- GPVPS – vatrogasno vozilo za gašenje vodom, pjenom i prahom
- AC – autocisterna
- HP – hidraulična zglobova platforma
- ZOT – vatrogasno vozilo s opremom za zaštitu od opasnih tvari
- PRCJ – prikolica za prijevoz vatrogasnih cijevi

Tablica 8. Tablica s količinama i promjerima cijevi u vozilima i po lokacijama

Oznaka vozila i skladišta	Vrsta vozila ili skladišta	Tlačna „A“ [kom]	Tlačna „B“ [kom]	Tlačna „C“ [kom]	Tlačna „D“ [kom]	Usisna „A“ [kom]	Usisna „B“ [kom]	Usisna „C“ [kom]
Vozilo br. 3	GPVPS	-	10	6	2	-	2	-
Vozilo br. 4	GPVPS	4	12	6	2	-	2	-
Vozilo br. 5	GPP	4	10	6	-	-	2	-
Vozilo br. 6	GPVPS	-	10	6	2	-	2	-
Vozilo br. 14	GPP	-	10	6	-	-	2	-
Vozilo br. 15	HP	-	4	2	-	-	2	-
Vozilo br. 16	GPP	-	12	6	-	-	2	-
Vozilo br. 17	AC	-	3	6	2	2	4	2
Vozilo br. 19	ZOT	2	8	8	-	-	2	2

Vozilo br. 20	GPVPS	-	12	6	2	-	2	-
Auto prikolica za prijevoz vatrogasnih cijevi	PRCJ	4	12	10	-	-	4	2
Skladište – Glavno spremište	-	6	20	10	2	4	6	6
Skladište – Ispostava 1 KP-6	-	6	20	10	2	4	6	6
Skladište – Ispostava 2 JANAF	-	4	8	6	-	-	3	-

4. REZULTATI I RASPRAVA

Kod korištenja vatrogasnih tlačnih cijevi događaju se gubitci protoka ili gubitci tlaka vode ili sredstva za gašenje. Gubitci protoka nam se događaju u tlačnim cijevima uslijed propuštanja cijevi kod oštećenja (slika 42.) ili neispravnosti armatura koje koristimo kada imamo oštećene brtve, ili nije dobro zazubljena cijev s armaturom pa u tim slučajevima gubimo dio vode iz cijevi.

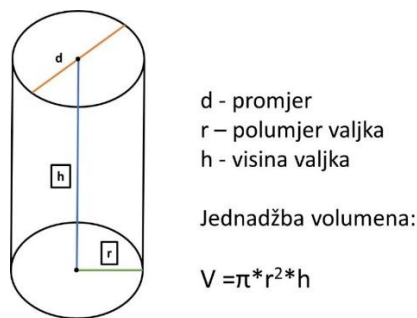


Slika 42. Oštećenje tlačne cijevi uslijed prelaska kamiona preko tlačne cijevi pod tlakom blizu spojnice

Drugi gubitak je operativno nekorisna voda. Svaka cijev se mora napuniti s vodom od izvora do mlaznice. Ako koristimo tlačne cijevi većeg presjeka one će sadržavati više vode. Kao što se vidi u niže navedenom proračunu, svaki promjer cijevi sadrži određenu količinu vode koja mora ispuniti tlačnu cijev kako bismo dobili sredstvo za gašenje na mlaznici, a taj dio će ostati u tlačnoj cijevi i nakon intervencije. Gubitak tlaka u tlačnim cijevima nastaje uslijed povećanja visine stupca vode u odnosu na središnju os rotora pumpe ili uslijed povećanja duljine tlačnog voda. Kod povećanja duljine tlačnog voda gubitak tlaka nastaje uslijed trenja, turbulencija i armatura.

4.1. Izračun nekorisne vode u tlačnoj cijevi:

Za izračun težine tlačne cijevi koristit ćemo jednadžbu za geometrijski oblik valjka jer nam ispunjena tlačna cijev poprima taj oblik (slika 43.). Ako za potrebe izračuna uzmemo podatke iz tablice 2. stupac „Unutarnji promjer cijevi“, kao medij ćemo koristiti vodu koja zauzima obujam od 1 dm^3 ili zapreminu (V) od 1 L što je približno masa od 1 kg onda možemo ubacivanjem podataka za tlačne cijevi dobiti koliko je koja cijev teška kada je ispunimo vodom. Za potrebe izračuna ćemo koristiti duljinu od 1 m tlačne cijevi koju ćemo pomnožiti s duljinom i time dobiti težinu jedne tlačne cijevi napunjene vodom.



Slika 43. Skica tlačne cijevi (valjka) za izračun volumena

Uz jednadžbu

$$V = \pi * r^2 * h = A * h \quad (1)$$

gdje nam:

„A“ vatrogasna cijev ima promjer 110 mm i duljinu od 1 m. Iz čega možemo izvesti:

$$d = 110 \text{ mm}$$

$$r = d/2 = 110/2 = 55 \text{ mm}$$

$$h = 1\,000 \text{ mm}$$

$$V = \pi r^2 h = 3,14 * 55^2 \text{ mm}^2 * 1\,000 \text{ mm} = 9\,498\,500 \text{ mm}^3 \approx 9,5 \text{ L}$$

Iz izračuna vidimo da jedan metar dužni „A“ tlačne cijevi sadrži 9,5 L vode i ako uzmemo da smo na intervenciji koristili cijev dužine 15 m onda nam cijela tlačna cijev ima 142,5 kg težine kojoj možemo dodati još težinu cijevi i spojnice.

„B“ vatrogasna cijev ima promjer 75 mm i duljinu od 15 m. Iz čega možemo izvesti:

$$d = 75 \text{ mm}$$

$$r = d/2 = 75/2 = 37,5 \text{ mm}$$

$$h = 1\,000 \text{ mm}$$

$$V = \pi r^2 h = 3,14 * 37,5^2 \text{ mm}^2 * 1\,000 \text{ mm} = 4\,415\,625 \text{ mm}^3 \approx 4,4 \text{ L}$$

Iz izračuna vidimo da 1 m dužni „B“ tlačne cijevi sadrži 4,4 L vode i ako uzmemo da smo na intervenciji koristili cijev dužine 15 m onda nam cijela tlačna cijev ima 66 kg težine kojoj možemo dodati još težinu cijevi i spojnice.

„C“ vatrogasna cijev ima promjer 52 mm i duljinu od 15 m. Iz čega možemo izvesti:

$$d = 52 \text{ mm}$$

$$r = d/2 = 52/2 = 26 \text{ mm}$$

$$h = 1\,000 \text{ mm}$$

$$V = \pi r^2 h = 3,14 * 26^2 \text{ mm}^2 * 1\,000 \text{ mm} = 2\,122\,640 \text{ mm}^3 \approx 2,1 \text{ L}$$

Iz izračuna vidimo da 1 m dužni „C“ tlačne cijevi sadrži 2,1 L vode i ako uzmemo da smo na intervenciji koristili cijev dužine 15 m onda nam cijela tlačna cijev ima 31,5 kg težine kojoj možemo dodati još težinu cijevi i spojnicama.

„D“ vatrogasna cijev ima promjer 25 mm i duljinu od 15 m. Iz čega možemo izvesti:

$$d = 25 \text{ mm}$$

$$r = d/2 = 25/2 = 12,5 \text{ mm}$$

$$h = 1\,000 \text{ mm}$$

$$V = \pi r^2 h = 3,14 * 12,5^2 \text{ mm}^2 * 1\,000 \text{ mm} = 490\,625 \text{ mm}^3 \approx 0,49 \text{ L}$$

Iz izračuna vidimo da jedan metar dužni „D“ tlačne cijevi sadrži 0,49 L vode i ako uzmemo da smo na intervenciji koristili cijev dužine 15 m onda nam cijela tlačna cijev ima 7,35 kg težine kojoj dodajemo još težinu cijevi i spojnicama.

Tablica 9. Težine tlačnih cijevi ispunjenih vodom i težine prazne tlačne cijevi

Oznaka tipa cijevi	Težina tlačne cijevi ispunjenom vodom [kg]				Težina prazne tlačne cijevi 15 [m] u [kg] sa spojnicama
	5 [m]	10 [m]	15 [m]	20 [m]	
„A“	-	-	150	190	14,2
„B“	-	-	66	88	8,0
„C“	-	-	31,5	42	5,2
„D“	2,45	4,90	7,35	9,8	2,1

Kao što vidimo u tablici 9. težina tlačnih cijevi ima veliki utjecaj na njihovo korištenje i manipuliranje kod postavljanja cijevnih pruga.

„A“ tlačnu cijev ćemo koristiti samo za napajanje vatrogasnih vozila, stacionarnih bacača vode ili pjene i razdjelnica na kojima ćemo onda dalje ići s vodenim prugama manjih dimenzija jer „A“ tlačne cijevi zbog svoje težine nisu pogodne za manipulaciju i rukovanje u intervencijama, a osim toga sadrže velike količine nekorisne vode koja ostaje u njima.

