

ТЕМА 3:

**Стабилне инсталације за гашење пожара водом
– Спринклер системи– димензионисање
компоненти система**

Основни циљеви које мора да испуни стабилна инсталација за гашење пожара

- Стабилна аутоматска инсталација за гашење пожара треба да омогући ефикасно гашење пожара (брзином активирања инсталације, потребном количином средстава за гашење и ефикасним довођењем средстава за гашење у зону пожара),
- Такође треба да омогући ефикасну евакуацију људи из објекта при пожару, спречи даље ширење пожара и заштити објект и инсталације од прекомерног загревања при пожару.
- Ове инсталације се постављају када је потребна велика количина средстава за гашење у првим тренуцима избијања пожара због високог степена пожарне опасности и могућности велике брзине простирања пожара, кад се гашење пожара мора вршити са даљине јер је приступ пожару отежан, кад присуство људи у објекту где се одвијају аутоматски технолошки процеси није стално и када се гашење пожара не може успешно обавити мобилном опремом за гашење пожара.

Потребна количина воде за гашење

- Прорачун и димензионисање спринклер система се изводи према стандарду **SRPS EN 12845**.
- Прорачун сваке инсталације почиње одређивањем **класе пожарне опасности** којој припада објект који се штити спринкер системом.
- Стандард разликује следеће **класе опасности**:
 - ✓ **LN** (*low hazard*) – штићена подручја са малим пожарним оптерећењем и малом запаљивошћу материјала
 - ✓ **OH** (*ordinary hazard*) – штићена подручја са средњим пожарним оптерећењем и средњом запаљивошћу материјала. Ова класа се дели у подгрупе: OH1, OH2, OH3 и OH4.
 - ✓ **ННР** (*high hazard production*) – штићена подручја у обласитима производње са великим пожарним оптерећењем и великом запаљивошћу материјала. Ова класа се дели у подгрупе: ННР1 до ННР4.
 - ✓ **ННС** (*high hazard storage*) – штићена подручја са складиштењем материјала и роба . Ова класа се дели у подгрупе: ННС I до ННС IV.

- У прилогу А стандарда SRPS EN 12845 разврстане су врсте погона према ризику од пожара. На пример:

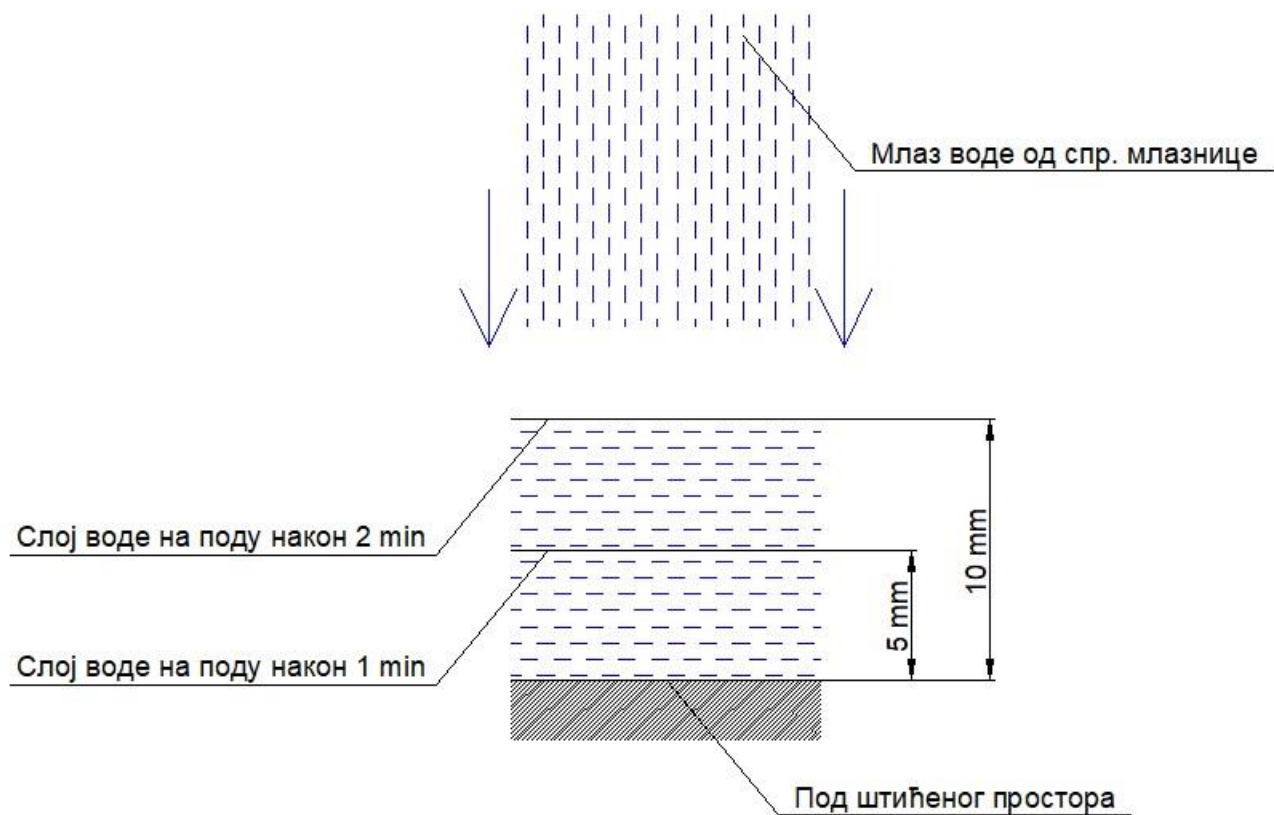
✓ Дестилација алкохола	ННРЗ
✓ Банка	ОН1
✓ Продаја грађевинског мат.	ОН2
✓ Штампарија	ОН3
✓ Гаража	ОН2
✓ Хотел (без ресторана)	ОН1
✓ Сајамска хала	ОН3
✓ Ресторан	ОН2
✓ Погон за произв. (извлачење) жице	ОН2

- У табели 1 су дате потребне карактеристике спринклер млазница, минимално погонско време инсталације и максимална заштитна површина по једној млазници, у зависности од класе пожарне опасности.

