

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**SPRACOVANIE A VYUŽITIE ODPADNÝCH VÔD
S VYUŽITÍM ZELENEJ STRECHY**

VÝPOČTY

Monika Diková

OBSAH

1. KANALIZÁCIA	3
2. VODOVOD.....	7
3. POUŽITÁ LITERATÚRA:	12

1. KANALIZÁCIA

SPLAŠKOVÁ KANALIZÁCIA

Podľa ČSN EN 12056-2 stanovíme celkový prietok Q_{ww} .

$$Q_{ww} = K \sqrt{\sum DU} \text{ [l/s]}$$

- Q_{ww} – prietok splaškových odpadových vôd [l/s]
- $\sum DU$ – súčet výpočtových odtokov [l/s]
- K – súčiniteľ odtoku

Súčiniteľ odtoku:

Vzhľadom k funkcii budovy koeficient odberu vody je rovnomerný pre budovy občianskeho vybavenia sídlisk $k=0,7$. Pre odtok zo sprch bude uvažovaný súčiniteľ odtoku $k=1$ kvôli nárazovému odberu.

Tabuľka výpočtových odtokov:

ZARIAĎOVACÍ PREDMET	Výpočtový odtok DU [l/s]
Umývadlo, pisoár	0,5
Sprcha - vanička so zátkou	0,8
Záchodová misa so splachovacou nádržkou o obsahu 6,0 l	1,8
Podlahová vpusť DN 70	1,5
Pisoárová misa s automatickým splachovacím zariadením alebo tlakovým splachovačom	0,5
Drez, umývačka riadu	0,8

Tabuľka 1: Výpočtové odtoky jednotlivých zariadených predmetov [6]

ZARIAĎOVACÍ PREDMET	Počet	Spotrebované množstvo vody pri jednom použití
WC	23	6l
Pisoár	5	3l
Umývadlo	23	3l
Drez	3	15-40l
Sprcha	8	45
Umývačka riadu	1	12l
Vpusť	3	

Tabuľka 2: Počty zariadených predmetov v objekte

ADMINISTRATIVNA BUDOVA					
ZARIAĎOVACÍ PREDMET	Počet	Spotrebované množstvo vody pri jednom použití [l]	Počet použití [človek/deň]	Produkcia šedej vody [l/deň]	Spotreba šedej vody [l/deň]
WC	5	6	64		384
Pisoár	2	3	36		108
Umývadlo	5	3	100	300	
Drez	2	15-40	15	225	
Sprcha	-	40	-		
Umývačka riadu	-	12	-		
			CELKOVO	300	492
FITNESS					
ZARIAĎOVACÍ PREDMET	Počet	Spotrebované množstvo vody pri jednom použití [l]	Počet použití [človek/deň]	Produkcia šedej vody [l/deň]	Spotreba šedej vody [l/deň]
WC	4	6	50		300
Pisoár	1	3	50		150
Umývadlo	5	3	100	300	
Drez	-	15-40	-		
Sprcha	8	30	75	2250	
Umývačka riadu	-	12	-		
			CELKOVO	2550	450
BISTRO					
ZARIAĎOVACÍ PREDMET	Počet	Spotrebované množstvo vody pri jednom použití [l]	Počet použití [človek/deň]	Produkcia šedej vody [l/deň]	Spotreba šedej vody [l/deň]
WC	6	6	65		390
Pisoár	2	3	65		195
Umývadlo	5	3	130	390	
Drez	1	15-40	13	390	
Sprcha	-	40	-		
Umývačka riadu	1	12	13	156	
			CELKOVO	390	585
OBCHODNÉ PLOCHY					
ZARIAĎOVACÍ PREDMET	Počet	Spotrebované množstvo vody pri jednom použití [l]	Počet použití [človek/deň]	Produkcia šedej vody [l/deň]	Spotreba šedej vody [l/deň]
WC	8	6	64		384
Pisoár	-	3	-		
Umývadlo	8	3	64	192	
Drez	-	15-40	-		
Sprcha	-	40	-		
Umývačka riadu	-	12	-		
			CELKOVO	192	384

Tabuľka 3: Predpokladané používanie zariadení v jednotlivých prevádzkach

Každá časť potrubia vyhoví s dostatočnou rezervou podľa porovnania zvolených dimenzií potrubia a ich hydraulickej kapacity. Zvislé potrubie má väčšiu dimenziu než je potrebné kvôli napojeniu toaliet s DN 100.

