

ТЕМА 6:

**Стабилне инсталације за гашење пожара
водом – Инсталације са воденом маглом**

Увод

- Термин „водена магла“ односи се на fine млазеве воде у којима је 99% количине воде распршено у капљице са пречником мањим од 1000 μm (дефиниција из стандарда NFPA 750)
- Досадашња искуства су да је водена магла веома ефикасна за контролу и гашење пожара чврстих и течних горивих материјала, а такође и за спречавање експлозија угљоводоничних пара.
- Током 60-их и 70-их година прошлог века као средство за гашење су се појавили халони, који су били веома ефикасни и јефтина средства за гашење пожара, па је коришћење инсталација водене магле сматрано економски неоправданим.
- Тек након забране халона, инсталације са воденом маглом су постале више заступљене у противпожарној техници.

- Вода је иначе ефикасно средство за гашење различитих типова пожара. Формирањем ситних капљица, вода постаје још ефикасније средство за гашење пожара због значајног повећања контактне површине преко које се врши пренос топлоте и испаравање.
- При величини капљице од 6 mm у једном литру воде има 8800 капљица а укупна контактна површина износи 1 m².
- При величини капљице од 0,1 mm у једном литру воде има 1,9 милијарди капљица а укупна контактна површина износи 60 m².
- **Примарни механизми** гашења пожара су:
 - ✓ Хлађење (хлађење пламена и влажење/хлађење површине горивих материјала.
 - ✓ Смањење концентрације кисеоника и горивих пара и гасова у зони гашења.

- **Секундарни механизми** гашења пожара су:
 - ✓ Смањивање интензитета тоplotног зрачења
 - ✓ Кинетички ефекат на пламен
- Иако апсорпција дима није директан ефекат гашења пожара, веома је важна предност водене магле као средства за гашење пожара.
- Фине капљице које лебде одређено време су способне да растворе и псорбују део димних гасова и честица чађи, на тај начин олакшавајући евакуацију и гашење пожара од стране ватрогасних бригада.

- **Расхладни механизам** водене магле при гашењу пожара може се грубо поделити на лађење пламена и влажење/хлађење расхладних површина.
- Хлађење пламена се приписује углавном испаравању воде када велики број водених капи доспе у пламен и брзо испари. Ватра ће бити угашена када се адијабатска температура пламена снизи на вредност која омогућава прекид реакције сагоревања смеше ваздух-гориво.
- За већину угљоводоничних и других органских пара, ова доња темепратурна граница је око 1327°C .
- Сматра се да се топлота од пламена до горивог материјала преноси углавном конвекцијом и зрачењем, док се хлађење горивог материјала воденом маглом постиже углавном испаравањем водених капљица.
- Да би водена магла могла да охлади површину гориве материје потребно је да млаз водене магле доспе до гориве површине кроз пламен и онда апсорбује одређену количину топлоте са гориве површине већим интензитетом него што пламен може да створи на горивој површини.

- **Влажење/хлађење горивих површина** такође смањује интензитет сагоревања горива и спречава поновно паљење када се гориво охлади.
- Влажење/хлађење гориве површине помоћу водене магле је доминантан механизам гашења за гориве материје које не производе гориве смеше пара изнад површине горива, као што су пожари чврстих материја.
- **Смањење концентрације кисеоника** се дешава или као појава која се одвија у целој затвореној запремини или као локални ефекат.
- Што се тиче смањења концентрације кисеоника у целокупној затвореној запремини, она може бити брзо смањена брзим испаравањем и експанзијом паре, када се водена магла распрши у врућу просторију у којој се одвија пожар.
- Прорачуни су показали да концентрација кисеоника у просторији запремине 100 m^3 може да опадне и до 10%, када се 5,5 литара воде потпуно претвори у пару.

- Код локалног ефекта када fine водене капи продру у пламен и испаре, водена пара експандира 1700 пута у односу на запремину које су имале као течност.
- Запреминска експанзија испарене воде омета приступ кисеоника у пламен и разблажује паре горивих материја.
- Утицај смањења концентрације кисеоника од стране водене магле на гашење пожара у великој мери зависи од својства горива, због тога што минимална концентрација слободног кисеоника потребног за сагоревање варира од врсте гориве материје.
- За већину пожара угљоводоника, потребна минимална концентрација за одржавање сагоревања је око 13%, док је за пожаре чврстих материјала та вредност и мања.

- **Смањење интензитета топлотног зрачења** због тога што вода може да спречи даље загревање топлотним зрачењем површине која гори, као и оних површина које још нису захваћене пламеном.
- Такође, водена пара у ваздуху изнад гориве површине служи као сиво тело које апсорбује енергију зрачења, а затим је поново шаље зрачењем на површину гориве материје са смањеним интензитетом.
- Смањење интензитета топлотног зрачења помоћу водене магле спречава ватру да се шири на површине које још нису захваћене пламеном и смањује интензитет сагоревања.
- Експерименти су показали да се флукс топлотног зрачења ка зидовима у тест соби смањује и до 70% након активирања система водене магле.

- Теоријским и експерименталним истраживањима је показано да иако се гашење пожара помоћу водене магле углавном дешава због физичких процеса, додавање водене паре горивој смеши може да доведе до повишења температуре пламена, повећања продукције CO_2 и смањења потрошње O_2 као и до смањења производње CO и чађи.
- Ефикасност водене магле у гашењу пожара је директно зависна од карактеристика млаза који се производи млазницама за водену маглу. Карактеристике млаза се могу сврстати у три параметра:
 - ✓ расподела величине капљица
 - ✓ интензитет орошавања
 - ✓ импулс (енергија) млаза

- Расподела величине капљица се односи на опсег величина капљица које се налазе у репрезентативним узорцима млаза које се мере на специфичним локацијама, дефинисаним стандардима. Према америчком стандарду NFPA 750 системи са воденом маглом се класификују у три групе:
 - ✓ Класа I, 90% запремине млаза је у капљицама величине 200 μm и мање.
 - ✓ Класа II, 90% запремине млаза је у капљицама величине 200÷400 μm ,
 - ✓ Класа III, 90% запремине млаза је у капљицама величине 400 μm и веће.
- Теоријски мање капљице су ефикасније у гашењу пожара него веће због веће контактне површине преко које се врши испаравање и хлађење. Такође су ефикасније и у смањивању интензитета топлотног зрачења.
- Мање капљице се лакше односе помоћу ваздушне струје у удаљене и заклоњене делове заштићеног простора.
- Међутим, мање капљице веома тешко продиру кроз пламен да дођу до површине која гори. Ваздушна струја веома лако носи мале капљице са малим импулсом далеко од пламена. За формирање мањих капљица потребно је више енергије.
- Истраживања су показала да се не може одредити нека одређена величина капљица која је најпогоднија за гашење свих врста пожара. Млаз са добро измешаним и крупним и ситним капљицама је далеко бољи при гашењу пожара него млаз са униформним пречником капљица.