Табела 1

Кл. пожарне опасности	Минимална брзина дотока воде, mm/min	Дејствујућа површина, m ²		Минимално погонско време, min	Максимална заштитна површина по једној млазници, m ²
		Мокри систем	Суви систем		
LH	2,25	84	-	30	21
OH1	5	72	90	60	12
OH2	5	144	180	60	12
OH3	5	216	270	60	12
OH4	5	360	325	-	-
HNP1	7,5	260	325	90	9
HNP2	10	260	325	90	9
HNP3	12,5	260	325	90	9

- Пример минималне брзине дотока воде за класу ОН1,
 $5 \text{ mm/min} = 5 \text{ l}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$:



- На основу података из табеле 1 може се срачунати минимална (теоријска) потрошња воде за спринклер систем када се помножи вредност за минималну брзину дотока воде са дејствујућом површином за одговарајући систем.
- Ова вредност се помножи са коефицијентом 1,4 због неуједначености карактеристика мреже за дистрибуцију воде и добија се очекивана потрошња воде за систем.
- Напр. за класу ОН2:

$$Q = 1,4 \cdot 5 \text{ [l/(min} \cdot \text{m}^2)] \cdot 144 \text{ [m}^2] = 1008 \text{ [l/min]} = 16,8 \text{ [l/s]}$$

- Стварна потребна количина воде се добија хидрауличким прорачуном.

- Стандардом је дефинисана минимална потребна запремина воде за различите класе и у зависности од висинске разлике између најниже и највише млазнице (h).

Кл. пожарне опасности	h, m	Минимална запремина воде, m^3
ЛН мокри систем	$h \leq 15$	9
	$15 < h \leq 30$	10
	$30 < h \leq 45$	11
ОН1 мокри систем	$h \leq 15$	55
	$15 < h \leq 30$	70
	$30 < h \leq 45$	80
ОН1 суви систем ОН2 мокри систем	$h \leq 15$	105
	$15 < h \leq 30$	125
	$30 < h \leq 45$	140
ОН2 суви систем ОН3 мокри систем	$h \leq 15$	135
	$15 < h \leq 30$	160
	$30 < h \leq 45$	185

- Минимално погонско време за класу ОН2 износи 60 min, што значи да је потребна запремина воде за систем:

$$V = 1008 \text{ [l/min]} \cdot 60 \text{ [min]} = 60480 \text{ [l]} = 60,48 \text{ [m}^3\text{]} .$$
- За димензионисање цевовода може послужити следећа табела (табела 2) (извор: NFPA 13), при чему треба водити рачуна да брзина воде у цевоводима **не сме прећи 10 m/s**.

Табела 2

Називни пречник цеви	Број млазница на цевоводу
DN25	2
DN32	3
DN40	5
DN50	10
DN65	20
DN80	40
DN100	100
DN125	160
DN150	275

Димензионисање млазница

- Избор млазнице врши се на основу К фактора коју специфицира произвођач, преко следеће формуле:

$$K = \frac{Q_m}{\sqrt{p_m}}$$

Где су:

Q_m - проток воде по једној млазници [l/min].

p_m - надпритисак (манометарски притисак) воде на млазници [bar].

- Постоје стандардне, специјалне и брзо реагујуће млазнице са К-фактором: 40, 57, 80, 115, 160.
- Препоруке дефинисане стандардом: за LH→K=57; за OH→K=80 или 115, за HNP→K=80 или 115 или 160
- Проток воде по једној млазници (Q_m) се израчунава тако што се помноже минимална брзина дотока воде и максимална заштитна површина по млазници.

- Пример прорачуна протока воде по једној млазници за класу ОН1:

$$Q_m = 5 \text{ [l/(min} \cdot \text{m}^2)] \cdot 12 \text{ [m}^2] = 60 \text{ [l/min]}.$$

- Млазнице се димезионишу према минималном притиску воде који се мора обезбедити на млазници **$p_m = 0,35 \text{ bar}$** .
- Према датом примеру за класу ОН1 потребна је млазница са следећом карактеристиком:

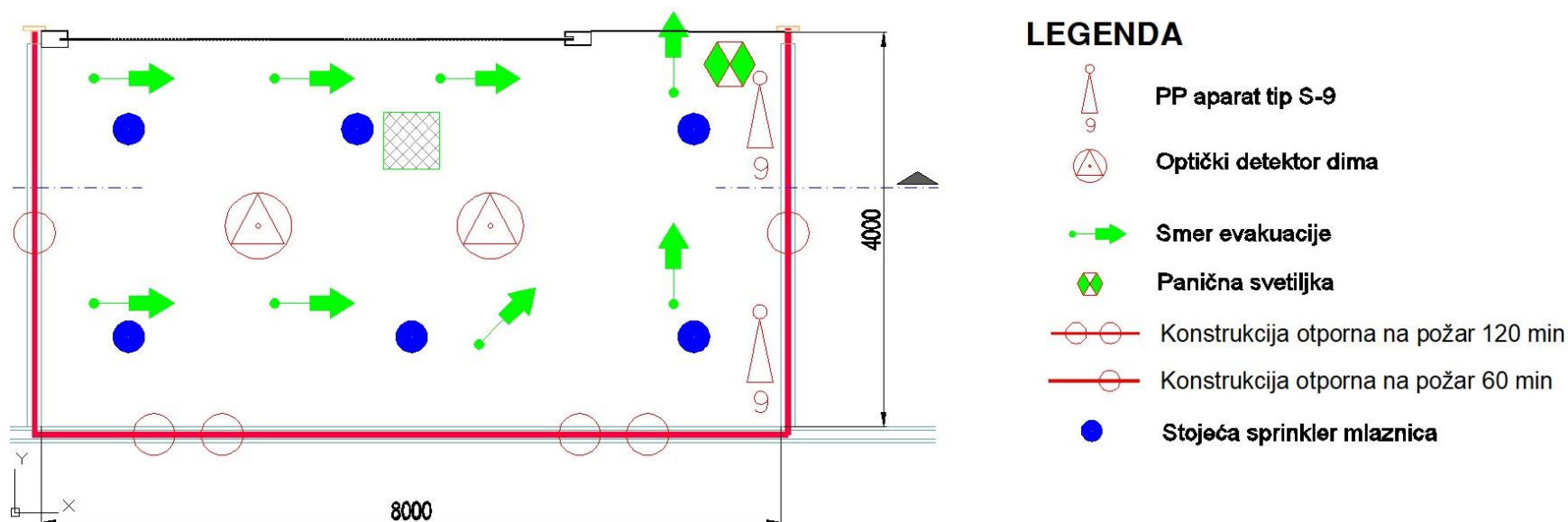
$$K = \frac{Q_m}{\sqrt{p_m}} = \frac{60}{\sqrt{0,35}} = \frac{60}{0,592} = 101$$

- Минимални број млазница се одређује на основу површине штићеног простора и класе опасности, напр. за локал (слика 1) површине 32 m^2 :

$$n = \frac{A}{12} = \frac{32}{12} = 2,67$$

- Дакле у овом случају потребне су минимално 3 млазнице.