„B“ tlačnu cijev ćemo koristiti za napajanje vatrogasnih vozila ili bacača, ali i za cijevne pruge s mlaznicom gdje nam je potrebna velika količina vode ili pjene za nabacivanje na požar kao što je to u industriji gdje nam je potrebno što brže nabaciti velike količine pjene na izlivena zapaljiva tekućina. Također ih koristimo i kod napajanja vozila i u tom slučaju koristimo dvije „B“ tlačne cijevi na način da se spojimo na dva hidranta iz dva razloga, jedan je da imamo dva neovisna izvora vode i u slučaju probijanja jedne cijevi imamo drugu i drugi u slučaju povlačenja ili napada (pomicanje vozila naprijed ili nazad od požara) na požar jedan hidrant obustavimo, pomaknemo vozilo bez prekidanja napajanja vozilom iz hidranta što nam omogućava konstantno djelovanje s našim mlazovima. Kod rada s „B“ mlazom na požaru minimalno je potrebno tri vatrogasca na mlaznici da se može stabilno i pouzdano djelovati s njom.

„C“ tlačne cijevi koristimo samo u cijevnim prugama za napad na požar vodom ili pjenom jer nam daju dovoljno protoka vode za djelovanje na požar, a dovoljno su fleksibilne da možemo s istima rukovati u skučenim prostorima poput stepeništa i lagane da u slučajevima zaštite objekta mlaznicu može držati jedan vatrogasac dok u napadu na požar uvijek idu dva vatrogasca na mlaznicu.

„D“ tlačne cijevi koristimo kao napadne cijevi s mlaznicama u požarima na otvorenim prostorima gdje nam je potrebna pokretnost i brzina prebacivanja mlaza, lagana tlačna cijev da se s njom može koristiti jedan vatrogasac i gdje je bolje imati dva ili tri mlaza jer je fronta požara duža pa pokrivamo veću površinu nego samo jedan mlaz većeg promjera.

4.2. Protok sredstva za gašenje kroz tlačne cijevi

Volumni protok sredstva za gašenje kroz tlačnu cijev je fizikalna veličina kojom izražavamo prolaz obujma neke tekućine u jedinici vremena kroz neku točku u cjevovodu. Tako imamo jednadžbu kontinuiteta [9].

$$Q = A * v \left[\frac{m^3}{s} \right] \quad (2)$$

Parametri koje definiraju količinu sredstva za gašenje su nam poprečni presjek cijevi A i brzina strujanja fluida v .

Za razumijevanje protoka potrebno nam je i razumijevanje nekih drugih karakteristika poput gustoće tekućine što nam je kvocijent mase (m) i volumena (V) [10]

$$\rho = \frac{m}{V} \left[\frac{kg}{m^3} \right] \quad (3)$$

i tlak tekućine koji se definira kao djelovanje sile (F) na jedinicu površine (A).

$$p = \frac{F}{A} \frac{N}{m^2} [Pa] \quad (4)$$

Atmosferski tlak u okolišu se mijenja ovisno o temperaturi i nadmorskoj visini, ali za potrebe jednadžbe koristimo srednju vrijednost tlaka koja iznosi $101\,325\,Pa$ koji je temeljna jedinica u SI sustavu dok se na uređajima manometrima može još koristiti i jedinica „bar“. U usporedbi $100\,kPa = 1\,bar$ [10].

Daniel Bernoulli [11] nam je kroz svoju jednadžbu prikazao zakon gibanja fluida kroz primjenu zakona o očuvanju energije i jednadžbe kontinuiteta na strujanje fluida:

$$\frac{\rho * v^2}{2} + \rho * g * h + p = konstanta \quad (5)$$

gdje je:

- $\frac{\rho * v^2}{2}$ – dinamički tlak
- $\rho * g * h$ - hidrostatski tlak
- p – vanjski tlak

Bernoullijeva jednadžba nam kaže da je u fluidu koji struji vodoravno suma svih energija (položajne, tlačne, brzinske) u svakom presjeku cijevi konstantna. Prema ovome poučak nam je, tamo gdje je tlak veći brzina nam je manja i gdje nam je tlak manji brzina nam je veća, ali količina ostaje ista. Zbog toga nam je količina vode koju motorna pumpa gura u vatrogasnu cijev jednaka količini vode koju izbacujemo na kraju cijevi. Korištenjem mlaznice i sužavanjem izlaza vode smanjujemo tlak, ali povećavamo brzinu i duljinu na koju možemo nabaciti vodu u požar.

Kod korištenja tlačnih vatrogasnih cijevi u požaru ti parametri su nama bitni jer nam određuju koliko daleko možemo nabaciti sredstvo za gašenje i koliko brzo možemo nabaciti

sredstvo za gašenje na požar. Regulaciju daljine i brzine nabacivanja možemo regulirati s mlaznicama odnosno s usnacima mlaznica koje su daleko manjeg promjera od promjera cijevi. Promjeri usnaca mlaznica za vodu idu od $\Phi 4 \text{ mm}$ do $\Phi 40 \text{ mm}$ [6]. Promjenom površine usnaca mlaznice možemo regulirati količinu vode za gašenje na Turbo mah mlaznicama. Kod otopine vode i pjenila za dobivanje mehaničke pjene nismo u stanju regulirati količinu jer za dobivanje dobre pjene moramo se držati parametara da bi dobili ekspanziju pjene koja nam je potrebna i za koju je mlaznica projektirana.

Jedna od opasnosti koje nam se mogu dogoditi je da nam se dogodi vodni udar ili hidraulični udar što je nagla ili značajna promjena tlaka koja se dešava zbog promjene brzine vode. On nam se može dogoditi u slučajevima kada nam netko stoji na cijevi, prijeđe vozilom preko cijevi ili naglim zatvaranjem ili otvaranjem ventila. Vodni udar uvelike ovisi o ukupnoj masi tekućine koja struji kroz cjevovod, o promjeru cjevovoda, debljini stijenki i elastičnosti cijelog sustava. Vodni udar na tlačnim cijevima od hidranta do vatrogasnog vozila sprječavamo pravilnim dimenzioniranjem cijevi, odnosno uporabom pravilne tlačne cijevi. Ako na hidrantu imamo „B“ izlaze i na ulazu u vatrogasno vozilo „B“ ulaze tada ćemo koristiti „B“ tlačnu cijev da spriječimo vodni udar kod otvaranja i zatvaranja ventila za punjenje vozila, dok kod napadačkog tlačnog voda zatvaranje mlaznice prouzrokuje vodni udar, ali većina pumpi ima odzračni ventil koji sprječava da takav udar napravi štetu na pumpi.

Gubitak tlaka u tlačnim cijevima

Na naše sredstvo gašenja u tlačnom vodu osim sile tlaka p djeluje i sila teže ili gravitacija g . Ta sila djeluje na sve čestice sredstva za gašenje. Tlak koji uzrokuje težina samog fluida nazivamo hidrostatski tlak i to je tlak težine sredstva za gašenje koja djeluje na stijenke naše tlačne cijevi, odnosno stupca sredstva za gašenje iznad dna.

Gubitak tlaka uslijed visine

Kao što znamo iz jednadžbe (1) volumen valjka koji predstavlja našu tlačnu cijev je:

$$V = \pi * r^2 * h = A * h \quad (1)$$

Sila kojom gravitacija djeluje na dno posude nam je umnožak volumena tekućine, gustoće tekućine i gravitacije:

$$F = m * g = A * h * \rho * g \quad (6)$$

I ako kažemo da je tlačna sila koja djeluje na dno posude jednaka težini sredstva za gašenje

$$F = F_{sg} \quad (7)$$

i time dobivamo da nam je tlak jednak djelovanju sile po površini

$$p = \frac{F_{sg}}{A} = \frac{A \cdot \rho \cdot g \cdot h}{A} = \rho \cdot g \cdot h \quad (8)$$

što nam govori da tlak koji djeluje na dno posude ovisi samo o visini stupca sredstva za gašenje h , ali ne ovisi o volumenu sredstva za gašenje [12]. To nam govori da će nam gubitak tlaka u našem tlačnom vodu postavljenom u vis biti isti bez obzira na promjer naše tlačne cijevi. Ono što djeluje u vertikalnom smjeru je vlastita težina stupca sredstva za gašenje u nekoj točki jer povećanjem dubine povećava se hidrostatski tlak u dubljim slojevima. Odnosno ako uzmemo u obzir da postavimo tlačni vod 10 metara u vis po Bernoullijevoj jednadžbi (4) razlika tlaka na dnu tlačne cijevi i na visini od 10 metara je 1 bar.

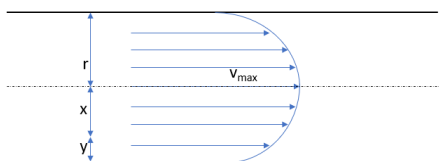
Kada radimo s otopinom za pjenu tamo nam je gustoća ρ nešto viša od jedan, ali skoro zanemarivo kao što vidimo u prilogu br. 1.

Osim hidrostatskog tlaka na gubitak tlaka u tlačnom vodu nam utječu i trenje te turbulentno strujanje koje uzrokuju spojnice i armature.