- **Интензитет орошавања** $L/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$, потребан за гашење одређених врста пожара се одређује **пожарним тестовима** који се спроводе у акредитованим лабораторијама на основу процедура прописаних стандардима (NFPA 750, SRPS TS EN 14972).
- Упоредјују се инсталација водене магле и класична спринклер инсталација за коју је познат интензитет орошавања, и уколико водена магла постиже исте или боље ефекте као и еквивалентна спринклер инсталација, онда се тај систем може употребити за гашење за тестирану врсту пожара.
- Резултати се издају у извештајима са пожарних тестова и потребно их је прибавити од произвођача опреме како би пројектанти могли да одреде параметре инсталације водене магле.
- Резултати се на дају као код спринклер инсталације као интензитет орошавања у $L/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$, већ сваки произвођач опреме дефинише обично тип млазнице и минимални потребни притисак на млазници.

- **Импулс млаза** се односи на масу млаза, брзину млаза и његов правац у односу на пламен. Импулс млаза не одређује само да ли капљице воде могу да продру кроз пламен и дођу до површине која гори, већ и продирање околног ваздуха у пламен.
- Турбуленција која настаје када млаз водене магле доспе у зону сагоревања поспешује ефективност инсталације при гашењу пожара.
- Импулс млаза највише зависи од притиска испуштања. Што су капљице ситније потребан је виши притисак како би се произвео млаз и да би му се предала довољна енергија како би капљице прошле кроз пламен и доспеле до површине која гори.
- Мале капљице водене магле изгубе доста енергије на путу кроз ваздух уколико су простроије које се штите високе.
- Закључак је да је геометрија просторије један од ограничавајућих фактора за примену система са воденом маглом.

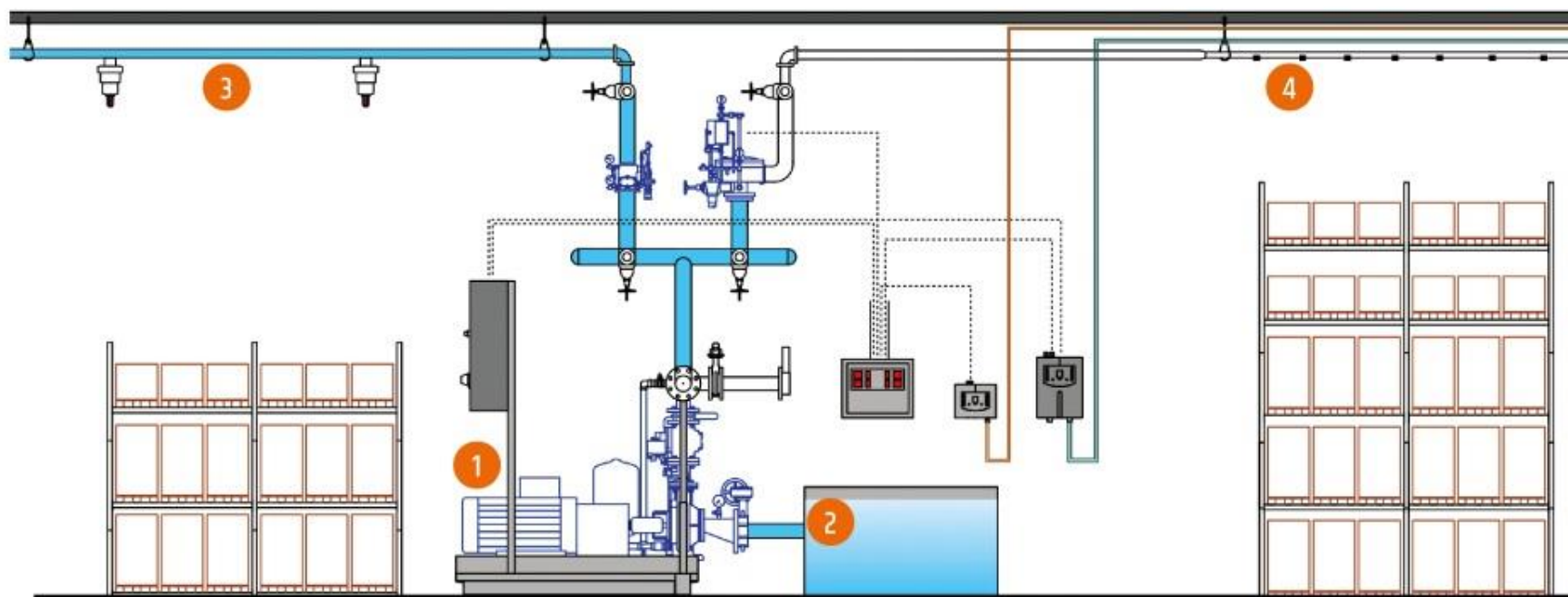
- **Апсорпција дима** није директан ефекат гашења пожара али је важна предност водене магле као средства за гашење пожара.
- Фине водене капљице које лебде неки кратак временски период су способне да растворе и апсорбују део димних гасова и честица чађи, на тај начин олакшавајући евакуацију и гашење пожара од стране ватрогасних бригада.
- Експерименти спроведени у тунелима су показали да инсталације водене магле могу да апсорбују и до 50% количине дима који се појавио приликом пожара.
- Иначе се ове инсталације користе за заштиту тунела (тунел Ла Манш, метро у Будимпешти и сл.).