- Услед конфигурације ентеријера, грађевинских стубова и преградних зидова, позиције техничких система и другог мобилијара често је потребан већи број млазница од минимално потребног који је срачунат по основу критеријума површине штићеног простора.
- У примеру на слици 1 усвојено је 6 стојећих млазница.



Слика 1. Штићени простор – локал површине 32 m²

Пад притиска у мрежи и избор пумпе

- У цевној мрежи током протицања воде долази до пада притиска због трења и локалних отпора (арматура, цевни фитинг и сл.)
- Пад притиска у цевној мрежи се рачуна на следећи начин:

$$\Delta p_{uk} = \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_{geo}$$

Где су:

Δp_1 - пад притиска због трења у цевоводима, [bar]

Δp_2 - пад притиска због локалних отпора, [bar]

Δp_{geo} - пад притиска због геодезијске висине, [bar]

- Пад притиска услед геодезијске висине се рачуна на следећи начин:

$$\Delta p_{geo} = \rho \cdot g \cdot \Delta H$$

Где су:

ρ – густина воде, [kg/m³]

g – убрзање земљине теже, [m/s²]

ΔH – разлика у висини између почетног нивоа воде у резервоару и највише млазнице у систему, [m]

- Збир падова притисака $\Delta p_1 + \Delta p_2$ се рачуна према Хејзен-Вилијамсовој формули (*Hazen-Williams*):

$$\Delta p_{12} = \Delta p_1 + \Delta p_2 = 6,05 \cdot 10^5 \cdot C^{-1,85} \cdot d^{-4,87} \cdot Q^{1,85} \cdot l, [\text{bar}]$$

Где су:

C – константа за цеви (узима у обзир храпавост цеви)

$C = 100$ – за ливене цеви,

$C = 120$ – за челичне цеви,

$C = 140$ – за бакарне цеви,

$C = 130$ – за цеви са цементном облогом,

$d, [\text{mm}]$ – за челичне цеви,

$l, [\text{m}]$ – дужина цеви + еквивалентна дужина цевовода за арматуре и фитинге,

$Q, [\text{l/min}]$ – проток воде кроз цевовод,

- Еквивалентне дужине цевовода додају се како би се узео у обзир пад притиска услед локалних отпора.
- Еквивалентне дужине цевовода за челичне цеви дате су у табели 3.
- За балансирање деоница користи се следећа формула:

$$Q_b = Q_l \cdot \sqrt{\frac{p_h}{p_l}} + Q_h,$$

Где су:

Q_b , [l/min] – балансирани проток,

Q_l , [l/min] – мањи проток од два која се сустичу у истом чвору (рачви),

Q_h , [l/min] – већи проток од два која се сустичу у истом чвору (рачви),

p_l , [bar] – мањи од притисака на датом чвору,

p_h , [bar] – већи од притисака на датом чвору.

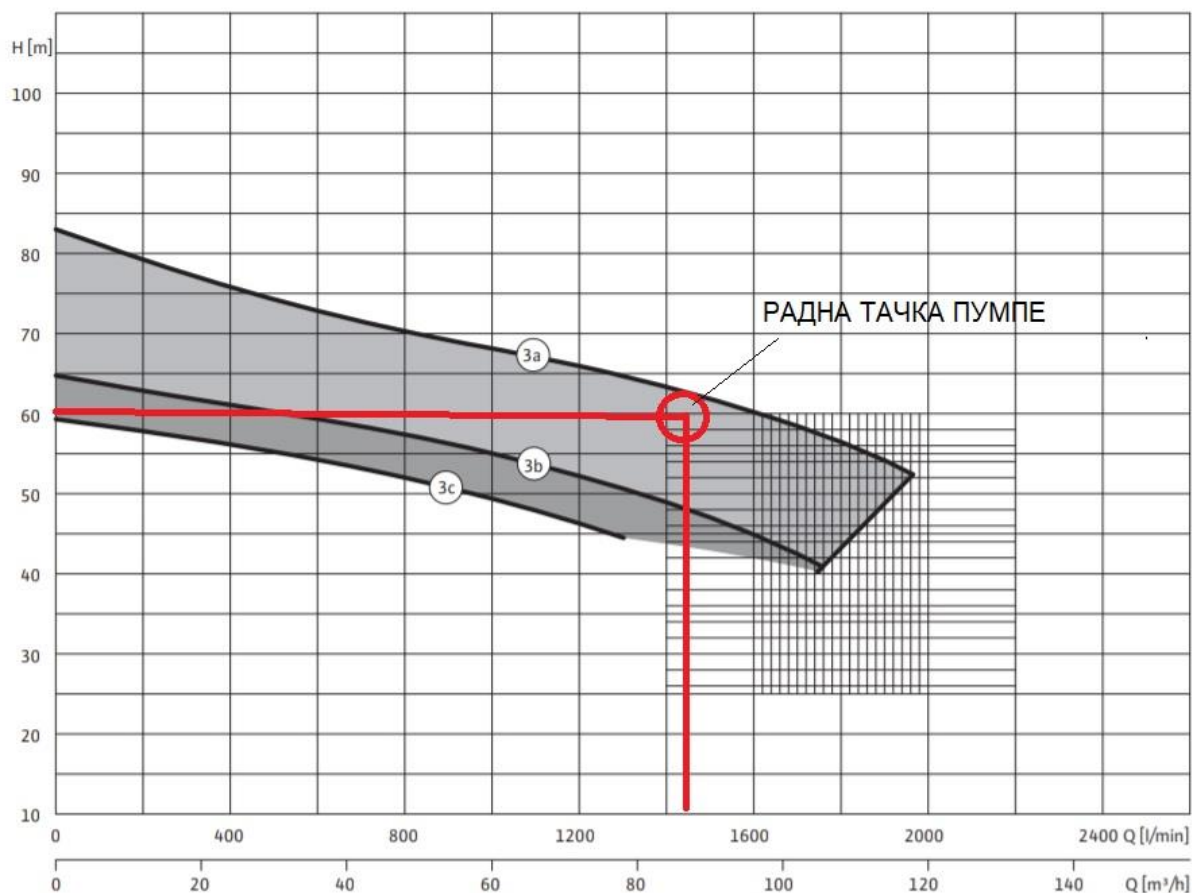
- Хидраулички прорачун се врши за најнеповољнију деоницу цевовода, тј. за деоницу у којој се очекују највећи хидраулички отпори, напр. најудаљенија просторија која се штити у односу на спринклер станицу, или деоница која захтева највећи проток воде.