Ležaté zvodné potrubie v garážach je navrhnuté ako DN125 s dostatočnou rezervou na prietok splaškových vôd zo všetkých zariadení 4,68 l/s. Takisto zvodné splaškové potrubie z obchodných plôch DN 125 bude mať dostatočnú kapacitu na zvedenie prietoku 3,0 l/s.

Hydraulické kapacity (Q_{max}) a pričné rýchlosti vody (v) vo zvodných potrubíach, stupeň plnenia 70%:

Sklon	DN 70 1) 3)		DN 90 2) 3)		DN 100		DN 125		DN 150		DN 200	
J [%]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]
1,0	1,7	0,6	2,5	0,7	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1,0	23,7	1,2
1,5	2,0	0,7	3,0	0,8	5,1	1,0	8,3	1,1	15,7	1,3	29,1	1,5
2,0	2,4	0,9	3,5	1,0	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5	33,6	1,7
2,5	2,6	1,0	3,9	1,1	6,7	1,2	10,8	1,4	20,3	1,6	37,6	1,9
3,0	2,9	1,1	4,3	1,2	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8	41,2	2,1
3,5	3,1	1,1	4,7	1,3	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9	44,5	2,2
4,0	3,3	1,2	5,0	1,4	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1	47,6	2,4
4,5	3,5	1,3	5,3	1,4	8,9	1,7	14,5	1,9	27,3	2,2	50,5	2,5
5,0	3,7	1,4	5,6	1,5	9,4	1,7	15,3	2,0	28,8	2,3	53,3	2,7

Sklon	DN 225		DN 250		DN 300	
J [%]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]	Q_{max} [l/s]	v [m/s]
1,0	37,6	1,3	44,9	1,4	80,6	1,6

Tabuľka 4: Hydraulické tabuľky na dimenzovanie kanalizačného potrubia [6]

DAŽĎOVÁ KANALIZÁCIA

Hodnota odtoku dažďových vôd, ktoré je nutné za stálych podmienok odvádzať zo strechy, sa počíta podľa rovnice[6]:

$$Q = r \cdot A \cdot C$$

- Q je odtok dažďových vôd (l/s);
- r intenzita dažďa (l/(s.m)²);
- A účinná plocha strechy (m²);
- C súčiniteľ odtoku (bez rozmeru)

Podobne ako v prípade splaškového potrubia sa dimenzuje aj dažďové. Každá časť potrubia vyhoví s dostatočnou rezervou podľa porovnania zvolených dimenzií potrubia a ich hydraulikkej kapacity. Voda zo striech je zvádzaná gravitačne strešnými vpustmi. Vo výpočte veľkosti vpustí a dažďového kanalizačného potrubia je uvažovaný súčiniteľ odtoku $c=1,0$ ako doporučenie firmy TOPWET, kvôli dostatočnému odvádzaniu vody v dobe výstavby a tiež prípadnej zmene strechy. Dažďové odpadné potrubie zvádzajúce vodu zo striech s plochami 194,5m², 560,04m² a 593,07m² bude zvádzané pod stropom garáží potrubím DN250 pre vypočítaný prietok $Q=40,4$ l/s.

Nádrž na šedú vodu

Nádrž bude navrhnutá na denné množstvo vody do spŕch v posilňovni – 2250 l (tabuľka č.3). Navrhnutá nádrž AQUALOOP 48 má zaisťovať objem 2400 l/deň.

Akumulačná nádrž na dažďovú vodu

Akumulačná nádrž bude navrhnutá na najväčšiu mesačnú – júlovú potrebu úžitkovej vody v budove vypočítanej z potreby zalievania a potreby vody na splachovanie. Maximálna mesačná potreba úžitkovej vody je 101 m³ (59m³ -zalievanie intenzívnej zelenej strechy o ploche 593,07m² pri týždennej potrebe závlahy 25mm a 42m³ – potreba úžitkovej vody na splachovanie). Táto maximálna potreba je znížená o množstvo vody, ktoré zaisťujú čistička šedých vôd 101 – 2,4*30 = 29m³. Pri návrhu dažďovej akumuláčnej nádrže je nutné uvažovať s 2-3 týždenným nedostatkom zrážok, preto je akumuláčná nádrž navrhnutá na veľkosť 20m³.