- Најважнији стандарди у области гашења пожара воденом маглом су:
 - ✓ **SRPS CEN/TS 14972:2012** - Инсталације за гашење пожара – Системи са воденом маглом – Пројектовање и уградња
 - ✓ **NFPA 750** - Standard on Water Mist Fire Protection Systems
- У зависности од притиска који је потребан за стварање водене магле, стандард NFPA 750 дели инсталације водене магле у три категорије:
 - ✓ Инсталације водене магле ниског притиска до 12 bar
 - ✓ Инсталације водене магле средњег притиска 12-34 bar
 - ✓ Инсталације водене магле високог притиска, од 34 bar

- На сличан начин према станарду SRPS CEN/TS 14972:2012 инсталације се деле на:
 - ✓ Инсталације водене магле ниског притиска до 12,5 bar
 - ✓ Инсталације водене магле средњег притиска 12,5-35 bar
 - ✓ Инсталације водене магле високог притиска, од 35 bar
- Од избора типа инсталације водене магле зависи исплативост и поузданост система, као и тип пожара који може да се гаси.

Системи ниског притиска

- Инсталације **водене магле ниског притиска** (слика 1) обично служе за гашење пожара у гаражама, пословним објектима и хотелима (пожарна опасност ОН1 и ОН2). Предност у односу на спринклер је смањена потрошња воде, минимални притисак на **млазници уобичајено износи 5-6 bar**.
- Такође се користе за заштиту подземних гаража, пословних објеката и хотела где градски водовод на гарантује довољну количину воде потребну за спринклер систем а у објекту нема довољно места за изградњу резервоара за воду.
- Потребна количина воде за гашење пожара овом инсталацијом , на пример подземну гаражу, је око $6\div 8$ L/s, у односу на $15\div 20$ L/s потребних за класичну спринклер инсталацију.
- Предност водене магле је код накнадног уграђивања инсталације у постојеће објекте, с обзиром да су пречници цевовода знатно мањи него код класичног спринклер система.



- 1 Пумпа ниског притиска
- 2 Резервоар за 70% мање запремине него код спринклер система
- 3 Млазнице за водену маглу
- 4 Дренчер млазнице

Слика 1. Инсталација са воденом маглом ниског притиска

- Ове инсталације имају бројне предности у поређењу са другим (Табела 1) али приликом избора овог система треба бити обазрив зато што још увек не постоје пожарни тестови за велики број примена и врста пожара за које се користе класичне инсталације.
- Постоје ограничења у погледу висине штићеног простора, ако је висина простора преко $6 \div 8$ m, водена магла је веома неефикасна и троши приближно исту количину воде као и спринклер инсталација.
- Није погодна за високорегална складишта јер мале капљице немају довољно енергије да продру у наслагане материјале.
- Иако многи произвођачи дају сертификате за гашење пожара воденом маглом на електроинсталацијама (напр. сервер сале), треба водити рачуна да ће до оштећења електричних компоненти ипак доћи због секундарних ефеката, тј. апсорпција дима. Дим и чађ се растварају у капима водене магле, а при кондензацији може доћи до стварања различитих киселина које оштећују електронску опрему.
- Водена магла може бити добро решење код локалне заштите различитих посуда и технолошких линија са запаљивим течностима у индустрији за које би први избор средства за гашење била лака пена, али се из технолошких разлога линија не може затворити у просторији како би се испунила пеном.

Табела 1. Поређење карактеристика стабилних система за гашење пожара

	Водена магла високог притиска	Водена магла ниског притиска	Спринклер инсталација	Инертни гасови	Хемијски гасови
Расхладни ефекат	Веома велики	ограничен	мали	нема	Нема
Инертизујући ефекат (смањење концентрације O ₂)	Локално на извору пламена	ограничен	нема	У целој запремини	У целој запремини
Ефекат на људе и околину	Безбедна/нема	Безбедна/нема	Велика потрошња воде	Опасност од гушења	Ефекат на озонски омотач/ефекат стаклене баште
Штета од средстава за гашење	Занемарљива (чиста вода)	мала	Велика штета од воде	занемарљива	Корозивни производи распадања
Потребно време за узбуну људи пре прораде	Није потребно	Није потребно	Није потребно	Потребно	Потребно
Ефекат на електричне компоненте	Мали (чиста вода)	велики	велики	нема	нема
Потреба за херметичном просторијом	нема	нема	нема	потребно	потребно

- Основне компоненте система су:
 - ✓ Извор воде,
 - ✓ Пумпа за повишење притиска у систему,
 - ✓ Џокеј пумпа за одржавање сталног притиска у систему,
 - ✓ Алармни вентил,
 - ✓ Суви секцијски вентил,
 - ✓ Мокри секцијски вентил,
 - ✓ Ваздушни компресор,
 - ✓ Контролни орман за управљање елементима инсталације,
 - ✓ Цевна мрежа на којој су постављене млазнице,
 - ✓ Млазница за фино распршавање воде – стојећа, viseћа или хоризонтална,
 - ✓ Остала пратећа арматура.

- Извор воде може бити директан прикључак на градски водовод, инсталација са резервоаром смањеног капацитета (међурезервоар) и инсталација са резервоаром пуног капацитета.
- У случају директног прикључења инсталације на водоводну мрежу, потребно је поставити одвајач нечистоћа који не пропушта честице веће од 2,5 mm у инсталацију и вентил за спречавање повратног протока.
- У случају резервоара смањеног капацитета, у резервоару постоји резерва воде за одређени временски период рада, док се остатак воде допуњава из градског водовода.
- Пумпно постројење се састоји обично од једне радне пумпе која обезбеђује потребне хидрауличке параметре у систему и цокеј пумпе за одржавање статичког притиска у систему. Пумпна постројења су обично компактна, испоручују се монтирана са свом потребном аутоматиком и уређајима повезаним на контролним орманима.
- Пумпе треба да испуне веома ригорозне захтеве у погледу конструкције и издржљивости у веома тешким условима експлоатације да би добиле сертификат.

- **Суви секцијски вентил** садржи неповратну клапну која је у затвореном положају услед једнаких сила узводно и низводно од клапне. Ово уравнотежење се обавља компресором са ваздушне стране и пумпама са водене стране.
- У случају пожара ампула млазнице пуца, притисак изнад клапне (низводно) пада, тако да се клапна отвара и пропушта потребну количину воде до млазница.
- Уз суви секцијски вентил испоручује се пресостат који даје сигнал ПП централи да је инсталација прорадила.
- **Мокри секцијски вентил** садржи неповратну клапну која је у затвореном положају услед једнаких сила узводно и низводно од клапне. При пуцању ампуле на млазници притисак изнад клапне пада тако да се клапна отвара и пропушта потребну количину воде до млазнице.
- Уз мокри секцијски вентил испоручује се комора одложеног дејства за елиминисање лажних аларма и пресостат који даје сигнал ПП централи да је инсталација прорадила.