Табела 3 – Еквивалентне дужине у [m]

Називни пречник цеви	Колено 45°	Колено 90°	Т-рачва	Зауставни вентил	Редукција цевовода	Редукција+ проширење за пригушну деоницу
DN20	0,6	0,6	1,2	-	-	-
DN25	0,6	0,6	1,5	-	-	-
DN32	0,9	0,6	1,8	-	-	-
DN40	1,2	0,6	2,4	-	-	0,5
DN50	1,5	0,9	3,0	0,3	3,3	0,6
DN65	1,8	1,2	3,6	0,3	5,0	1,0
DN80	2,1	1,5	4,5	0,3	5,0	1,0
DN100	3,0	1,8	6,0	0,6	7,0	1,3
DN125	3,7	2,4	7,6	0,6	9,0	1,7
DN150	4,2	2,4	9,0	0,9	11,0	1,5
DN200	5,4	2,4	10,5	1,2	15,0	4,5
DN250	6,8	3,0	13,0	1,8	19,0	4,0

- На основу израчунатог пада притиска и потребног протока воде за гашење, бира се пумпа из каталога произвођача:
- Напр. за проток $Q = 1442 \left[\frac{l}{min} \right] = 86,52 \left[\frac{m^3}{h} \right]$ и пад притиска од $p = 6 \text{ [bar]}$.

Pump curves Wilo-EMU K 86-3

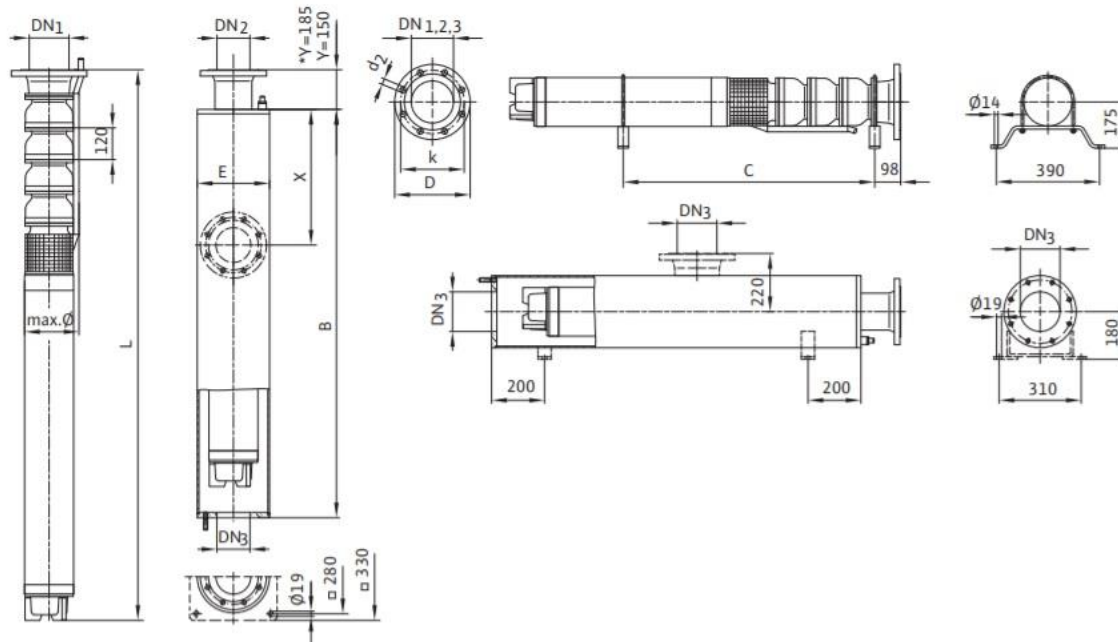


- Карактеристике електро мотора:

Motor data								
Wilo-EMU...	Type of motor	Nominal motor power	Nominal current	Starting current – direct	Starting current – star-delta	Installation	Material version A	Material version C
	–	P ₂	I _N	I _A		–	A	C
	–	[kW]	[A]			–		
K 86S-3a	NU 801-2/35	26	52	270	140	V+H	•	•
K 86S-3b	NU 801-2/28	21	42.5	186	95	V+H	•	•
K 86S-3c	NU 60-2/51	18	38	225	115	V+H	•	•

- Димензије и маса пумпе:

Dimension drawing

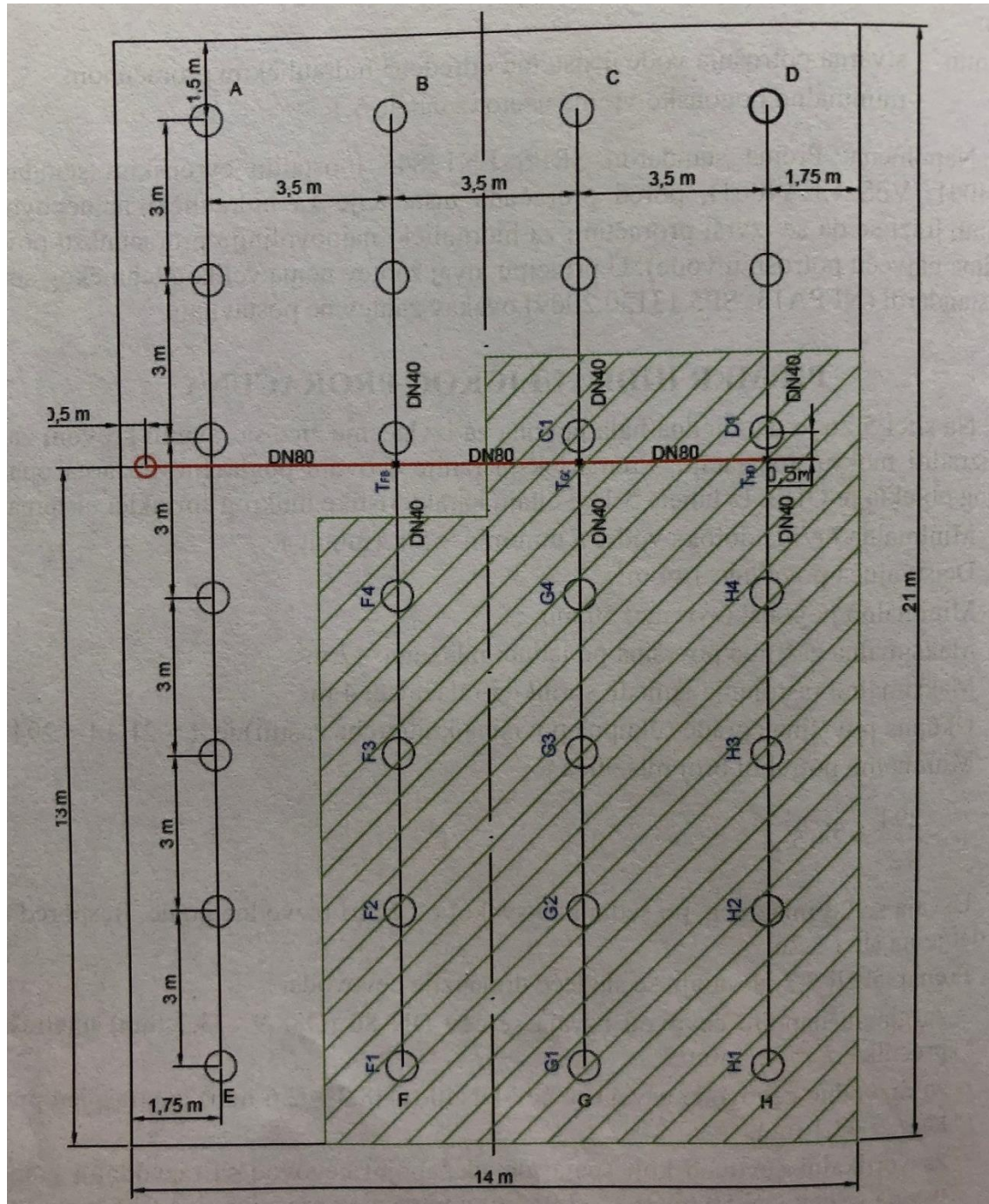


Dimensions, weights

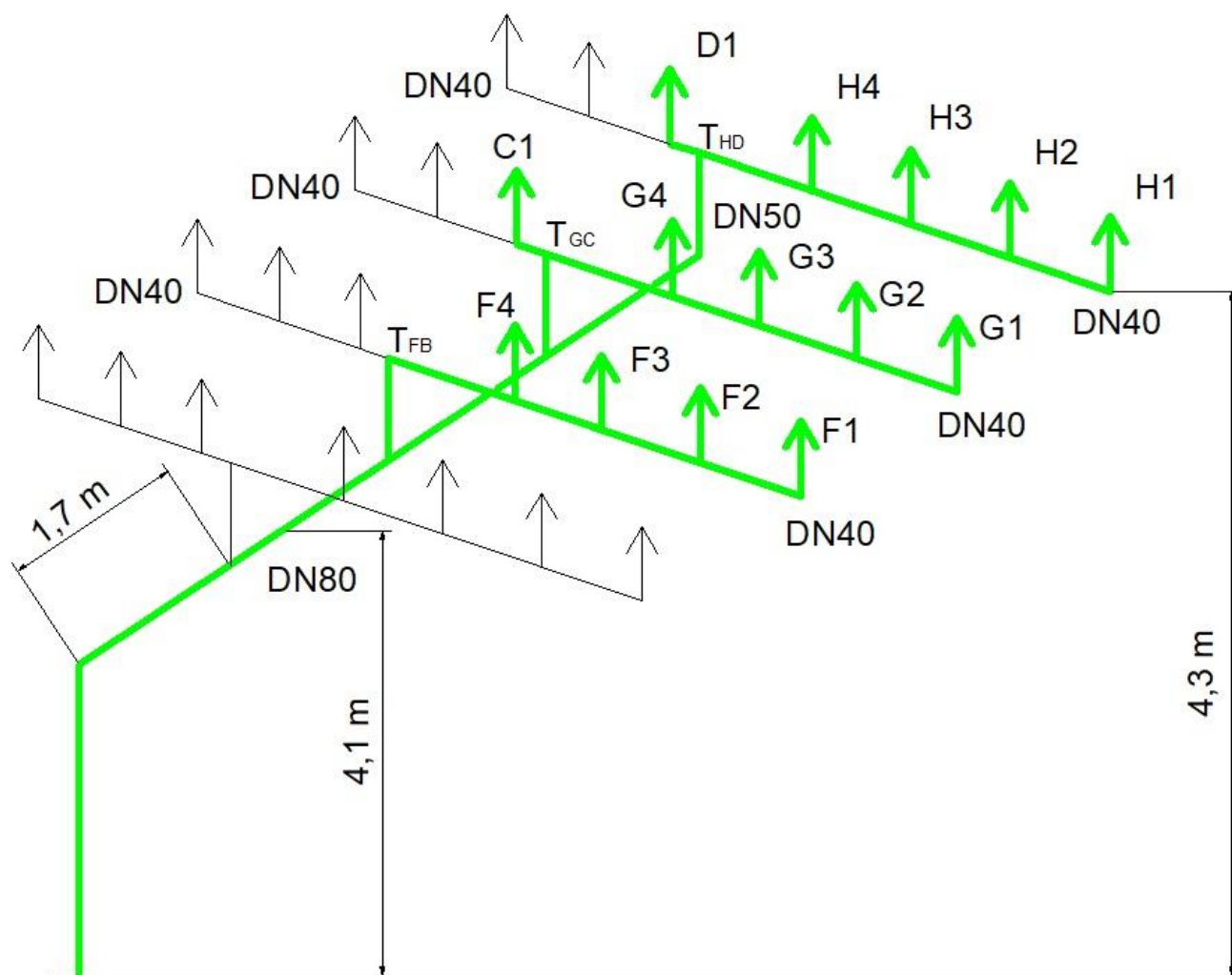
Wilo-EMU...	Type of motor	Impeller diameter	Dimensions					Weight	
			W	C	E	L	ø ³⁾	Shroud*	Unit
			[mm]					[kg]	
K 86-1a	NU 60-2/32	144/141	1220	700	273	1165	220	68	85
K 86S-1b	NU 60-2/24	131/128	1140	660	273	1085	220	65	77
K 86S-1c	NU 60-2/23	113/110	1140	660	273	1085	220	65	77
K 86-2a	NU 60-2/51	144/141	1520	910	273	1465	221	78	113
K 86S-2b	NU 60-2/40	128/125	1420	860	273	1365	221	74	103
K 86S-2c	NU 60-2/32	113/110	1340	820	273	1285	220	72	95
K 86S-3a	NU 801-2/35	142/139	1650	1030	273	1603	223	82	164
K 86S-3b	NU 801-2/28	128/125	1580	1000	273	1533	223	80	152
K 86S-3c	NU 60-2/51	123/120	1640	1030	273	1585	221	81	124