Gubitak tlaka uslijed duljine tlačnog voda

Hidrostatski tlak u horizontalnom smjeru ne mijenja ili ima minimalni učinak na gubitak tlaka u tlačnom vodu. Na gubitak tlaka u horizontalnom smjeru najviše utjecaja imaju faktor trenja tekućine o stijenku tlačnog voda, i turbulentno strujanje koje se događa kod spajanja tlačnih cijevi i prolaska vode kroz spojeve spojnica i raznih armatura.

Uslijed trenja vode po tlačnoj cijevi strujanje sredstva za gašenje je slojevito gdje slojevi bliže stijenci struje sporije od onih bliže centru cijevi te stoga kažemo da strujanje vode izgleda kao stožac (slika 44.).



Slika 44. Laminarno strujanje tekućine u cijevi

Za izračun gubitka tlaka u cijevi kod horizontalnog polaganja cijevi izračun gubitka tlaka dobivamo prema jednadžbi (9):

$$\Delta p = \lambda * \frac{l}{d} * \frac{v^2 \rho}{2} \quad (9)$$

Radi potreba brzih odluka na intervencijama izvedene su i formule za brzi izračun gubitka tlaka na horizontalnu duljinu cijevi od 100 m:

$$B - \text{cijev negumirana, tlačna, } \Delta p \approx 0,05 \text{ bar} * \left(\frac{Q}{100}\right)^2 \quad (10)$$

$$B - \text{cijev gumirana, tlačna, } \Delta p \approx 0,022 \text{ bar} * \left(\frac{Q}{100}\right)^2 \quad (11)$$

$$C - \text{cijev negumirana, tlačna, } \Delta p \approx 0,35 \text{ bar} * \left(\frac{Q}{100}\right)^2 \quad (12)$$

$$C - \text{cijev gumirana, tlačna, } \Delta p \approx 0,12 \text{ bar} * \left(\frac{Q}{100}\right)^2 \quad (13)$$

$$D - \text{cijev gumirana, tlačna, } \Delta p \approx 5,0 \text{ bar} * \left(\frac{Q}{100}\right)^2 \quad (14)$$

Za usisne cijevi kojima je u stijenku ugrađena čelična žica gubitak tlaka po jednom metru dužine iznosi:

$$B\text{-usisna cijev (duljine 1,6 m), } \Delta p = \frac{v^2}{20g} \quad (15)$$

$$A\text{-usisna cijev (duljine 1,6 m), } \Delta p = 0,5 * \frac{v^2}{20g} \quad (16)$$

$$A\text{-usisna cijev (duljine 2,5 m), } \Delta p = 0,33 * \frac{v^2}{20g} \quad (17)$$

4.3. Funkcionalno ispitivanje tlačnih cijevi u postrojbi

Za detaljni pregled ovih cijevi napravi se uvijek „check lista“ koja sadrži korake koje je potrebno napraviti prije nego se cijev stavi pod tlak. Takva lista sadrži sljedeće podatke:

- Provjeriti spojnice,
- Provjeriti navoje namotaja žice,
- Odmotati tlačnu cijev i položiti na čvrstu površinu i

- Cijev namočiti i oprati sa četkom.

Na slici 45. prikazan je postupak sušenja tlačnih cijevi prije ispitivanja.



Slika 45. Sušenje tlačnih cijevi prije ispitivanja

Kada su sve tlačne cijevi oprane i osušene, cijevi se spajaju po tri u nizu u cijevnu prugu te se na kraju postavlja univerzalna mlaznica sa zatvaračem i manometrom (slika 46.).



Slika 46. Postavljanje ispitne cijevne pruge

Nakon što se postavi tlačna cijevna pruga vozač-strojar podiže tlak, a voda se ispušta na mlaznicu dok ne izađe sav zrak iz cijevi. Nakon toga se tlak podiže na 10 *bara* i na mlaznici

se zatvara zatvarač i cijevna pruga se ostavlja pod tlakom 10 minuta. Za tih deset minuta se prema „check listi“ pregledavaju (slika 47. i 48.):

- spojnice da na njih ne propušta voda,
- cijevi po dužini na uvijanje (*trevira* ima crvene i plave linije),
- traže se mjehuri koji znače da su se unutarnji i vanjski omot odvojili i
- provjerava se manometar da li se tlak spustio s ispitnih 10 *bara*.



Slika 47. Provjera tlaka tijekom ispitivanja

Nakon 10 minuta se tlak ispušta na mlaznici i za to su potrebna dva vatrogasca jer iako je ispitno usnace 40 *mm* još uvijek je teško za jednu osobu držati 10 *bara*.



Slika 48. Provjera tlaka u ispitivanoj cijevnoj pruzi

Nakon ispitivanja, ako je cijev ispravna suši se i prebriše suhom krpom te se namata i slaže u vozilo iz kojeg je izvađeno za ispitivanje ili se vraća u skladište na policu kao na slici 49.



Slika 49. Skladište vatrogasnih cijevi

Ono što je bitno napomenuti je da se cijevi ispituju na 10 *bara* zbog toga što se radi o vatrogasnim vozilima koja su prvenstveno namijenjena za gašenje zapaljivih tekućina. Motorne pumpe ugrađene na vatrogasna vozila koje rade s međumješalicama za dobivanje pjene su baždarene tako da najbolju pjenu daju kada je pritisak vode 10 *bara* uz gubitak 20% tlaka. Otopina vode i pjenila na bacač vode i pjene na vozilu je 8 *bara*. Sva ostala oprema za dobivanje pjene koja se nalazi u vatrogasnom vozilu je također postavljena da radi pri tom tlaku. To su međumješalice oznake Z8 i 800 *l/min* mlaznice prilagođene za tešku i srednje tešku pjenu (slika 39.).

Na slici 49. također vidimo da na policama imamo i nekih starijih cijevi koje se ne ispituju. To su cijevi na donje dvije police koje smo skratili ili su stare. Takve cijevi se koriste kod nekih pomoćnih poslova, kao npr. kod ispumpavanja zagađenih ili zamućenih voda s motornim pumpama te pri postavljanju zaštitnih mlazova kod zavarivačkih radova. Zaštitni mlaz se postavlja direktno na hidrant s dvije ili tri tlačne cijevi i univerzalnom mlaznicom. Takav zaštitni mlaz omogućuje zavarivačima i drugima da započnu gašenje požara trave ili raslinja ukoliko do njega dođe uslijed radova.

4.4. Funkcionalno ispitivanje usisnih cijevi u postrojbi

Ispitivanje usisnih cijevi se izvodi uz pomoć vatrogasnog vozila ili vatrogasne pumpe. Mi smo obavljali ispitivanje na mokri usis s motornom pumpom jer nam je za potrebe ispitivanja

lakši prilaz dubljem šahtu preko zelene površine. Svaka usisna cijev se ispituje na način da se spoje dvije ako im je dužina 4 m ili se spaja šest komada ako im je dužina 1.5 m. Kao što vidimo na slici 4. za potrebe ispitivanja „A“ usisnih cijevi koristili smo veliku motornu pumpu proizvođača „Varisco“ i izvlačili smo vodu s dubine 4 m. Za potrebe ispitivanja drugih promjera „B“ i „C“ koristili smo manje pumpe.

Na usisnim cijevima se prije ispitivanja uvijek zamijene brtve bez obzira da li su cijevi korištene ili su bile u skladištu. Brtve nisu financijski skupe, a najčešći su razlog da usisna cijev neće zadovoljiti na ispitivanju. Nakon spajanja usisnog voda, on se veže s radnom užadi i postavlja se u šaht na način da usisna košara bude vertikalna te se pokreće motorna pumpa. Ono što se traži u ovom ispitivanju je da se na tlačni vod dobije voda preko motorne pumpe i da motorna pumpa drži podtlak od 0.6 bara dvije minute.

Kada nam kod ispitivanja neka cijev, bilo tlačna ili usisna, ne zadovolji kriterije ispitivanja, pristupa se odstranjivanju greške ako je to moguće uz zamjenu brtve, čišćenje spojnice ili prevezivanje spojnice. Ako je greška u probijenoj cijevi ili ako se greška ne može sanirati, tada se cijev otpisuje i na njeno mjesto u vozilo se stavlja cijev iz skladišta koja je prošla ispitivanje. Popuna skladišta se provodi jednom u dvije godine ili ranije ako je potrebno.

Korištenje vatrogasnih cijevi i njihovo optimiziranje prema potrebama je moguće samo ako znamo podatke o našim cijevima kako i koliko sredstva za gašenje nam ostaje kao nekorisna voda, koliki su nam gubici tlaka u našoj cijevnoj pruzi i koliko će nam sredstava za gašenje doći do naše mlaznice.

Kada kupimo vatrogasnu cijev prema našim potrebama u sukladnosti sa Normom [2] i stavimo ju uporabu sigurni smo da će obaviti sve zahtjeve koju stavimo pred nju jer smo sa njom dobili atest da je sigurna i pouzdana. Kada takvu cijev nakon uporabe ispitamo u našoj postrojbi prema Pravilniku [1] isto tako moramo biti sigurni da će pouzdano obaviti sve zahtjeve u sljedećoj intervenciji.