- **Млазнице** за водену маглу су веома важан елемент инсталације јер врше њено активирање.
- Оне се при одређеној температури отварају, а својом конструкцијом омогућавају расипање воде у фине капи тако да она равномерно кваси површину на којој се десио пожар и ограничава довод кисеоника до запаљивог материјала.
- Млазница за водену маглу се састоји од следећих делова:
 - ✓ Тело млазнице
 - ✓ Затварач којег на седишту држи ампула испуњена експанзивном течностју (ампула пуца када температура око млазнице достигне одређену вредност)
 - ✓ Распршивача учвршћеног на врху тела млазнице.
- Различите врсте млазница различитог фактора истицања (К фактора) се користе за различите намене, у складу са упутством произвођача.
- Такође треба испоштовати и захтеве произвођача у погледу геометријског распореда млазница како би се омогућило равномерно квашење заштићене површине.

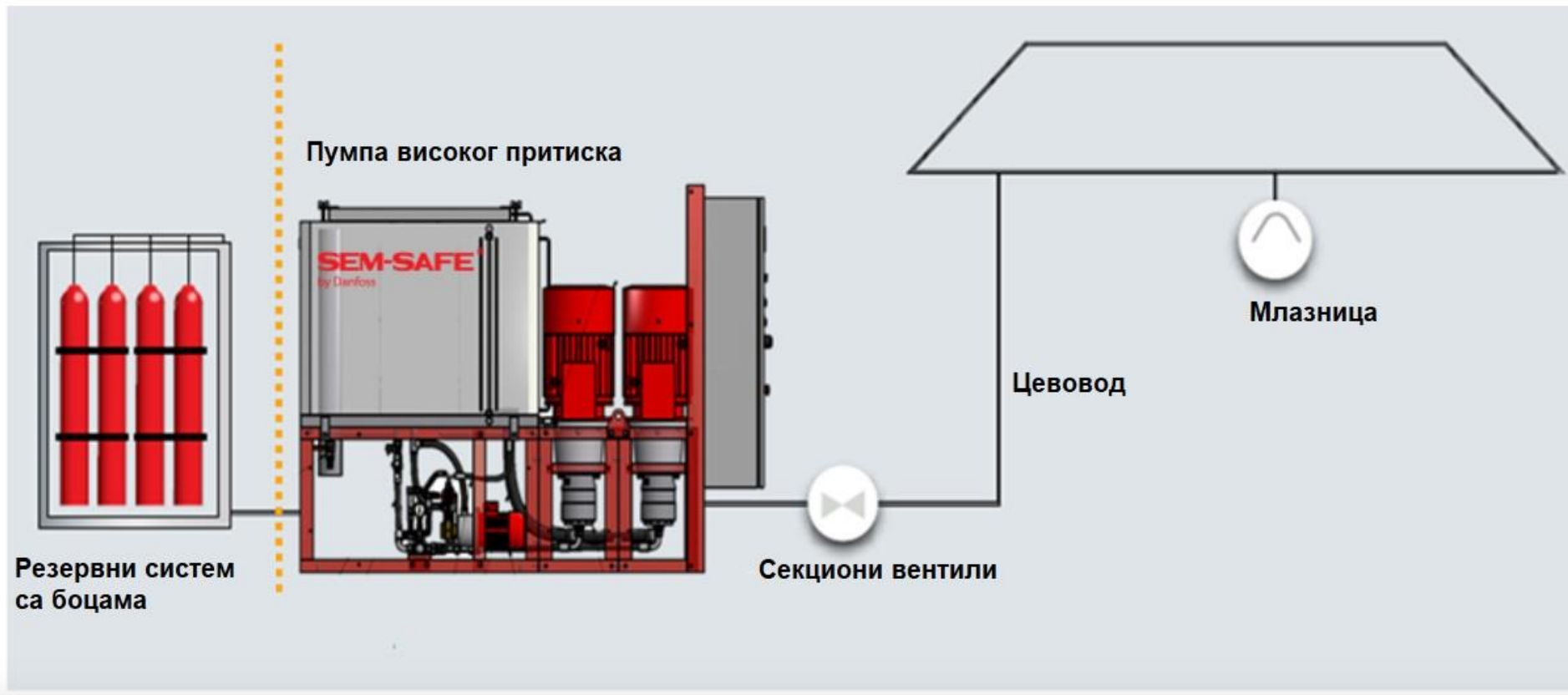


Слика 2. Типови млазница у системима са воденом маглом

Системи високог притиска

- Системи са **воденом маглом високог притиска** могу да гасе пожаре запаљивих течности као и пожаре на електричним инсталацијама без њиховог директног оштећивања.
- Неке од примена система са воденом маглом високог притиска су: путни и железнички тунели, транспортери у рудницима, станице и кабловски тунели железничких станица, хидрауличне пресе, тест постројења за СУС моторе, дизел генераторе и гасне турбине, велики јавни објекти и сл.
- Предност ове инсталације је та што се троши мања количина воде па водена магла знатно мање оштећује околне објекте и опрему у односу на класичне спринклер системе.
- Ово је нарочито значајно код хотела високе категорије где је ентеријерска опрема веома вредна, код музејских и објеката културне баштине, као и у складиштима материјала високе вредности.
- У односу на спринклерске инсталације не користи се хидраулично алармно звоно а потребан је већи квалитет цевовода због повишеног притиска према стандарду EN 10240.