Retenčná nádrž

Mesto	doba trvania dažďa (min)								
	5	10	15	15	15	15	30	60	60
	periodicita dažďa								
	1	1	5	1	0,5 (dvojročné zrážky)	0,2 (päťročné zrážky)	1	1	0,5 (dvojročné zrážky)
	intenzita dažďa (l/s.m ²)								
Praha	0,024	0,0163	0,0057	0,0126	0,0164	0,0217	0,0072	0,0041	0,0075
	prietok								
Q=i*c*A (l/s)	6,856056	4,6564047	1,6283133	3,5994294	4,6849716	6,1990173	2,0568168	1,1712429	2,1425175
	Objem nádrže (l)								
V=Q*t	2 056,82	2 793,84	1 465,48	3 239,49	4 216,47	5 579,12	3 702,27	4 216,47	7 713,06

Tabuľka 5: Tabuľka intenzít dažďa v Prahe

Zo zistených intenzít zrážok je retenčná nádrž navrhnutá na najmenej priaznivé zrážky, ktoré nastávajú každé dva roky s trvaním 60minút. Nádrž bude z blokov NIDA PLAST a s prihliadnutím na rozmer jedného bloku bude zostavená na objem 8,98 m³ a bude sa skladať zo šiestich blokov.

2. VODOVOD

ROZVODY PITNEJ VODY A ÚŽITKOVEJ VODY[6]

Bilancia potreby vody

Z tabuľky číslo 5 je predpokladaná celková potreba vody v objekte na 6110 l/deň, pri započítaní priemerného zalievania zelenej strechy je táto potreba 6910l/deň. Maximálna denná potreba pri vynásobení koeficientom dennej nerovnomernosti $k_d=1,5$ bude $Q_d=10\ 365$ l/deň a maximálna hodinová potreba bude $Q_h= 1332$ l/hodinu.

Výpočtový prietok pre administratívne budovy je stanovený zo vzťahu:

$$Q_D = \sqrt{\Sigma(Q^2 \cdot n)} \text{ [l/s]}$$

- Q_D – prietok vody [l/s]
- Q_A - výpočtový prietok konkrétnej výtokovej armatúry [l/s]
- n – počet výtokov jednej armatúry

V nasledujúcej tabuľke sú výtokové armatúry použité v objekte:

výtoková armatúra	Q [l/s]
Kávovar - výtokový ventil (3/8")	0,2
splachovač WC DN15	0,15
umývadlo DN15	0,2
drez DN15, umávačka DN15	0,2
sprcha DN15	0,2
Wc a Pis - úžitková voda	0,15

Tabuľka 6: Výtoky jednotlivých armatúr [6]

Prietok studenej vody zariadených predmetov je 1,59 l/s a prietok teplej vody je 1,02 l/s. Do prietoku studenej vody je potrebné započítať potrebu vody na polievanie zelenej strechy 0,696 l/s. Celkový prietok studenej vody je 2,29 l/s.

Vypočítané prietoky sú posúdené a navrhnuté na maximálne prietoky jednotlivých dimenzií.

Max. průtoky plastovým potrubím PN 16			
PPR (Ekoplastik) PN 16 nebo xPE (Rehau) PN 16			
Při návrhové rychlosti		2,5m/s	
D x t	Světlost [mm]	Max. průtok [l/s]	Přísluš. DN
16x2,3	11,4	0,2552	DN 10
20x2,8	14,4	0,4072	DN 15
25x3,5	18	0,6362	DN 20
32x4,5	23	1,0387	DN 25
40x5,6	28,8	1,6286	DN 32
50x6,9	36,2	2,573	DN 40
63x8,7	45,6	4,0828	DN 50
75x12,5	50	4,9087	
90x15,0	60	7,0686	DN 65
110x18,4	73,2	10,5209	DN 100

Tabuľka 7: Maximálne prietoky plastovým potrubím pre dimenzovanie vodovodného potrubia [6]

POŽIARNY VODOVOD

Požiarly vodovod v IPP, teda v priestoroch garáží bude využívať Sprinklerove hasiace zariadenie s nádržou umiestnenou v IPP. Vo vyšších poschodiach budú na každom poschodí dva hydranty $Q=0,6$ l/s. Pri počítaní využívania súčasne maximálne 2 hydranty na stúpačku, budú stúpačky dimenzie DN 32 a potrubie v IPP bude navrhnuté na súčasné použitie maximálne troch hydrantov, takže bude dimenzie DN 40.