5. ZAKLJUČAK

Kroz povijesni presjek vidjeli smo da su se vatrogasne cijevi razvile iz potrebe za gašenjem požara na sve zahtjevnijim objektima, uz sve bolju opskrbu vodom i zaštitu samih vatrogasaca. Kako su se razvijali sve bolji tehnički materijali za proizvodnju vatrogasnih cijevi od prirodne kože preko lana i pamuka do današnjih sintetičkih materijala, razvijala se i potreba održavanja cijevi. U početku su bile skupe i teško dobavljive, a zahtijevale su dobro održavanje jer prirodni materijali podliježu plijesni uslijed vlage, te lakim oštećenjima jer nisu imale zaštitu od habanja i održavanje je bio zahtjevan posao poslije svake intervencije. Tada su se cijevi morale sušiti danima i za to vrijeme ste morali imati druge cijevi u vatrogasnim vozilima za zamjenu. Zbog potreba sušenja cijevi moralo se izgraditi toranj za sušenje i provoditi puno vremena u pregledavanju i ispitivanju. Napretkom tehnologija i upotrebom sintetičkih materijala poput *trevire* promijenile su se mnoge stvari, a opet su ostale iste. S boljim vatrogasnim cijevima se nametnulo više tehnike, armatura i opreme koju možemo spojiti na njih, uz više radne tlakove i neka nova sredstva za gašenje poput pjnila i praha. Kako su cijevne pruge postajale dulje pokazala se i potreba za upravljanjem cijevnim prugama jer se u intervencijama moralo znati koliko će nam pasti tlak ako cijevna pruga ide na kat objekta ili ako nam je izvor vode udaljen od našeg mjesta intervencije. Osim toga, na cijevne pruge utječu i neki drugi faktori kao što su prijelazi s promjera na promjer cijevi, korištenje armatura za dobivanje pjene i drugo. A nakon svake intervencije te iste cijevi ćemo opet upotrijebiti na sljedećoj intervenciji i zato moramo biti sigurni da će biti sigurne i pouzdane. To se postizalo prije svega na način da se proizvodnja vatrogasnih cijevi usuglasila s međunarodnim normama koje su nam dale načela upravljanja kvalitetom proizvodnje koja je posljedično osiguravala kvalitetu proizvoda. Potvrda tih normi su nam atesti koje dobivamo od proizvođača da su vatrogasne cijevi proizvedene i ispitane od strane proizvođača te da su sigurne i pouzdane za korištenje ako se pravilno održavaju i upotrebljavaju. Za daljnje održavanje i ispitivanje u postrojbama razvile su se nove tehnologije i oprema koje nam olakšavaju i ubrzavaju procese održavanja, dok su od strane zakonodavca doneseni pravilnici po kojima moramo postupati kako bi osigurali sigurnost i pouzdanost vatrogasnih cijevi koje nam na intervenciji život znače. Na primjeru vatrogasne vježbe „Gradine“ 2024. smo vidjeli da ako nam samo jedna cijev nije ispravna, jedna cijela cijevna pruga dužine više od 600 metara nam može biti prekratka da bi zaštitili jedan Nacionalni park. Korištenjem vatrogasnih cijevi u vježbama i intervencijama skupljamo iskustvo kojim nadograđujemo naše znanje i time poboljšavamo naš učinak u zahtjevnim

operacijama gašenja požara. Također, to iskustvo nam pomaže pri upravljanju cijevnim prugama i kod racionalnog korištenja sredstava za gašenje. Slijedeći pravila i norme ispitivanjem vatrogasnih cijevi osiguravamo spremnost i pouzdanost korištenja na intervenciji. Zbog toga svaka vatrogasna cijev u vatrogasnom vozilu ili u skladištu mora biti ispitana radi sigurnosti i pouzdanosti kako bi mogla zaštititi ljudski život i imovinu.

PRILOG

Prilog 1. Tehnička specifikacija proteinskog pjnila



Vatrogasno pjnilo Bioline FP 3%

100058

Koncentrati pjene Bioline fluoroprotein sadrže fluorirane tenzide u pažljivo formuliranoj tekućoj bazi proteinske pjene. Time se osigurava proizvodnja stabilizirane tekuće pjene, kada je proporcionalna odgovarajućoj brzini, koja će brzo pokriti površinu ugljikovodičnih goriva.

Visoka stabilnost pjenastog pokrivača proizvedenog usisavanjem naših koncentrata fluoroproteina sprječava mogućnost ponovnog zapaljenja i osigurava izvrsnu otpornost na sagorijevanje.

Vatrootpornost i pjenjivost:

Svojstva pjenjivosti ovise o korištenoj opremi i drugim varijablama kao što su temperatura vode i okolina. Prosječna ekspanzija 7:1, prosječno ¼ vrijeme izbacivanja 04:30 minuta pomoću UNI 86 ispitne mlaznice.

Doziranje:

Bioline FP 3% može se lako proporcionalno razrijediti primjenom konvencionalne opreme kao što su:

- Inline induktori
- Uravnoteženi tlak, sustavi s ravnomjernim protokom
- Spremnici
- Oko sustava za doziranje crpki
- Provodnici pjene s vodenom turbinom
- Samoprovodne cijevi i mlaznice
- Oprema mora biti projektirana prema tipu pjene

Ukoliko se pjnilo pravilno skladišti u originalnoj neoštećenoj ambalaži, vijek trajanja se produžuje. Moguće trajanje i duže od 10 godina u odgovarajućim uvjetima (ovisno o temperaturi i uvjetima skladištenja). Preporučujemo da slijedite naše smjernice za pohranu i rukovanje istovremeno osiguravajući povoljne uvjete za skladištenje.

Tehničke specifikacije

Karakteristike	Vrijednost
Forma	Tekuća
Boja	Tamno smeđa
pH	6 - 8,5
Topljivost	100 %
Specifična gravitacija @ 20°C	1.04 - 1.08 g/ml

Točka smrzavanja	- 5°C
------------------	-------

Prilog 2. Tehnička specifikacija vatrogasnih cijevi



Adresa:
IV-ER-KONTEK VATROGASNE
CIJEVI D.O.O.
BANJA 161
47000 KARLOVAC
CROATIA

Telefoni:
+385 47 645 032
+385 47 645 033

E-mail:
iv-er-kvc@iv-er-kvc.hr

Fax:
+385 47 645 038

Standardne dužine

matara
15
20

*ostale dužine na upit
- do 60 m za profile do Ø52 mm
- do 45 m za profile Ø65 do
Ø75 mm

The Product meets following Standards:

- DIN 14811:2008+A1:2012+A2:2014
- EN 14540:2014

Quality Management System



CRO20236Q

Vatrogasna cijev tlačna EUROFLEX TX SPECIAL IRK

Tehničke karakteristike

Vanjski dio tehnički poliester, kružno pleten, tkanje keper
crveni premaz za zaštitu od habanja

Unutarnji dio vulkanizirana guma (EPDM)

Unutarnji promjer	Težina*	Tlak prskanja	Kontrolni tlak	Radni tlak
mm	g/m	MPa	MPa	MPa
25	90	5,0	2,5	1,6
38	130	5,0	2,5	1,6
45	170	5,0	2,5	1,6
52	230	5,0	2,5	1,6
65	250	5,0	2,5	1,6
70	270	5,0	2,5	1,6
75	330	5,0	2,5	1,6

*težina se odnosi na cijev bez spojnica



Karakteristike otpornost na hladnoću do -30°C
otpornost na toplinu do +80°C

Primjena oprema za gašenje požara
ugradnja u brodove
u industriji

Spojnice spojnice aluminijske, tipa STORZ
ostale spojnice na upit kupca
vezanje spojnica prstenom ili žicom



Zaštita od požara i odziv u hitnim situacijama, ul. A. Kovačića 1, 44 000 Sisak
OIB: 62233903176

Na temelju članka 88. Zakon o vatrogastvu (N.N., br. 125/19), članka 10. Pravilnika o vatrogasnoj tehnici (N.N., br. 5/21), INA-Vatrogasni servisi d.o.o., A.Kovačića 1, 44 000 Sisak, izdaje:

UVJERENJE

Broj : **xxxxxxx-xxx-xxxxx/21**

Naziv naručitelja ispitivanja: **INA-VATROGASNI SERVISI d.o.o.
VATROGASTVO I SPAŠAVANJE
A.Kovačića 1, Sisak**

Obavljeno je ispitivanje vatrogasne tehnike: **VATROGASNO VOZILO ZA GAŠENJE
POŽARA, SK 1234 AM**

Smještaj vatrogasne tehnike: **RAFINERIJA NAFTE SISAK, A.Kovačića 1, Sisak**

Proizvođač šasije: **xxxxxxx**
Tip šasije: **xxxxxxx**
Broj šasije: **xxxxxxx**
Proizvođač nadogradnje: **xxxxxxx**
Tip nadogradnje: **xxxxxxx**
Broj nadogradnje: **xxxxxxx**
Godina proizvodnje: **xxxx**

Ispitivanje vatrogasne tehnike obavljeno je u skladu s člankom 88. Zakona o vatrogastvu (N.N., b. 125/19), o čemu je sastavljeno Izvješće o ispitivanju ispravnosti vatrogasne tehnike.