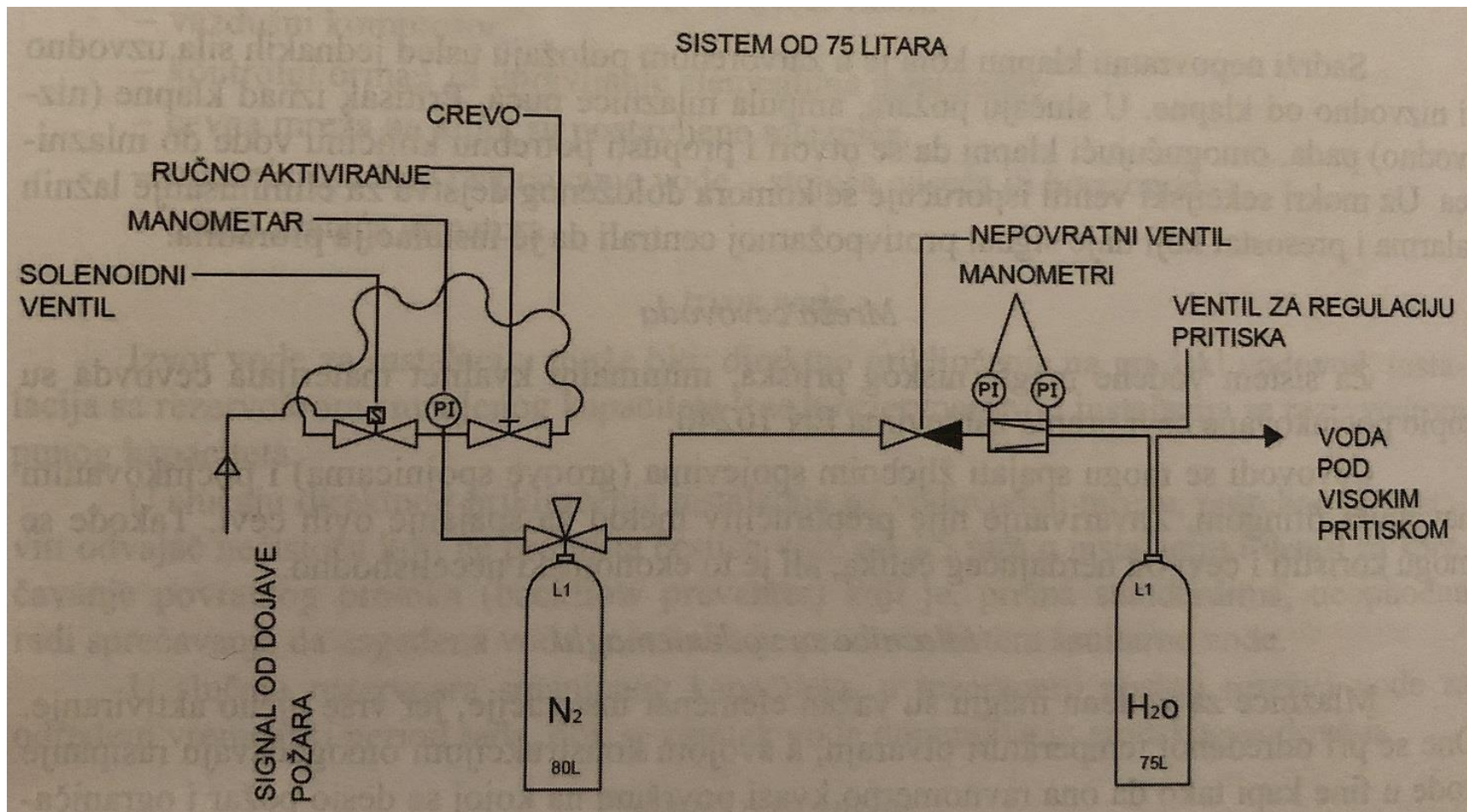
- Инсталације са воденом маглом **високог притиска** могу бити:
 - ✓ Инсталације код којих се потребан притисак за рад система остварује помоћу погонског гаса – **системи са боцама** (примери сервер сале и ресторанске кухиње, депои, архиве) (слика 3),
 - ✓ Инсталације код којих се потребан притисак добија радом **високопритисних клипних пумпи** за водену маглу.
- Код инсталација са воденом маглом високог притиска захтева се висок квалитет материјала од којих су израђени цевоводи. Цеви су најчешће израђене од нерђајућег челика ознака 1.4404 (X2CrNiMo17-12-2).
- Цеви се међусобно спајају заваривањем, ТИГ поступком или орбиталним заваривањем или хладним пресовањем.



Слика 3. Инсталација са воденом маглом високог притиска

- Водена магла се доста употребљава и за заштиту простора на бродовима с обзиром да захтева малу количину воде за гашење пожара.
- Недостаци ове инсталације су пре свега везани за цену: да би се произвео висок притисак за рад инсталације, потребне су високопритисне клипне пумпе које имају велику електричну снагу.
- Цевоводи, арматура и друга опрема морају бити високог квалитета (од нерђајућег челика).
- Млазнице имају мали пречник отвора и осетљиве су на запушавање уколико дође до корозије унутар инсталације.
- Такође, захтева се веома висок квалитет воде за рад инсталације, тако да је неопходно предвидети филтерска постројења која пречишћавају воду до чистоће од око 10 μm .

- Системи са боцама углавном се користе за заштиту мањих простора као што су сервер сале, ресторанске кухиње и за заштиту индустријских фритеза.
- Могу се користити и за мање магацине са уметничким предметима и архиве докумената.
- Код ових система млазнице су отворене, а систем се активира помоћу дојаве пожара.
- Систем се састоји од одређеног броја боца запремине 80 литара са азотом који служи као погонски гас (обезбеђује потребан притисак у систему) и одговарајућег броја боца са водом запремине 75 литара (слика 4).
- На боцама је потребно обезбедити: соленоидни вентил, манометар, вентил за ручно пуштање у рад, неповратни вентил, регулатор притиска и флексибилна високопритисна црева.