Пример хидрауличког прорачуна

- На примеру производне хале која се сврстава у класу пожарне опасности ОН2 извршити хидраулички прорачун цевне мреже и балансирати протоке у деоницама.
- Из табеле 1 читају се карактеристике мокрог спринклер система:
 - ✓ Минимална брзина дотока воде: $5\text{ mm/min}=5\text{ l}/(\text{min}\cdot\text{m}^2)$
 - ✓ Дејствујућа површина: 144 m^2
 - ✓ Минимално погонско време: 60 min
 - ✓ Максимална заштитна површина по једној млазници: 12 m^2
 - ✓ Максимално растојање између спринклер млазница: 4 m
 - ✓ Укупна штићена површина објекта: $A=21\cdot 14=294\text{ m}^2$
- Минимално потребан број млазница је: $n=294/12=24,5$.
- Усвојено је 28 млазница, по 7 на свакој од 4 разводне гране.
- Распоред млазница је приказан на слици 2 док је изометрија цевовода приказана на слици 3.



Слика 2. Распоред млазница у штићеном простору



Слика 3. Изометрија ценовода

- Према табели 2 усвајају се следеће димензије цевовода:
 - ✓ За главни напојни цевовод усваја се цев DN80 (Ø88,9x3,2 mm) унутрашњег пречника **du=82,5 mm**.
 - ✓ За разводне (гранске) цевоводе усваја се цев DN40 (Ø48,3x2,6 mm) унутрашњег пречника **du=43,1 mm**.
 - ✓ За вертикални цевовод који спаја главни напојни цевовод са разводним цевоводима усваја се цев DN50 (Ø60,3x2,9 mm) унутрашњег пречника **du=54,5 mm**.
- Проток воде по једној млазници износи:
 $Q_m = 5 \text{ [l/(min} \cdot \text{m}^2)] \cdot 12 \text{ [m}^2] = 60 \text{ [l/min]}.$
- К фактор млазнице износи:

$$K = \frac{Q_m}{\sqrt{p_m}} = \frac{60}{\sqrt{0,35}} = \frac{60}{0,592} = 101$$

- Може се усвојити млазница са мањим K фактором под условом да се обезбеди притисак на млазници већи од 0,35 bar.
- У овом случају усвојене су млазнице са $K=80$.
- Заштитна површина по једној млазници (са слике 2) износи $3 \cdot 3,5 = 10,5 \text{ m}^2$ што је мање од максималне препоручене заштитне површине по једној млазници од 12 m^2 .
- Дејствујућа површина (површина релевантна за хидраулички прорачун) обухвата $n = 144 / 10,5 = 14$ млазница.
- Дакле систем се **прорачунава за капацитет да у исто време буде активирано 14 млазница.**
- Дејствујућа површина је назначена шрафуром на слици 2.
- Деонице цевовода CG, DN и BF су истих карактеристика.
- Прорачун ће бити приказан за деоницу DN.

- Први корак је да се одреди прорачунски притисак на млазници са највећом заштитном површином.
- Уколико је вредност притиска нижа од 0,35 bar, усваја се ова вредност притиска и прорачун се наставља.
- Уколико се добије већа вредност од 0,35 bar, усваја се та већа вредност и прорачун се наставља.
- У овом примеру заштитна површина по једној млазници је 10,5 m².
- Потребан проток воде се израчунава као:

$$Q_m = 5 \text{ [l/(min} \cdot \text{m}^2)] \cdot 10,5 \text{ [m}^2] = 52,5 \text{ l/min.}$$

- Потребан притисак на млазници износи:

$$p_m = \left(\frac{Q_m}{K} \right)^2 = \left(\frac{52,5}{80} \right)^2 = 0,43 \text{ bar.}$$

- За млазницу D1 са карактеристиком $K=80$, захтевани притисак на млазници је $p_m=0,43 \text{ bar}$ а проток $Q_m=52,5 \text{ l/min}$.