Na osnovu Izvješća o ispitivanju ispravnosti vatrogasne tehnike broj **xxxxxxx-xxx/xx** od **xx.xx.20xx.** utvrđeno je da ispitana vatrogasna tehnika ispunjava sve uvjete utvrđene pravilima, o čemu se izdaje ovo Uvjerenje koje vrijedi do **xx.xx.20xx.** uz uvjet da u toku važenja ovog Uvjerenja ne nastupe okolnosti zbog kojih je prema odredbi članka 10. Pravilnika o vatrogasnoj tehnici (N.N., br. 5/21) potrebno ponovno ispitivanje. Ponovno ispitivanje potrebno je obaviti najkasnije do **xx.xx.20xx.**

MP

OVLASTENA OSOBA:

U Sisku, **xx.xx.20xx.**

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
direktor INA-Vatrogasnih servisa d.o.o.

*Ispitivanje je obavljeno na temelju ovlaštenja Državne vatrogasne škole broj :
xxxxxx-xxxx od xx.xx.xxxx.*

Obrazac: SU

INA – VATROGASNI SERVISI d.o.o.
VATROGASTVO I SPAŠAVANJE
44 000 SISAK, A.KOVAČIĆA 1
(Naziv naručitelja ispitivanja)
OIB: 62233903176

IZVJEŠĆE O ISPITIVANJU ISPRAVNOSTI VATROGASNE TEHNIKE – VATROGASNA VOZILA

Broj: **XXXXXXXX-XXX-XXXX/XX**

Naziv vatrogasne tehnike: **VATROGASNO VOZILO ZA GAŠENJE
I SPAŠAVANJE S VISINA**
(vozilo za gašenje i automobilska
okretna izvlačna ljestva AOIL ~~xxxxxx~~)
SK 2345 AM

Smještaj radne opreme: **RAFINERIJA NAFTE SISAK**
A. Kovačića 1, Sisak

Podaci o pregledu i ispitivanju:

Vrsta pregleda i ispitivanja: **periodično**

Mjesto pregleda i ispitivanja: **Vatrogasna postrojba INA Sisak**

Ispitivanje je započeto i završeno dana: **xx.xx.xxxx.**

Potrebne podatke dao je predstavnik korisnika: **. Goran Babok-zapovjednik postrojbe**
(Napomena: kod ispitivanja ukloniti neizvedeno na stvarno ispitanom vozilu)

Ispitivanje je obavljeno na temelju ovlaštenja Državne vatrogasne škole broj: xxxxxxxx-xxxx od xx.xx.xxxx.

1. TEHNIČKA DOKUMENTACIJA, KLJUČEVI I PRIBOR:

1.1. DOKUMENTACIJA I PRIBOR ŠASIJE

- 1.1.1. Ključevi vozila (2 kom)
- 1.1.2. Ključevi roleta spremnika opreme (5 kom)
- 1.1.3. Upute za upotrebu (hrvatski, 1 kom)
- 1.1.4. XXX
- 1.1.5. XXX
- 1.1.6. XXX
- 1.1.7. ...
- 1.1.8. Servisna knjižica (hrvatski, 1 kom)

1.2. DOKUMENTACIJA NADOGRADNJE

- 1.2.1. Priručnik za uporabu XXXXXXXXXXXX (hrvatski, 2 kom)
- 1.2.2. Rad – instalacija – održavanje hidrauličkog vitla (hrvatski, 2 kom)
- 1.2.3. Upute za rukovanje xx
- 1.2.4. ...

1.3. DOKUMENTACIJA OPREME

- 1.3.1. Zbirni popis opreme I uputstva za uporabu (1 kom)
- 1.3.2. ...

2. PRIMIJENJENI PROPISI:

- 1. Zakon o vatrogastvu (N.N., br. 125/19)
- 2. Zakon o zaštiti od požara (N.N., br. 92/10)
- 3. Zakon o sustavu civilne zaštite (N.N., br. 82/15)
- 4. Zakon o normizaciji (N.N., br. 80/13)
- 5. Zakon o akreditaciji (N.N., br. 158/03, 75/09 i 58/13)
- 6. Zakon o mjeriteljstvu (N.N., br. 74/14)
- 7. Pravilnik o vatrogasnoj tehnici (N.N., br. 5/21)
- 8. Pravilnik o sigurnosti strojeva (N.N., br. 28/11)
- 9. Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri uporabi radne opreme (N.N., br. 21/08)

3. PODACI O MJERNOJ I ISPITNOJ OPREMI:

- 1. METREL tip Eurotest 61557, ser. br.13111589, ovjernica br. 531/2015
- 2.
- 3.

4. PODACI O VOZILU

4.1 ŠASIJA

Proizvođač :	
Tip šasije :	
Broj šasije :	
Tip motora :	
Broj motora :	
Godina proizvodnje :	
Snaga motora :	kW pri 2300 min ⁻¹
Snaga motora/opterećenje:	kW/t
Osovinski razmak :	mm
Maksimalna brzina :	km/h
Broj osovina :	
Broj pogonskih osovina :	
Broj sjedećih mjesta u kabini :	
Vrsta i dimenzija guma :	
Najveća dopuštena masa vozila :	kg
Stvarna (izmjerena) masa vozila :	kg

4.2 NADOGRADNJA

Proizvođač :	
Tip nadogradnje :	
Broj nadogradnje :	
Godina proizvodnje :	
Vrsta pogona ljestve :	
Ljestva :	
Broj podupirača :	
Razmak između podupirača (po širini) :	mm

4.3 GLAVNE DIMENZIJE

Dužina :	mm
Širina :	mm
Visina :	mm

4.4 DOPUŠTENA OPTEREĆENJA

Dopuštena prazna težina vozila :	daN
Dopušteno opterećenje prednje osovine :	daN
Dopušteno opterećenje stražnje osovine :	daN

*Ispitivanje je obavljeno na temelju ovlaštenja Državne vatrogasne škole broj :
xxxxxxxx-xxxx od xx.xx.yyyy*

4.5 GRANICE UPORABE

4.5.1. Normirana točka granice uporabe

- visina spašavanja (h) : m
- doseg (d) : m

4.5.2 Karakteristične točke granice uporabe

- | | | |
|--------------------------------|---------|---|
| Košara + 1 čovjek (90 daN) | - (h) | m |
| | ⋮ | |
| | - (d) | m |
| | ⋮ | |
| Košara + 2 čovjeka (180 daN) | - (h) | m |
| | ⋮ | |
| | - (d) | m |
| | ⋮ | |

4.5.3. Točke granice uporabe napisane su na pločici s viskom!

4.6. Ostale značajke

- 4.6.1. Vozilo je opremljeno odgovarajućim svjetlosnim (upozoravajuća plava svjetla) i zvučnim signalnim sustavom.
- 4.6.2. Vozilo je pripremljeno za ugradnju sustava radio veze.
- 4.6.3. Ljestva je opremljena sa 2 reflektora na 1. (donjem) dijelu ljestve kojima se upravlja s glavnog upravljačkog mjesta (na lijevoj strani okretne kupole).
Na košari se nalaze 2 ručna ~~kalogena~~ reflektora.
- 4.6.4. Automobilska ljestva ima vertikalni sustav podupiranja kojim se upravlja s dvije upravljačke jedinice smještene na stražnjoj strani vozila.
Pri podupiranju osigurana je blokada stražnjeg diferencijala vozila.
- 4.6.5. Ljestva je ~~trodielna~~ s teleskopskim izvlačenjem.
 1. dio ljestve (donja ljestva) pričvršćen je na okretnu kupolu.
 2. dio ljestve teleskopski se izvlači pomoću hidrauličkog cilindra.
 3. dio ljestve (gornja ljestva) izvlači se pomoću čelične užadi.
- 4.6.6. Ljestva je namijenjena za:
 - a) spašavanje ljudi
 - b) gašenje požara
 - c) dodatne tehničke usluge:
 - osvjetljavanje mjesta intervencije
 - promatranje mjesta intervencije s visine
 - korištenje košare kao radne platforme
 - korištenje ljestve za podizanje tereta (kuka na 1. dijelu ljestve).