Слика 4. Систем водене магле високог притиска са боцама капацитета 75 литара

- Системи са пумпама за високопритисну водену маглу су најзаступљенији.
- Потребан притисак за рад инспалације се постиже помоћу високопритисних клипних пумпи које имају константан проток при разним вредностима притиска.
- Овакви системи се деле са на аутоматске (системе са затвореним млазницама) и системе са отвореним млазницама.
- Системи са **затвореним млазницама** се користе за заштиту објеката као што су гараже, хотели, пословни објекти и сл., док се системи са отвореним млазницама користе за заштиту малих простора (техничке просторије, трафостанице) и за локално гашење пожара у индустрији (технолошке линије, турбине и сл.).
- Систем се састоји од:
 - ✓ извора воде
 - ✓ сета клипних електро пумпи за високопритисну водену маглу са цокеј пумпом и међурезервоаром, са арматуром, сензорима и орманом аутоматике
 - ✓ секцијских вентила
 - ✓ цевовода инсталације
 - ✓ млазница (затворене или отворене)

- Извор воде је најчешће градска водоводна мрежа с обзиром да је потрошња воде код ових инсталација релативно мала.
- Уколико градски водовод нема довољни капацитет треба предвидети резервоаре у којима се налази вода одређеног квалитета.
- Резервоари су најчешће израђени од нерђајућег челика.
- Уз пумпно постројење, већина произвођача испоручује међурезервоар који је димензионисан тако да омогућава рад инсталације у трајању од 10 min.
- Захтева се веома висок квалитет воде јер млазнице имају мале отворе ($10\div 100\ \mu\text{m}$), па се често поставља предфилтер који врши грубљу филтрацију воде а затим и главни филтер.
- Пумпна постројења за високопритисну водену маглу се обично испоручују као блоковска (слика 5) са потребним бројем радних пумпи и једном резервном пумпом, цокеј пумпом (код система са отвореним млазницама није потребна), трансмитера притиска и осталим контролним и управљачким уређајима, као и сигурносним и регулационим вентилима.

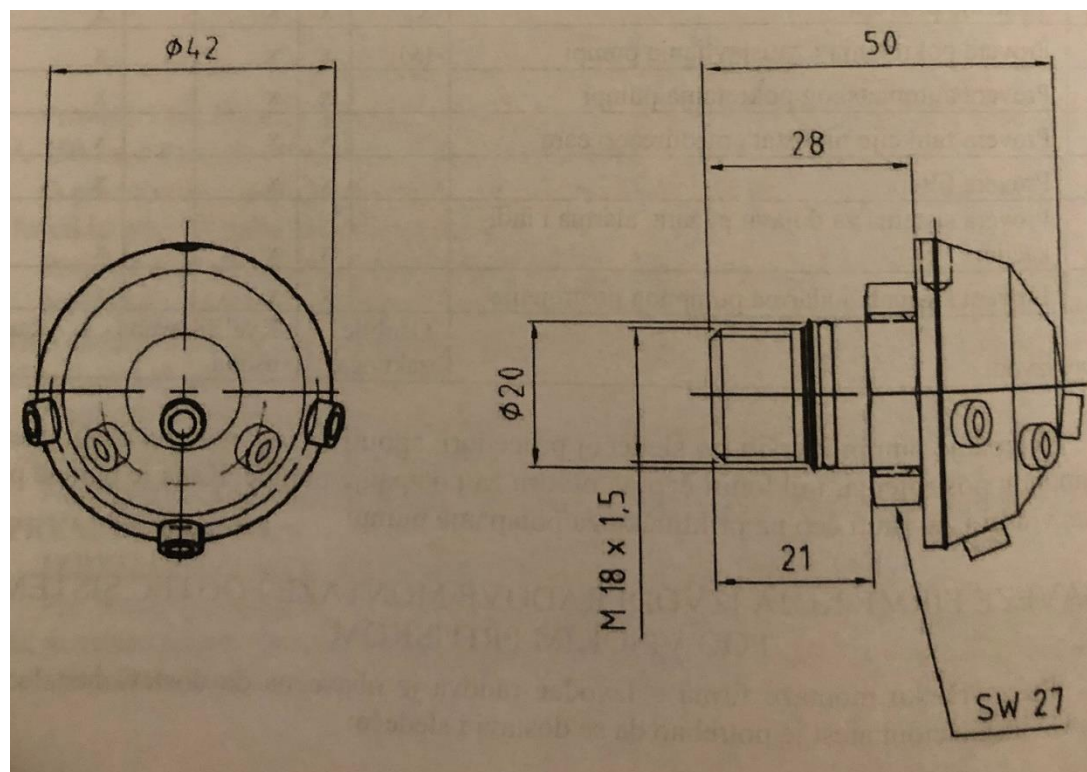


Слика 5. Блоковско пумпно постројење за системе са воденом маглом високог притиска

- Капацитет пумпи је најчешће у опсегу $80 \div 120$ L/min док су максимални притисци који се постижу у оваквим инсталацијама до 130 bar.
- Џокеј пумпа одржава претпритисак у систему од око $14 \div 20$ bar у зависности од инсталације.
- **Сет мокрог секцијског вентила** се састоји од: два изолациона лоптаста вентила са микропрекидачима за контролу положаја (отворен/затворен), неповратног вентила, тест вентила, манометра и индикатора протока.
- **Сет сувог секцијског вентила** се састоји од: електромоторног вентила са могућношћу ручног отварања, тест вентила, изолационог лоптастог вентила са микропрекидачем за контролу положаја, прикључка за ваздух, трансмитера притиска и манометра.
- Отварање електромоторног вентила контролише се преко контролног ормана пумпног постројења, преко трансмитера притиска који детектује пад притиска ваздуха у цевоводу приликом прораде инсталације.
- За суве системе потребно је предвидети и компресор за ваздух.

- Системи са отвореним млазницама су по правилу мањег капацитета јер служе за заштиту појединачних техничких просторија и технолошких линија и опреме у индустрији, тако да се најчешће предвиђају класични соленоидни вентили испред којих се постављају изолациони лоптасти вентили и дренажни вентили.
- Тип млазница, коефицијент истицања, њихов распоред у простору и минимални потребан притисак даје произвођач опреме на основу резултата пожарног теста за сваку појединачну намену.
- Пример и карактеристике млазнице за примену са високим притиском приказане су на слици 6.