Деоница D1-T_{HD}

- Деоница цеви од млазнице D1 до гранања цевовода у рачви T_{HD}, дужина цеви износи $l_c=0,5 \text{ m}$, еквивалентна дужина цеви за T_{HD} рачву (табела 3) за цевовод DN40 износи $l_{ekv}=2,4 \text{ m}$.
- Укупна дужина за цевовод износи: $l = l_c + l_{ekv} = 0,5 + 2,4 = 2,9 \text{ m}$.
- Укупан пад притиска на датој деоници се израчунава на основу Хејзен-Вилијамсове формуле:

$$\Delta p_{D_1-T_{HD}} = 6,05 \cdot 10^5 \cdot C^{-1,85} \cdot d^{-4,87} \cdot Q^{1,85} \cdot l =$$

$$6,05 \cdot 10^5 \cdot 120^{-1,85} \cdot 43,1^{-4,87} \cdot 52,5^{1,85} \cdot 2,9 = 0,0042 \text{ bar}$$

Где су:

$C = 120$ – за челичне цеви,

$d_u = 43,1 \text{ mm}$ – унутрашњи пречник цевовода

- Потребан притисак у рачви за дату деоницу износи:

$$\Delta p_{D-T_{HD}} = p_m + \Delta p_{D_1-T_{HD}} = 0,43 + 0,0042 = 0,4342 \text{ bar}.$$

- За млазницу H1 са карактеристиком $K=80$, захтевани притисак на млазници је $p_m=0,43 \text{ bar}$ а проток $Q_m=52,5 \text{ l/min}$.

Деоница H1-H2

- Деоница цеви од млазнице H1 до млазнице H2, дужина цеви износи $l_s=3 \text{ m}$, еквивалентна дужина цеви за колено 90° (табела 3) за цевовод DN40 износи $l_{ekv}=0,6 \text{ m}$.
- Укупна дужина за цевовод износи: $l = l_s + l_{ekv} = 3 + 0,6 = 3,6 \text{ m}$.
- Укупан пад притиска на датој деоници се израчунава на основу Хејзен-Вилијамсове формуле:

$$\Delta p_{H_1-H_2} = 0,0052 \text{ bar}$$

- За млазницу H2 потребан је притисак од:

$$p_{mH2} = p_{mH1} + \Delta p_{H_1-H_2} = 0,43 + 0,0052 = 0,4352 \text{ bar}.$$

- Следи да је проток на млазници Н2:

$$Q_{mH2} = K \cdot \sqrt{p_{mH2}} = 80 \cdot \sqrt{0,4352} = 52,77 \text{ l/min}$$

Деоница Н2-Н3:

- Проток кроз деоницу је $Q_{H2-H3} = 52,5 + 52,77 = 105,27 \text{ l/min}$
- Дужина цеви износи $l_c=3 \text{ m}$, еквивалентна дужина цеви за Т рачву (табела 3) за цевовод DN40 износи $l_{ekv}=2,4 \text{ m}$.

$$l = l_c + l_{ekv} = 3 + 2,4 = 5,4 \text{ m}$$

$$\Delta p_{H2-H3} = 0,028 \text{ bar}$$

- За млазницу Н3 потребан је притисак од:

$$p_{mH3} = p_{mH2} + \Delta p_{H2-H3} = 0,4352 + 0,028 = 0,4632 \text{ bar.}$$

- Следи да је проток на млазници Н3:

$$Q_{mH3} = K \cdot \sqrt{p_{mH3}} = 80 \cdot \sqrt{0,4632} = 54,45 \text{ l/min}$$

Деоница Н3-Н4:

- Проток кроз деоницу је $Q_{H3-H4} = 105,27 + 54,45 = 159,72 \text{ l/min}$
- Дужина цеви износи $l_c=3 \text{ m}$, еквивалентна дужина цеви за Т рачву (табела 3) за цевовод DN40 износи $l_{ekv}=2,4 \text{ m}$.

$$l = l_c + l_{ekv} = 3 + 2,4 = 5,4 \text{ m}$$

$$\Delta p_{H3-H4} = 0,061 \text{ bar}$$

- За млазницу Н4 потребан је притисак од:

$$p_{mH4} = p_{mH3} + \Delta p_{H3-H4} = 0,4632 + 0,061 = 0,5242 \text{ bar.}$$

- Следи да је проток на млазници Н4:

$$Q_{mH4} = K \cdot \sqrt{p_{mH4}} = 80 \cdot \sqrt{0,5242} = 57,92 \text{ l/min}$$

Деоница H4-T_{HD}:

- Проток кроз деоницу је $Q_{H4-T_{HD}} = 159,72 + 57,92 = 217,64 \text{ l/min}$
- Дужина цеви износи $l_c=3 \text{ m}$, еквивалентна дужина цеви за Т рачву (табела 3) за цевовод DN40 износи $l_{ekv}=2,4 \text{ m}$.

$$l = l_c + l_{ekv} = 3 + 2,4 = 5,4 \text{ m}$$

$$\Delta p_{H4-T_{HD}} = 0,108 \text{ bar}$$

Вертикални цевовод DN50 код рачве T_{HD}:

Притисак на крају линије Н:

$$p_H = p_{H4} + \Delta p_{H4-T_{HD}} = 0,5242 + 0,108 = 0,6322 \text{ bar}$$

- Потребан притисак у тачки T_{HD} са стране линије Н је 0,6322 bar а са стране линије D износи 0,4342 bar. Како у једној истој тачки не може бити различит притисак, неопходно је извршити балансирање линија Н и D.

- Балансирање се може извршити на два начина:
 1. Променом пречника деонице D (смањењем пречника цеви) да би се добио исти пад притиска као и у деоници H,
 2. Додавањем одређене количине воде у деоницу D тако да се са повећањем протока воде кроз ту деоницу добије исти пад притиска као и у деоници H.
- Код пројектовања спринклер система практикује се други метод. Одређивање увећаног протока се врши на следећи начин:

$Q_l = 52,5 \text{ l/min}$ – мањи проток од два која се сустичу у истом чвору, у овом случају проток у линији D,

$Q_h = 217,64 \text{ l/min}$ – већи проток од два која се сустичу у истом чвору, у овом случају проток у линији H

$p_l = 0,4342 \text{ bar}$ – мањи од притисака на датом чвору,

$p_h = 0,6322 \text{ bar}$ – већи од притисака на датом чвору.