*Ispitivanje je obavljeno na temelju ovlaštenja Državne vatrogasne škole broj :
xxxxxx-xxxx od xx.xx.yyyy*

- 4.6.7. Ljestva ima sljedeće funkcije:
- uspravljanje - spuštanje
 - izvlačenje - uvlačenje
 - okretanje
 - korektura bočnog nagiba (automatsko poravnavanje do kuta nagiba 7°)
 - nivelacija košare.
- 4.6.8. Ljestva ima hidraulički (strojni) i nužni (ručni) pogon.
Ljestvu je moguće, u ograničenom obliku, pokretati i pomoću akumulatora..
- 4.6.9. Upravljanje radom moguće je s glavnog upravljačkog mjesta i s upravljačkog mjesta u košari. Između glavnog upravljačkog mjesta i upravljačkog mjesta u košari omogućena je komunikacija preko "intercoma".
- 4.6.10. Ljestva je opremljena elektronskom kontrolom i sustavom praćenja – PLC III.
PLC III kontrolira i prati :
- operacije podupiranja (PLC 1),
 - pokrete ljestve koji se iniciraju s glavnog upravljačkog mjesta (PLC 2),
 - pokrete ljestve koji se iniciraju s upravljačkog mjesta u košari (PLC 3).
- Podaci koje sakupe senzori šalju se u PLC 1-3. Kompjuter prati i prepoznaje kritične situacije i greške te preko indikatora upozorava rukovatelja.
- 4.6.11. Na vrhu gornje ljestve, na zaštitnu kutiju za spajanje košare, moguće je zakvačiti pridržnu užad (rad pri vjetru brzine veće od 60 km/h).
- 4.6.12. Ljestva ima sljedeće sigurnosne uređaje:
- za onemogućavanje pokretanja ljestve ako podupiranje vozila nije završeno
 - za zaustavljanje ljestve u krajnjem položaju i blokade
 - za osiguranje od prevrtanja, preopterećenja ljestve
 - za zaustavljanje pri udarcu s ljestvom u toku rada
 - za zaustavljanje pri djelovanju vlačnom silom na košaru
 - za onemogućavanje udarca ljestvom u kabinu vozila
 - za osiguranje ljestve u transportnom položaju
 - prekidač za prekid rada ljestvom (onemogućava rad bez prisutnosti rukovatelja)
 - prekidač za zaustavljanje u nuždi.
- 4.6.13. Kabina vozila ima šest sjedećih mjesta.

4.7 Uređaji za gašenje voda-pjena

- a) Centrifugalna pumpa
Proizvođač :
Tip :
Broj :
Godina proizvodnje :
Nazivna dobava i visina dobave
- srednji tlak : l/min pri 10 bara (usis iz spremnika)
l/min pri 10 bara (usisna visina 3 m)
- visoki tlak (usisna visina 3 m) l/min pri 40 bara (usisna visina 3 m)
- kombinirani pogon (usisna visina 3 m) : l/min pri 10 bara + 250 l/min pri 40 bara
Najveći broj okretaja : min⁻¹
Najveća usisna visina : m
- b) Spremnik za vodu
Volumen : l
- c) Spremnik za pjeno
Volumen : l
- d) Mješač vode i pjeno
Proizvođač :
Tip (NT) :
Godina proizvodnje :
Kapacitet mješača : - l/min mješavine
Postotak miješanja :
Tip (VT) :
Godina proizvodnje :
Kapacitet mješača : - l/min mješavine
Postotak miješanja : %
- e) Vitlo za brzu navalu - visoki tlak (1 kom.)
Proizvođač :
Cijev : l = m
Mlaznica :
Kapacitet mlaznice (i tlak) : l/min pri 40 bara
- f) Mlaznica za pjenu MSP :
- kapacitet : l/min pri 5 bara
- g) Mlaznica za pjenu MTP :
- kapacitet : l/min pri 5 bara
- h) Bacač vode na košari
Proizvođač :
Tip :
Godina proizvodnje :
Kapacitet bacača (i tlak) : l/min pri 12 bara
Domet punog mlaza : m

Ispitivanje je obavljeno na temelju ovlaštenja Državne vatrogasne škole broj :
xxxxxxxx-xxxx od xx. xx. xxxx

5. OPSEG PREGLEDA I ISPITIVANJA

- 5.1. Pregled tehničke dokumentacije
- 5.2. Provjera rada u neopterećenom stanju
- 5.3. Mjerenje težina i provjera dimenzija
- 5.4. Određivanje granica uporabe
- 5.5. Statičko ispitivanje stabilnosti ljestve
- 5.6. Dinamičko ispitivanje stabilnosti ljestve
- 5.7. Statičko ispitivanje stabilnosti ljestve kod preopterećenja
- 5.8. Ispitivanje ljestve pri premošćivanju
- 5.9. Ispitivanje sigurnosnih uređaja
- 5.10. Ispitivanje funkcionalnosti ljestve
- 5.11. Snimanje radnih karakteristika centrifugalne pumpe
 - 5.11.1. "Suhi" vakuum pumpe
 - 5.11.2. Tlačna proba usisne strane pumpe
 - 5.11.3. Tlačna proba tlačne strane pumpe
 - 5.11.4. Snimanje Q-H dijagrama pumpe
 - 5.11.5. Maksimalni tlak kod zatvorenih tlačnih ventila
 - 5.11.6. Trajni rad pumpe
- 5.12. Snimanje radnih karakteristika uređaja za gašenje voda-pjena
- 5.13. Provjera ostalih značajki vozila

*Ispitivanje je obavljeno na temelju ovlaštenja Državne vatrogasne škole broj :
xxxxxx-xxxx od xx. xx. xxxx*

7/17

6. REZULTATI ISPITIVANJA

6.1. Pregled tehničke dokumentacije

Osnovna tehnička dokumentacija je na hrvatskom jeziku.

ZADOVOLJAVA

6.2. Provjera rada u neopterećenom stanju

U neopterećenom stanju ljestva radi u skladu sa deklariranim funkcijama.

ZADOVOLJAVA

6.3. Mjerenje težina i provjera dimenzija

6.3.1 Mjerenje težina

Izmjerena prazna težina vozila : daN
Izmjereno opterećenje prednje osovine : daN
Izmjereno opterećenje stražnje osovine : daN

ZADOVOLJAVA

6.3.2. Provjera dimenzija

Glavne dimenzije:

- dužina : mm
- širina : mm
- visina naprijed : mm
- visina straga : mm
Prednji prilazni kut: °
Stražnji prilazni kut: °
Površina podupirača: cm²

ZADOVOLJAVA

6.4. Određivanje granica uporabe

Granice uporabe odgovaraju granicama deklariranim od strane proizvođača.

ZADOVOLJAVA

6.5. Statičko ispitivanje stabilnosti ljestve

Širina između podupirača:	$b_1 =$	i	$b_2 =$	b_2
Najnepovoljniji kut uspravljanja : $\alpha = 0^\circ$				
Najnepovoljniji kut okretanja : $\varphi = 90^\circ$				
	Ljestva bez košare		Ljestva bez košare + 90 daN	
Širina između podupirača	b_1	b_2	b_1	b_2
Ispitno opterećenje F_N (daN)				
Dužina ljestve L (m)				
Domet I (m) – neopterećen				

Ispitivanje je obavljeno na temelju ovlaštenja Državne vatrogasne škole broj :

xxxxxx-xxxx od xx. xx. xxxx

Visina spašavanja h (m) – neopterećena				
Visina spašavanja h' (m) – opterećena				
Sila reakcije F (daN)				
Visina spašavanja h'' (m) – nakon rasterećenja				

Širina između podupirača:		$b_1 =$		i		$b_1 = b_2$	
Najnepovoljniji kut uspravljanja : $\alpha = 0^\circ$							
Najnepovoljniji kut okretanja : $\varphi = 90^\circ$							
	Ljestva s košarom + 90 daN		Ljestva s košarom + 180 daN		Ljestva s košarom + 270 daN		
Širina između podupirača	b_1	b_2	b_1	b_2	b_1	b_2	
Ispitno opterećenje F_N (daN)							
Dužina ljestve L (m)							
Domet I (m) - neopterećen							
Visina spašavanja h (m) - neopterećena							
Visina spašavanja h' (m) - opterećena							
Sila reakcije F (daN)							
Visina spašavanja h'' (m) - nakon rasterećenja							

ZADOVOLJAVA

6.6. Dinamičko ispitivanje stabilnosti ljestve

+	Širina između podupirača:	$b_1 =$	i	$b_1 = b_2$
Najnepovoljniji kut uspravljanja : $\alpha = 0^\circ$				
Najnepovoljniji kut okretanja : $\varphi = 60^\circ$				
		Ljestva s košarom + 180 daN		
Širina između podupirača		b_1	b_2	
Ispitno opterećenje F_N (daN)				
Dužina ljestve L (m)				
Domet I (m) - neopterećen				
Visina spašavanja h (m) - neopterećena				
Visina spašavanja h' (m) - opterećena				
Sila reakcije F (daN)		xxxx	bez naginjanja	
Visina spašavanja h'' (m) - nakon rasterećenja		-		

ZADOVOLJAVA

6.7. Statičko ispitivanje stabilnosti ljestve kod preopterećenja

Širina između podupirača:	$b_1 = 2,4$ m
---------------------------	---------------

Ispitivanje je obavljeno na temelju ovlaštenja Državne vatrogasne škole broj :
xxxxxxxx-xxxx od xx.xx.yyyy

Kut uspravljanja : $\alpha = 49.5^\circ$	
Najnepovoljniji kut okretanja : $\varphi = 90^\circ$	
	Ljestva s košarom + 180 daN
Širina između podupirača	b₁
Ispitno opterećenje F _N (daN)	košara + xxx
Dužina ljestve L (m)	
Domet l (m) – neopterećen	
Visina spašavanja h (m) – neopterećena	
Visina spašavanja h' (m) – opterećena	
Visina spašavanja h'' (m) – nakon rasterećenja	

ZADOVOLJAVA

6.8. Ispitivanje ljestve pri premošćivanju

Ljestva je potpuno izvučena pod kutom ~ xx° (vrh ljestve je oslonjen) i ravnomjerno opterećena s 6 ljudi.
Pri ovom ispitivanju nisu primijećene nikakve nedozvoljene deformacije ljestve.