- Маскимално хоризонтално растојање између млазница: 3x3 m
- Максимални домет млаза: 4,5 m
- К- фактор: 2,16
- Минимални притисак на млазници: 100 bar
- Проток воде при 100 bar: 21,6 L/min
- Време рада инсталације по NFPA 750: 30 min



Слика 6. Млазница за систем са воденом маглом високог притиска

Начин рада инсталације

- У случају да се примењују **отворене млазнице**, у припремном положају вода је у инсталацији до секцијског вентила а низводно од њега је цевовод отворен према атмосфери.
- Инсталација се активира путем дојаве пожара. Када јављач пожара детектује пожар у некој од пожарних секција, он шаље сигнал контролном панелу за отварање секцијских вентила. Контролни панел шаље командни сигнал одговарајућем соленоидном (секцијском) вентилу који се отвара и пропушта воду ка одговарајућој секцији цевовода.
- Трансмитер притиска који се налази на потисном колектору пумпног постројења региструје пад притиска у систему и покреће пумпно постројење.
- Пумпе се покрећу секвенционално - при покретању система стартује само једна пумпа. Уколико је отворена секција са већим бројем млазница, па пумпа не може да одржи пројектован притисак, укључује се следећа пумпа и тако док се не укључе све пумпе.
- Истовремено контролни орман пумпног постројења контролише ниво воде у међурезервоару постројења.

- На потисном колектору је предвиђен сигурносни вентил који се отвара када притисак порасте на одређену вредност и кроз повратни вод враћа вишак воде у међурезервоар.
- Заустављање пумпи врши се ручно преко контролног ормана у пумпној станици.
- Рад **мокре инсталације са затвореним млазницама** (млазнице са ампулом). У припремном положају цокој пумпа одржава притисак од око 20 bar у цевоводима инсталације.
- У случају пожара, при достизању одређене температуре, ампуле на једној или више млазница пуцају и вода истиче кроз млазнице.
- Притисак у систему пада и региструје се преко трансмитера притиска постављеног на потисном колектору пумпног постројења. На сигнал трансмитера контролни орман покреће високопритисне пумпе.

- Код **суве инсталације** примењују се млазнице са ампулом.
- У припремном положају, у цевоводу испред електромоторног вентила је вода, док је у цевоводима изнад електромоторног вентила ваздух под притиском.
- Након пуцања ампула ваздух почиње да истиче кроз млазнице. Притисак ваздуха у цевоводу опада и региструје се преко трансмитера притиска постављеног у склопу сувог секцијског вентила. Сигнал се преноси на контролни орман пумпног постројења који отвара електромоторни вентил у оквиру секцијског вентила и пропушта воду у систем, а такође покреће високопритисне пумпе.
- Са отварањем електромоторног вентила, контролни орман отвара и два соленоидна вентила на крајевима цевовода суве секције. Они су постављени да би се убрзало истицање ваздуха из цевовода јер су отвори на млазницама сувише мали. Након одређеног времена, временски релеј аутоматски затвара ова два соленоидна вентила. Време затварање се може подешавати приликом тестирања, обично је то тренутак када се на соленоидним вентилима појави вода.

Пројектовање компоненти система

- Пројектовање система се врши у складу са важећим стандардима и упутствима произвођача опреме као и резултатима пожарних тестова.
- Стандарди из ове области су врло уопштени и за разлику од стандарда по којима се пројектују спринклер инсталације, не дају потребне податке и правила за пројектовање система.
- У стандардима се детаљно дају поступци за испитивање инсталација водене магле као и поступци за вршење пожарних тестова на основу којих се издају сертификати.
- На почетку пројектант мора да изврши анализу пожарних опасности. При томе се често паралелно користе и прописи за спринклер инсталације. Уколико је у њима дефинисана нека пожарна опасност (напр. ОН1 хотел или ОН2 гаража) потребно је прибавити податке од произвођача опреме о типу млазница (К фактор, потребам мин. притисак на млазницама, распоред млазница и сл) који се може употребити за такву пожарну опасност.
- Остали подаци за димензионисање система (прорачунска површина и време рада инсталације) се усвајају из стандарда за спринклер инсталације.

- За специфичне намене, напр. заштита неких технолошких линија у индустрији, сви потребни подаци се добијају од произвођача опреме уз пожарне тестове.
- На основу препоруке произвођача бира се тип система и млазница – аутоматске са ампулом или отворене.
- При пројектовању система треба нарочито водити рачуна о карактеристикама вентилације штићених простора. И природна и механичка вентилација могу да распеће fine капи водене магле, тако да би вентилационе системе и жалужине за ваздух требало аутоматски затворити чим се стабилни систем за гашење пожара активира. Обично се сматра да су брзине ваздуха изнад 5 m/s високе са становишта инсталације за водену маглу.
- Након што је одређен тип млазнице и тип система, потребно је урадити цртеже са распоредом млазница и цевоводима, након чега је потребно урадити хидраулички прорачун, тј. одредити димензије цевовода, потрошњу воде и потребан притисак у систему.
- Прорачун се ради на сличан начин као и за спринклер система али уз извесне специфичности. Код инсталација нископритисна водене магле, с обзиром да је притисак ограничен на 12 bar, пад притиска у инсталацији се рачуна из помоћ Хејзен-Вилијамсовог обрасца.

- За инсталације високопритисне водене магле, ова једначина не важи па се примењују Дарси-Вајсбахов (Darcy-Weisbach) образац и Мудијев (Moody) дијаграм.
- Пад притиска у систему се рачуна као:

$$\Delta p = \Delta p_1 + H,$$

Где је:

Δp -укупан пад притиска, bar

Δp_1 -пад притиска услед отпора у цевима и арматури, bar

H -геодетска висина, bar

Пад притиска Δp_1 се рачуна по Дарси-Вајсбах обрасцу:

$$\Delta p_1 = 2,252 \cdot \frac{\lambda \cdot L \cdot \rho \cdot Q^2}{d^5} \text{ [bar]},$$

Где је:

λ -коефицијент трења, -

L -стварна дужина цеви+еквивалентна дужина (за арматуру), m

ρ -густина флуида (за воду $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$)

Q -проток воде кроз цевовод, L/min

d - унутрашњи пречник цеви, mm

- Коефицијент трења λ зависи од режима струјања воде у цеоводима (који је дефинисан Рејнолдсовим бројем, Re) и од релативне храпавости цеви (k).
- Коефицијент трења читава се са Мудијевог дијаграма $\lambda = f(Re, k)$

Где су:

$$Re = \frac{Q \cdot \rho}{d \cdot \mu}, [-]$$

Q -проток воде, m^3/s

ρ -густина воде kg/m^3 ,

d -унутрашњи пречник цеви, m

μ -динамичка вискозност воде, $Pa \cdot s$ ($\mu=1,5 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s$, при температури $15^\circ C$)

$k = \varepsilon/d$ -релативна храпавост цеви, -

ε -апсолутна храпавост цеви ($\varepsilon = 0,045 mm$, за цеви од нерђајућег челика).