Maximální průtoky pozink. potrubím		
Při návrhové rychlosti		1,5 m/s
DN	Světlost [mm]	Max. průtok [l/s]
DN 10	12,5	0,1841
DN 15	16	0,3016
DN 20	21,5	0,5446
DN 25	27,3	0,8780
DN 32	36	1,5268
DN 40	41,4	2,0192
DN 50	52,8	3,2843

Tabuľka 8: Maximálne prietoky pre posúdenie požiarneho vodovodu[6]

PRÍPOJKA VODOVODU

Návrh veľkosti prípojky vodovodu vychádza z porovnania prietokov rozvodu pitnej vody a z požiarneho vodovodu. Prietok pitnej vody je $Q=2,29$ l/s a prietok požiarneho vodovodu je $3*0,6$ l/s, čiže $Q=1,8$ l/s. [6]

$$d_i = 35,7 * \sqrt{\frac{Q_{MAX}}{v}}$$

kde:

d_i vnútorný priemer potrubia (mm)
 v rýchlosť prietoku (m/s), 2,5m/s

$$d_i = 34,17 \text{ mm}$$

Podľa tabuľky návrhu polyetylénového potrubia bude dimenzia prípojky vodovodu DN 40 (HDPE 50x4,6 SDR11).

TEPELNÁ ROZŤAŽNOSŤ POTRUBIA

Pri montáži potrubia sa musí počítať so zmenami dĺžky potrubia na základe teplotných rozdielov. Zmenu dĺžky počítame podľa vzorcov [8]:

$$\Delta l = \Delta t * \alpha * L$$

kde:

Δt je rozdiel medzi teplotou pri montáži a prevádzke potrubia alebo rozdiel medzi teplotou studenej a teplej vody (K), spravidla $\Delta t = 55 - 10 = 45$ K
 α súčiniteľ tepelnej rozťažnosti (mm/m.K), pre PP potrubie 0,15 mm/m.K
 L dĺžka trubky (m)

V projekte sa uvažuje s vložením U-kompenzátorov do miest s dlhými rozvodmi. Kompenzátori budú osadené po dĺžke 5 metrov.

$$\Delta l = \Delta t * \alpha * L = 45 * 0,15 * 5 = 33,75 \text{ mm}$$

$$L_s = k * \sqrt{D * \Delta l}$$

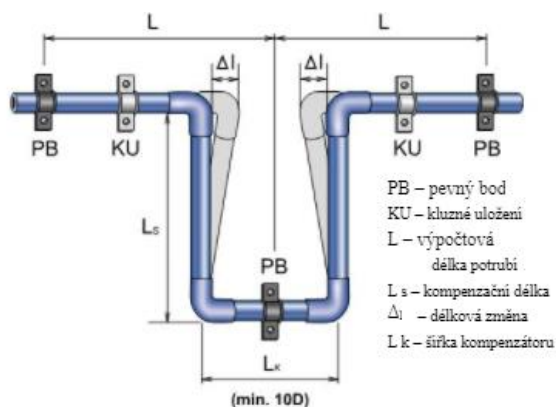
L_s voľná kompenzačná dĺžka
 k materiálová konštanta, pre PPR $k=20$
 D vonkajší priemer potrubia [mm]

$$L_k = \max(10 * D; 2 * \Delta l + 150 \text{ mm})$$

U kompenzátory budú navrhnuté na dimenzie DN25 (32x4,5):

$$L_s = 20 * \sqrt{(32 * 33,75)} = 657 \text{ mm}$$

$$L_k = \max(10 * 32; 2 * 33,75 + 150) = 320 \text{ mm}$$



VÝPOČET ZÁSOBNÍKU TV:

DENNÁ SPOTREBA TEPLA NA OHREV TEPLEJ VODY [7]

$$Q_{TV,d} = \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_{TV} - t_{sv})}{3600} \quad [\text{Wh}]$$

kde:

- ρ merná hmotnosť vody (1000 kg/m³)
 c merná tepelná kapacita vody (4,182 kJ/kg K = 4182 J/kg K)
 V_{2p} celková potreba TV pre všetky osoby (m³/den);
administratívne budovy: $V_{2p} = 0,030$ (m³/osobu · den) = 30
(l/osobu · den) (potreba teplej vody v budove 4047 l/deň – tabuľka,
číslo 3, pri naplnení budovy 137 osobami)
 t_1 teplota studenej vody (10°C)
 t_2 teplota teplej vody (55°C)

$$Q_{TV,d} = 1568,3 \text{ kWh}$$

HODINOVÁ SPOTREBA TEPLA NA OHREV TEPLEJ VODY

Hodinová spotreba TV je denná potreba TV vydelená počtom hodín behom dňa, tj. 12 hodinami v administratívnej budove:

$$Q_{TV,h} = 1568,3/12=130,69 \text{ kWh}$$

NÁVRH ZARIADENIA PRE OHREV TEPLEJ VODY [10]

Teoretické teplo odobrané z ohrievača behom periódy:

$$Q_{2t} = Q_{TV,d} = 1568,3 \text{ kWh}$$

Teplo stratené pri ohreve a distribúcii TV behom periódy:

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z$$

$z = 0,5$ pri objektovom ohreve

$$Q_{2z} = 1568,3 \cdot 0,5 = 784,2 \text{ kWh}$$

PREDPOKLAD

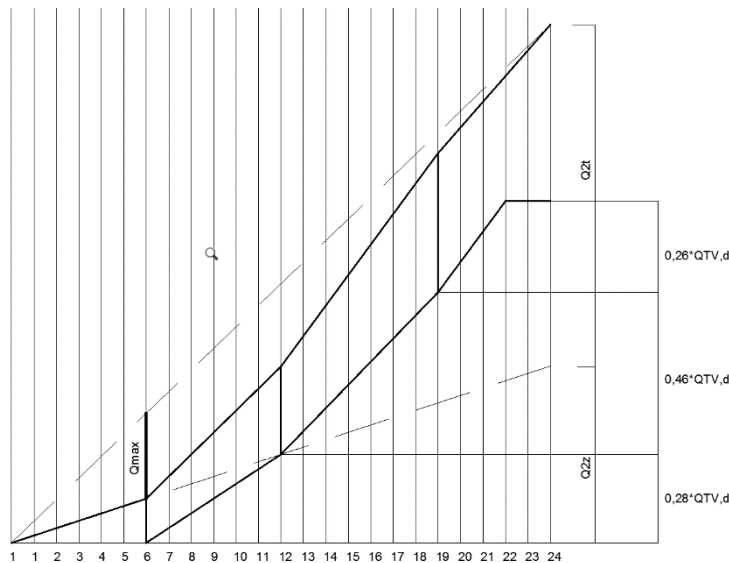
Kapacity a obsadenosť jednotlivých prevádzok:

Administratíva + obchodné plochy: 41 ľudí (6:00-18:00)

Posilňovňa: kapacita 36 ľudí, priemerná obsadenosť 18 ľudí (50% z kapacity) (6:00-22:00)

Bistro: kapacita 60 ľudí, priemerná obsadenosť 36 ľudí (60% z kapacity) (11:00-22:00)

Z týchto údajov vzniká predpoklad, že v čase 6:00-11:00 bude obsadenosť objektu 28%, v čase od 11:00-18:00 46% a v čase 18:00-22:00 26%.



Z grafu je odčítané $Q_{MAX} = 379 \text{ kWh}$

Objem zásobníka

$$V_Z = \frac{\Delta Q_{MAX}}{c * (\theta_2 - \theta_1)}$$

kde:

- Q_{MAX} je maximálny rozdiel medzi E1 a E2
- c je merná tepelná kapacita vody
- t_2 je teplota ohriatej vody
- t_1 je teplota studenej vody

$$V_Z = 2,01 \text{ m}^3$$

Objem zásobníka bude 2000l.

POUŽITÁ LITERATÚRA:

[1] ČSN EN 12056-3 (75 6760); Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy – Část 3: Odvádění dešťových vod ze střech – Navrhování a výpočet

[2] Prof. Ing. Karel Kabele, CSc. A kolektiv: Energetické a ekologické systémy 1, Zdravotní technika, vytápění

[3] Územní srážky [online].

Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky>

[4] ASIO TECH, spol. s.r.o. [online].

Dostupné z: <https://www.asio.cz>

[5] TOPWET s.r.o. [online].

Dostupné z: <https://www.topwet.cz>

[6] fakultní web katedry technických zařízení budov, ČVUT

[7] Wavin [online].

Dostupné z: <https://www.wavinekoplastik.com>