ZADOVOLJAVA

6.9. Ispitivanje sigurnosnih uređaja

6.9.1. Dokazana je upotrebljivost ljestve tako da je 10 puta uspravljena, okrenuta i izvučena pri punom opterećenju košare (uz nagib 7°).

ZADOVOLJAVA

6.9.2. Ispitivanje sigurnosti od prevrtanja

ZADOVOLJAVA

6.9.3. Ispitivanje ostalih sigurnosnih uređaja

ZADOVOLJAVA

6.10. Ispitivanje funkcionalnosti ljestve

6.10.1. Vozilo opremljeno do prazne težine u roku od xx s dostiglo je minimalnu brzinu od 60 km/h (za xx s postiglo je 80 km/h).

ZADOVOLJAVA

6.10.2. Vozilo je doseglo maksimalnu brzinu od 100 km/h za xx s.

ZADOVOLJAVA

6.10.3. Vrijeme spremnosti za akciju bilo je xx s.

ZADOVOLJAVA

6.10.4. Podupiranje ljestve

Izvlačenje podupirača : s

Uvlačenje podupirača : s

*Ispitivanje je obavljeno na temelju ovlaštenja Državne vatrogasne škole broj :
xxxxxxxx-xxxx od xx. xx. xxxx*

10/17

ZADOVOLJAVA

6.10.5. Vrijeme trajanja pojedinih pokreta ljestve sa košarom pri maksimalnoj brzini

Uspravljanje od 0 do 75° : s
Izvlačenje pune dužine : s
Uvlačenje pune dužine : s
Okretanje za 90° : s
Smanjenje nagiba od 75° do 0 : s

6.10.6. Vrijeme trajanja istovremenih pokreta ljestve

Uspravljanje od 0 do 75°, izvlačenje pune dužine i okretanje za 90° : s

ZADOVOLJAVA

6.10.7. Promjer kruga okretanja vozila (najveći vanjski) je xxx m.

ZADOVOLJAVA

6.10.8. Put kočenja pri brzini 30 km/h bio je xx m.

ZADOVOLJAVA

6.11. Snimanje radnih karakteristika centrifugalne pumpe

6.11.1. Suhi² vakuum pumpe

U vremenu od 10 sekundi postignut je suhi vakuum od xx bara.
U vremenu od 1 minute nije bilo pada vakuuma.

ZADOVOLJAVA

6.11.2. Tlačna proba usisne strane pumpe

Pri ispitnom tlaku od 16 bara nema propuštanja.

ZADOVOLJAVA

6.11.3. Tlačna proba tlačne strane pumpe

Pri ispitnom tlaku od 24 bara nema propuštanja.

ZADOVOLJAVA

6.11.4. Snimanje Q-H dijagrama

6.11.4.1. Točka Q-H dijagrama uz uvjete: srednji tlak, usis iz spremnika (volumen spremnika: $V_{spos} = xxx\text{ l}$; $V_{spos} = xxx\text{ l}$)

Točka broj:	Tlak na pumpi (bar)	Protok na pumpi (l/min)
1.		
2.		

ZADOVOLJAVA

6.11.4.2. Točke Q-H dijagrama uz uvjete: srednji tlak, usisna visina 3 m (stvarna usisna visina 2,61 m)

*Ispitivanje je obavljeno na temelju ovlaštenja Državne vatrogasne škole broj :
xxxxxxxx-xxxx od xx.xx.yyyy*

Točka broj	Tlak na pumpi (bar)	Protok na pumpi (l/min)
1.		
2.		
3.		

ZADOVOLJAVA

6.11.4.3. Točka Q-H dijagrama uz uvjete: srednji tlak, usisna visina 7,5 m

Točka broj	Tlak na pumpi (bar)	Protok na pumpi (l/min)
1.		

ZADOVOLJAVA

6.11.4.4. Točka Q-H dijagrama uz uvjete: visoki tlak, usis iz spremnika*, usisna visina 3 m**

Točka broj	Tlak na pumpi (bar)	Protok na pumpi (l/min)
1.*		
2.**		

ZADOVOLJAVA

6.11.4.5. Točke Q-H dijagrama uz uvjete: kombinirani pogon, usisna visina 3 m

Točka broj	Kombinirani pogon	Tlak na pumpi (bar)	Protok na pumpi (l/min)
1.	srednji tlak		
	visoki tlak		
2.	srednji tlak		
	visoki tlak		

ZADOVOLJAVA

6.11.5. **Maksimalni tlak kod zatvorenih tlačnih ventila**

Maksimalni tlak kod zatvorenih tlačnih ventila pri punom opterećenju motora iznosio je xx bara na srednjem tlaku i xx bara na visokom tlaku.

ZADOVOLJAVA

6.11.6. **Trajni rad pumpe**

Trajni rad pumpe 6 sata.

ZADOVOLJAVA

6.12. **Snimanje radnih karakteristika uređaja za gašenje voda-pjena**

6.12.1. Ispitivanje radnih karakteristika mlaznice na vitlu za brzu navalu i mješača

Ispitivanje je obavljeno na temelju ovlaštenja Državne vatrogasne škole broj :

xxxxxx-xxxx od xx.xx.yyyy

12/17

HD - FIX MIX

6.12.1.1. **Voda**

Ispitivanje br.	1.	2.	3.
POTROŠAČ:	mlaznica na vitlu (pojedinačan rad)	mlaznica na vitlu (pojedinačan rad)	mlaznica na vitlu (istovremeni rad)
Tlak na pumpi (bar)			
Tlak na mlaznici (bar)			
Kapacitet mlaznice (l/min)			
Domet - puni mlaz (m)			
Domet - raspršeni mlaz (m)			
širina mlaza / na udaljenosti			

ZADOVOLJAVA

6.12.1.2. **Pjena**

Rezultati su unijeti u tablicu 1.

ZADOVOLJAVA

6.12.2. Ispitivanje radnih karakteristika mlaznica S 4 i M 4 i mješača ND - FIX MIX
Voda

6.12.2.1. Mlaznica S 4

Tlak na mlaznici : bara
Kapacitet mlaznice : l/min

ZADOVOLJAVA

6.12.2.2. Mlaznica M 4

Tlak na mlaznici : bara
Kapacitet mlaznice : l/min

ZADOVOLJAVA

6.12.2.3. **Pjena**

Rezultati su unijeti u tablicu 1.

ZADOVOLJAVA

TABLICA br.1

*Ispitivanje je obavljeno na temelju ovlaštenja Državne vatrogasne škole broj :
xxxxxxxx-xxxx od xx.xx.yyyy*

13/17

Ispitivanje br.	1.	2.	3.
Potrošač	mlaznica na vitlu + dodatna mlaznica	mlaznica S 4	mlaznica S 4
Kapacitet (l/min)			
Tlak na mlaznici (bar)			
Tlak na pumpi (bar)			
Pjenilo			
Podloženo doziranje (%)			
Stvarno doziranje (%)			
Ekspanzija			
Četvrtinsko vrijeme raspada			
Domet maksimalni (m)			
Domet efektivni (m)			
Ispitivanje br.	4.	5.	
Potrošač	mlaznica M 4	mlaznica M 4	
Kapacitet (l/min)			
Tlak na mlaznici (bar)			
Tlak na pumpi (bar)			
Pjenilo			
Podloženo doziranje (%)			
Stvarno doziranje (%)			
Ekspanzija			
Četvrtinsko vrijeme raspada			
Domet maksimalni (m)			
Domet efektivni (m)			

Napomene: Za navedena pjenila izvršena je proba uporabivosti pjenila za
ispitivanje vozila.

ZADOVOLJAVA

6.12.3. Ispitivanje rada bacača

6.12.3.1. Ispitivanje usnaca bacača na ispitnom stolu

Broj mjerenja	Tlak (bar)	Protok (l/min)	k prosječan
-			
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

Ispitivanje je obavljeno na temelju ovlaštenja Državne vatrogasne škole broj:
xxxxxxxx-xxxx od xx. xx. xxxx

14/17

6.			
7.			
8.			

ZADOVOLJAVA

6.12.3.2. Ispitivanje bacača na ljestvi

Broj mjerjenja Kut ljestve	Visina bacača (m)	Tlak na izlazu pumpe (bar)	Tlak na bacaču (bar)	Volumen vode (l)	Vrijeme (min)	Protok (l/min)	Domet (m)
1. $\alpha = 0^\circ$							
1. $\alpha = 0^\circ$							
3. $\alpha = 50^\circ$							

ZADOVOLJAVA

6.12.4. Popis opreme po spremnicima

KABINA VOZILA

- 1.
- 2.
3. ... kom

PROSTOR ZA OPREMU (Spremnik br. 1)

- 1.
- 2.
3. ...

PROSTOR ZA OPREMU (Spremnik br. 2)

- 1.
- 2.
3. ...

PROSTOR ZA OPREMU (Spremnik br. 3)

- 1.
- 2.
3. ...

PROSTOR ZA OPREMU (Spremnik br. 4)

Ispitivanje je obavljeno na temelju ovlaštenja Državne vatrogasne škole broj: xxxxxx-xxxx od xx. xx. xxxx

-
- 1.
 - 2.
 3. ...