- Укупан балансирани проток у вертикалној деоници DN50 износи:

$$Q = Q_l \cdot \sqrt{\frac{p_h}{p_l}} + Q_h = 52,5 \cdot \sqrt{\frac{0,6322}{0,4342}} + 217,64 = 281 \text{ l/min},$$

- Дужина цеви износи $l_c=0,2 \text{ m}$, еквивалентна дужина цеви за Т рачву (табела 3) за цевовод DN50 износи $l_{ekv}=3 \text{ m}$.

$$l = l_c + l_{ekv} = 0,2 + 3 = 3,2 \text{ m}$$

$$\Delta p = 0,032 \text{ bar}$$

- Притисак на споју вертикалног цевовода (DN50) и главног напојног цевовода (DN80) износи:

$$p_{ver-HD} = p_h + \Delta p = 0,6322 + 0,032 = 0,6642 \text{ bar}$$

- **Линија GC** је истих карактеристика и димензија као и деоница HD па важи:

$$Q_{GC} = 281 \text{ l/min,}$$
$$p_{ver-GC} = 0,6642 \text{ bar}$$

- **Линија F** је истих карактеристика и димензија као и линија H, али се не врши билансирање линија B и F, с обзиром да млазнице на грани B не припадају прорачунској површини (слика 2), следи:

$$Q_F = 217,64 \text{ l/min,}$$
$$p_F = 0,6322 \text{ bar}$$

Вертикални цевовод DN50 код рачве T_{FB} :

- Дужина цеви износи $l_c=0,2$ m, еквивалентна дужина цеви за Т рачву (табела 3) за цевовод DN50 износи $l_{ekv}=3$ m.

$$l = l_c + l_{ekv} = 0,2 + 3 = 3,2 \text{ m}$$

$$\Delta p = 0,02 \text{ bar}$$

$$p_{ver-FB} = 0,6322 + 0,02 = 0,6522 \text{ bar}$$

Напојни цевовод DN80, деоница $T_{HD}-T_{GC}$:

$$Q_{HD} = 281 \text{ l/min,}$$

$$p_{ver-HD} = 0,6642 \text{ bar}$$

Дужина цеви износи $l_c=3,5$ m, еквивалентна дужина цеви за Т рачву (табела 3) за цевовод DN80 износи $l_{ekv}=4,5$ m.

$$l = l_c + l_{ekv} = 3,5 + 4,5 = 8 \text{ m}$$

$$\Delta p = 0,01 \text{ bar}$$

$$p_{GC} = 0,6322 + 0,01 = 0,6422 \text{ bar}$$

- Потребан притисак у тачки T_{GC} са стране вертикалног вода DN50 износи $p_{ver-GC} = 0,6642 \text{ bar}$, па је потребно билансирање протока:

$$Q_l = 281 \text{ l/min}$$

$$Q_h = 281 \text{ l/min}$$

$$p_l = 0,6422 \text{ bar}$$

$$p_h = 0,6642 \text{ bar}$$

$$Q = Q_l \cdot \sqrt{\frac{p_h}{p_l}} + Q_h = 281 \cdot \sqrt{\frac{0,6642}{0,6422}} + 281 = 566,77 \text{ l/min}$$

Напојни цевовод DN80, деоница $T_{GC}-T_{FB}$:

$$Q_{GC} = 566,77 \text{ l/min},$$

$$p_{GC} = 0,6642 \text{ bar}$$

$$l = l_c + l_{ekv} = 3,5 + 4,5 = 8 \text{ m}$$

$$\Delta p = 0,04 \text{ bar}$$

$$p_{FB} = 0,6642 + 0,04 = 0,7042 \text{ bar}$$

- Потребан притисак у тачки T_{FB} са стране линије F износи $p_{ver-FB}=0,6522$ bar, па је потребно билансирање протока:

$$Q_l = 217,64 \text{ l/min}$$

$$Q_h = 566,77 \text{ l/min}$$

$$p_l = 0,6522 \text{ bar}$$

$$p_h = 0,7042 \text{ bar}$$

$$Q = Q_l \cdot \sqrt{\frac{p_h}{p_l}} + Q_h = 217,64 \cdot \sqrt{\frac{0,7042}{0,6522}} + 566,77 = 792,92 \text{ l/min}$$

- Потребан притисак на **вентилској станици**:

$$Q = 792,92 \text{ l/min} - \text{укупан проток кроз систем}$$

Дужина цеви износи $l_c=3,5+1,7+4,1=9,3$ m, еквивалентна дужина цеви за једно колено и једну Т рачву (табела 3) за цевовод DN80 износи

$$l_{ekv}=1,5+4,5=6 \text{ m.}$$

$$l = l_c + l_{ekv} = 9,3 + 6 = 15,3 \text{ m}$$

$$\Delta p = 0,14 \text{ bar}$$

$$\Delta p_{geo} = \rho \cdot g \cdot \Delta H = \frac{100 \cdot 9,81 \cdot 4,3}{10^5} = 0,42 \text{ bar} - \text{пад притиска услед геодезијске висине}$$

- Укупан потребан притисак (надпритисак) на вентилској станици износи:

$$p_{VS} = p_{FB} + \Delta p_{geo} + \Delta p = 0,7042 + 0,42 + 0,14 = \mathbf{1,264 \text{ bar}}$$

- Проток воде од $Q = \mathbf{792,92 \text{ l/min}}$ већи је од минимално потребног протока воде који за класу ОН2 износи:

$$Q_{min} = 5 [\text{l}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)] \cdot 144 [\text{m}^2] = 720 \text{ l/min}.$$

- Провера брзине воде у цевоводима према једначини:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_u^2}$$

DN40 ($d_u=43,1$ mm): $Q=217,64$ l/min= $0,0036$ m³/s

$v= 2,47$ m/s < 10 m/s

DN50 ($d_u=54,5$ mm): $Q=281$ l/min= $0,0047$ m³/s

$v= 2$ m/s < 10 m/s

DN80 ($d_u=82,5$ mm): $Q=792,92$ l/min= $0,0132$ m³/s

$v= 2,43$ m/s < 10 m/s

- Може се закључити да су цевоводи коректно димензионисани.
- За сложеније системе овакав поступак прорачуна захтева значајно ангажовање људских и временских ресурса па се у ту сврху користе рачунарски програмски пакети, напр. *SprinkCALC*.