- Уместо Мудијевог дијаграма могу се применити аналитички изрази:

$\lambda = \frac{64}{Re}$, за ламинарно струјање у цевима, ако је испуњен услов $Re < 2300$

$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log \left(\frac{2,5}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{\varepsilon}{3,7 \cdot d} \right)$, за турбулентно струјање у цевима ако је испуњен услов $Re > 2300$

- Млазнице за водену маглу имају мали фактор истицања (К фактор) у односу на спринклер инсталације, тако да неравномерност притиска у мрежи има веома мали утицај на укупну потрошњу воде у систему.

- Код система са затвореним млазницама одређује се хидраулички најнеповољнија површина, па се утврди колико млазница истих или различитих типова обухвата та површина. Код система са отвореним млазницама, све млазнице једне секције учествују у хидрауличком прорачуну,
- Потребан проток на свакој млазници рачуна се на следећи начин:

$$Q = K \cdot \sqrt{p},$$

Где је:

Q - проток на млазници, L/min

K - фактор млазнице (фактор истицања), L/(min·bar^{1/2})

p - Минимални притисак на млазници (дефинише произвођач опреме)

- За отворене системе количина воде износи:

$$Q_{max} = Q \cdot N_z,$$

Где је:

Q - проток на једној малзници, L/min

N_z - укупан број млазница

- Ако у штићеном простору постоје млазнице различитих карактеристика:

$$Q_{max} = (Q_1 \cdot N_{z1}) + (Q_2 \cdot N_{z2}),$$

Q_1 - проток на малзници типа 1, L/min

N_{z1} - број млазница типа 1

Q_2 - проток на малзници типа 2, L/min

N_{z2} - број млазница типа 2

- За аутоматске системе одређује се број млазница који улази у прорачун за одговарајућу прорачунску површину. Потрошња воде износи:

$$Q_{max} = Q \cdot N_{op},$$

Q - проток на малзници, L/min

N_z - укупан број млазница за одговарајућу прорачунску површину

- Прорачун унутрашњег пречника цеви врши се помоћу следеће формуле:

$$d_u = 4,607 \cdot \sqrt{\frac{Q}{v}},$$

Где је:

d_u - унутрашњи пречник цеви, mm

Q - проток кроз цевовод, L/min

v - брзина струјања воде у цеви, m/s

- Препоручена брзина струјања у цевима за системе водене магле високог притиска је 7 m/s. Максимална брзина у цевоводу је ограничена на 10 m/s.
- Препорука NFPA 750 стандарда је да се добијене вредности укупне потрошње воде Q_{max} и потребног притиска p_p увећају за 10% као резерва, па је потребан број пумпи:

$$N_p = \frac{Q_{max}}{q}$$

Где је:

N_p - број пумпи

Q_{max} - укупан проток, L/min

q - проток појединачне клипне пумпе према техничкој спецификацији произвођача, L/min

Потребан притисак је:

$$p_p = p_m + \Delta p$$

Где је:

p_p - потребан притисак, bar

p_m - минимални притисак на млазници, bar

Δp - пад притиска у инсталацији, bar

- Међурезервоари који се испоручују са пумпним постројењем имају фабрички дефинисан капацитет.
- Потребна запремина резервоара износи:

$$V_r = Q_{max} \cdot t,$$

Где је:

V_r - запремина резервоара, L

Q_{max} - укупна потрошња воде, L/min

t - време рада инсталације, min

- Време рада инсталације према стандардима износи минимално 30 min.
- За аутоматске системе уобичајено је да се потребно време за рад узима из стандарда за спринклер инсталацију за еквивалентну пожарну опасност (60 min за ОН класу и 90 min за НН класу).

- Код сувих система запремина ваздуха у цевоводној мрежи по једном сувом секцијском вентилу не сме прећи 1 m³.
- Избор компресора за суви систем се може извршити према следећој формули:

$$Q = 0,986 \cdot \frac{V \cdot p}{\tau}, [\text{L/min}]$$

Где је:

Q - проток ваздуха, L/min

V - запремина система, L

p - потребан притисак са стране ваздуха, bar

τ - време пуњења инсталације (30 min)

- Потребан притисак p се рачуна као максимални притисак воде који се може појавити у систему подељен са карактеристиком сувог вентила на шта се додаје 1 bar.
- Према SRPS EN 12845 за компресор је довољно напајање електричном енергијом из градске електродистрибутивне мреже. Каблови не морају бити отпорни на пожар.

Технички услови за извођење

- Сви комади од нерђајућег челика морају се складиштити на такав начин да не дође до смањења степена отпорности на корозију метала.
- Нерђајући челик не сме доћи у контакт са нелегеринам челицима приликом транспорта, манипулације или складиштења.
- Цеви морају бити заштићене од прашине и нечистоћа, удараца и других механичких оштећења.
- Сва опрема се складишти при температури $0\div 50^{\circ}\text{C}$ и влажности ваздуха $0\div 90\%$.
- Све цеви се морају чувати затворене (чеповане) са оба краја како би се спречио продор нечистоћа.
- Код монтаже посебну пажњу треба обратити да се избегну препреке за нормално распршивање воде.
- Препорука је да постоји чист простор у кругу 0,75 m око отворене млазнице и 1 m око млазнице са ампулом.

- Ослонци цевовода треба да омогуће чврсто ослањање цевовода на конструкцију објекта.
- Ослонци се постављају на једнаким растојањима:

Пречник цеви, mm	Хоризонтално растојање, mm	Вертикално растојање, mm
10÷15	1500	1800
16÷28	1800	2400
30÷60,3	2400	3000

- Ослонци не смеју да буду више од 300 mm удаљени од било које тачке у којој се мења правац цевовода или од фитинга.
- Цевоводи се морају уземљити, дуге деонице цевовода се уземљују на сваких 100 m.
- Испитивање инсталације на ХВП је при притиску који је за 1,5 пута већи од максималног радног притиска.
- Систем се пре испитивања одзрачује.
- Испитни притисак се мора одржати минимум 120 min.