PROSTOR ZA OPREMU (Spremnik br. 5)

- 1.
- 2.
- 3.

PROSTOR ZA OPREMU (Spremnik br. 6)

- 1.
- 2.
3. ...

NADGRADNJA (okretno postolje i ljestvenici)

- 1.
- 2.
3. ...

ZADOVOLJAVA

7. NEDOSTACI, NAPOMENE I PREPORUKE

Dodatna oprema vatrogasnog vozila nije bila predmet ovog ispitivanja
(ispitat će se naknadno).

8. ZAKLJUČAK

- 8.1. Temeljem funkcionalnog ispitivanja zaključuje se da vatrogasno vozilo za gašenje i spašavanje s visina **zadovoljava** zahtjeve navedenih propisa.
- 8.2. INA VATROGASNI SERVISI d.o.o., nastavno na ovo izvješće o ispitivanju ispranosti vatrogasne tehnike – vatrogasnog vozila **izdaje Uvjerjenje**, broj: _____, od xx. Xx. 202x.
- 8.3. Sukladno Pravilniku o vatrogasnoj tehnici (N.N., br. 5/21), Prilog 1, slijedeće periodično ispitivanje potrebno je obaviti jednom u tri godine (najkasnije do xx.xx.20xx.)

ISPITIVAČI:		
Xxxxxxxxxxxx Yyyyyyyy,		
		ODOBRIO:
OVJERA OVLAŠTENOG ISPITIVAČA:		Direktor
Xxxxxxxxxxxx Yyyyyyyy,		Josip Vrabec

Prilog: Nalazi OPT, ispitivanje sigurnosnih ventila, ispitivanje manometara i sl.

6. LITERATURA

- [1] Pravilnik o vatrogasnoj tehnici (NN 5/2021), dostupno na internetu: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_01_5_113.html (01.05.2024.)
- [2] Hrvatski zavod za norme, HRN EN ISO 14540:2014, dostupno na internetu: <https://repozitorij.hzn.hr/norm/HRN+EN+14540%3A2014> (01.05.2024.)
- [3] Povijest vatrogastva, dostupno na internetu: <https://bombeirosguardioesdavid.blogspot.com/2016/06/pre-historia-dos-corpos-de-bombeiros.html> (01.05.2024.)
- [4] B. Halima, Povijest vatrogasne cijevi, dostupno na internetu: <https://acefiredefense.com/blogs/news/the-history-of-the-attack-fire-hose> (01.05.2024.)
- [5] Inspect Point Team, Povijest vatrogasnog hidranta, dostupno na internetu: <https://www.inspectpoint.com/fire-hydrant/> (02.05.2024.)
- [6] Vatropromet d.o.o., Tehnička dokumentacija tlačna spojnica fi 75 mm „B“ za tlačnu cijev fi 75, Zagreb, Hrvatska, 2023.
- [7] Department of public safety Missouri State, Prezentacija - Fire fighter I i II, NFPA 1001 – 2013,
- [8] Z. Šmejkal, „Uređaji, oprema i sredstva za gašenje i zaštitu od požara“, SKTH/Kemija u industriji, Zagreb, Hrvatska, 1991.
- [9] Hrvatski zavod za norme, HRN EN 1947:2014, dostupno na internetu: <https://repozitorij.hzn.hr/norm/HRN+EN+1947%3A2014> (01.07.2024.)
- [10] M. Kršulja, D. Bognolo, „Vatrogasne cijevi i cijevna oprema“ – prezentacija predavanja kolegija „Vatrogasna oprema i uređaji“, Metalurški fakultet Sisak, Sisak, Hrvatska, 2023.
- [11] Wikipedia, Bernoullijeva jednadžba, dostupno na internetu : https://hr.wikipedia.org/wiki/Bernoullijeva_jednad%C5%BEba (02.09.2024.)
- [12] J. Prlić Kardum, „Mehanika fluida“ Skripta sa odabranim poglavljima – Studij Kemijsko inženjerstvo – FKIT, 2024.

- [13] M. Hashi, Proper hose care and maintenance: Why does it matter in the fire stations?, dostupno na internetu: <https://www.linkedin.com/pulse/proper-hose-care-maintenance-why-does-matter-fire-stations-hash/> (08.09.2024.)
- [14] grupa autora, „Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih časnika i dočasnika“, Hrvatska vatrogasna zajednica, Tiskara Zelina d.d., Zagreb, Hrvatska, 2006.
- [15] Wintersteiger, A drying locker that uses the condensation process to dry fire hoses, dostupno na internetu: <https://www.wintersteiger.com/dry-protect/en-US/references/Unique-to-Drytech-A-drying-locker-that-uses-the-condensation-process-to-dry-fire-hoses~n1844> (10.09.2024.)
- [16] Latakva, Fire hose dryer, dostupno na internetu: <https://www.latakva.com/en/fire-protection-equipment/item/53/885> (10.09.2024.)
- [17] IVS d.o.o., „Poslovniku o postupcima, uvjetima i metodama ispitivanja vatrogasne tehnike“, Sisak 2021.
- [18] Pravilnik o minimumu tehničke opreme i sredstava vatrogasnih postrojbi (NN 43/1995), dostupno na internetu: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/1995_06_43_846.html (12.09.2024.)
- [19] S. Purgar, B. Kovačić, V. Puhalek, „Vatrogasni vježbovnik“, Hrvatska vatrogasna zajednica, Zagreb, Hrvatska, 2002.
- [20] Croatian Firefighters, Vatrogasna vježba „GRADINA 2024“, dostupno na internetu: https://www.youtube.com/watch?v=Y3j5KdvVbkw&ab_channel=CroatianFirefighters (2024)
- [21] B. Horvat, Vatrogasne sprave i oprema, vatrogasni časnici 1., prezentacija, Varaždin, Hrvatska, ožujak 2014.
- [22] Hrvatski zavod za norme, HRN EN 1846-1:2012, dostupno na internetu: <https://repozitorij.hzn.hr/norm/HRN+EN+1846-1%3A2012> (20.12.2024.)

ŽIVOTOPIS

Osobni podaci:

Ime i prezime: Igor Smolčić

Datum i mjesto rođenja: 23. srpanj 1976., Sisak

Adresa: Ljudevita Gaja 6., 44000 Sisak

Telefon: 044/522-884

Mobitel: 091/174-3296

E-mail: igor.smolcic@yahoo.com

Obrazovanje:

1983. – 1990. Osnovna škola Galdovo

1990. – 1994. Centar usmjerenog Obrazovanja Norbert Veber, Sisak, Strojarski tehničar

2010. – 2011. Državni ured zaštite i spašavanja, Vatrogasna škola, Vatrogasni tehničar

2019. – 2022. Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, preddiplomski sveučilišni studij
Sigurnost, zdravlje na radu i radni okoliš

2022. – 2025. Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, diplomski sveučilišni studij
Sigurnost, zdravlje na radu i radni okoliš

Jezične vještine

Strani jezik: Engleski jezik, B1

Digitalne vještine

Korištenje interneta i e-maila / Microsoft Office (Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint)

Radno iskustvo

INA Vatrogasni servisi d.o.o. (Član INA Grupa) | veljača 2019. – do danas

- profesionalni vatrogasac

INA d.d. travanj 2016. – veljača 2019.

- služba Održivog razvoja i Zaštite zdravlja, sigurnosti i okoliša

INA d.d. kolovoz 2010. – travanj 2016.

- profesionalni vatrogasac

SINACO d.o.o. (Član INA Grupa) | veljača 2003. – kolovoz 2010.

- zaštitar tehničar u nadzornom centru tehničke zaštite

INA d.o.o. kolovoz 1994. - veljača 2003.

- rad na postrojenju kao vanjski pumpaš

Ostale vještine:

- Razvijene dobre komunikacijske i prezentacijske vještine kroz obrazovanje i rad
- Iskustvo u radu, samostalno i u timu
- Prilagodljiv promjenama
- Vozačka dozvola B kategorije
- Položen stručni ispit za Stručnjaka zaštite na radu – Posebni dio, 2024. godine.
- Uvjerenje o položenom ispitu za – I. stupanj spasioca iz dubina i visina, 2021. godine
- Certificiran od strane Bureau Veritas „Interni auditor sustava upravljanja zaštitom okoliša“ prema zahtjevima ISO 14001:2015, 2020. godine
- Certificiran od strane Bureau Veritas „Interni auditor sustava upravljanja kvalitetom“ prema zahtjevima ISO 9001:2015, 2020. godine
- Položen stručni ispit za Stručnjaka zaštite na radu – Opći dio, 2019. godine.
- Završen tečaj Phast 7.21 DNV GL – SA-01 Phast training 2018. godine
- Završen tečaj Safeti 7.21 DNV GL – SA-02 Safeti training 2018. godine
- Završen tečaj „Train the Trainer Program on Unconscious Behaviour“ 2017. godine
- Certificiran od strane CERTEx – „Crane Supervisor“ LEEA, 2017. godine
- Položen stručni ispit za djelatnika zaduženog za obavljanje poslova zaštite od požara i unapređenje stanja zaštite od požara, 2016. godine.