

## 1.1. Obliczenia hydrauliczne sieci kanalizacyjnej

### 1.1.1. Metodyka obliczeń

Objaśnienie oznaczeń:

$Mk_p$  – liczba mieszkańców na początku odcinka,  $Mk$

$Mk_k$  – liczba mieszkańców na końcu odcinka,  $Mk$

$Mk_m$  – miarodajna liczba mieszkańców,  $Mk$

$Q$  – strumień ścieków,  $dm^3/s$

$q_j$  – jednostkowy strumień ścieków,  $dm^3/s \cdot Mk$

$Q_s$  – szczytowy strumień ścieków,  $dm^3/s$

$Q_m$  – miarodajny strumień ścieków,  $dm^3/s$

$d_{zew}$  – średnica zewnętrzna przewodu,  $mm$

$d_{wew}$  – średnica wewnętrzna przewodu,  $mm$

$v$  – prędkość ścieków w przewodzie,  $m/s$

$Re$  – liczba Reynoldsa, –

$\nu$  – kinematyczny współczynnik lepkości,  $m^2/s$  ( $\nu = 1,31 \cdot 10^{-6} m^2/s$ )

$L$  – długość odcinka,  $m$

$\lambda$  – współczynnik oporu liniowego, –

$k$  – chropowatość bezwzględna,  $mm$  ( $k = 1,5 mm$ )

$h_l$  – wysokość liniowych oporów hydraulicznych,  $m$

$g$  – przyspieszenie ziemskie,  $m/s^2$  ( $g = 9,81 m/s^2$ )

$\Delta h_l$  – suma strat liniowych od początku do oczyszczalni ścieków,  $m$

$h_g$  – różnica wysokości geometrycznej od początku odcinka do oczyszczalni ścieków,  $m$

$R_{ti}$  – rzędna terenu w węźle obliczeniowym na początku odcinka,  $m n. p. m.$

$R_{to\acute{S}}$  – rzędna terenu w węźle OŚ,  $m n. p. m.$

$H_m$  – wysokość ciśnienia potrzebnego na pokonanie od początku odcinka do oczyszczalni ścieków,  $m$

$R_{lc}$  – rzędna linii ciśnienia,  $m n. p. m.$

$R_o$  – rzędna osi rurociągu,  $m n. p. m.$

Obliczenia przeprowadzono wykorzystując poniższe równania:

- miarodajna liczba mieszkańców

$$Mk_m = \frac{Mk_k + Mk_p}{2}$$

- strumień ścieków

$$Q = q_j \cdot Mk_m$$

- szczytowy strumień ścieków

$$Q_s = 1,5 \cdot Q$$

- teoretyczna średnica wewnętrzna

$$d_{thw} = \sqrt{\frac{4Q_m}{\pi \cdot v_{zał}}}$$

- prędkość ścieków w przewodzie

$$v = \frac{4Q_m}{\pi \cdot d_{wew}^2}$$

- liczba Reynoldsa

$$Re = \frac{v \cdot d_{wew}}{\nu}$$

- współczynnik oporu liniowego

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left( \frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,71 d_{wew}} \right)$$

- wysokość liniowych oporów hydraulicznych

$$h_l = \lambda \frac{L \cdot v^2}{2 \cdot d_{wew} \cdot g}$$

- suma strat liniowych od początku do oczyszczalni ścieków

$$\Delta h_l = \sum h_{li}$$

- różnica wysokości geometrycznej od początku do oczyszczalni ścieków

$$h_g = R_{toś} - R_{ti}$$

- wysokość ciśnienia jakie trzeba pokonać od początku do oczyszczalni ścieków

$$H_m = \Delta h_l + h_g$$

- rzędna linii ciśnienia

$$R_{lc} = R_o + H_m$$

Do obliczeń przyjęto podane niżej założenia:

- jednostkowy strumień ścieków

$$q_j = 0,005 \text{ dm}^3/\text{s} \cdot \text{Mk}$$

- miarodajny strumień ścieków

$$Q_m \geq 4 \text{ dm}^3/\text{s}$$

- minimalna prędkość w przewodzie

$$v_{min} \geq 0,6 \text{ m/s}$$

- minimalna średnica

$$d_{min} \geq (110/90) \text{ mm}$$

Przykładowe obliczenie dla odcinka 1-2 z podwariantu 1A:

$$Mk_m = \frac{340 Mk + 0 Mk}{2} = 170 Mk$$

$$Q = 0,005 dm^3/s \cdot Mk \cdot 170 Mk = 0,850 dm^3/s$$

$$Q_s = 1,5 \cdot 0,850 dm^3/s = 1,275 dm^3/s$$

Ponieważ  $Q_s < 4 dm^3/s$  stąd do dalszych obliczeń przyjęto  $Q_m = 4 dm^3/s$ .

Do obliczenia teoretycznej średnicy wewnętrznej wstępnie założono prędkość  $v_{zał} = 0,6 m/s$ .

$$d_{thw} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4 dm^3/s}{1000 \cdot \pi \cdot 0,6 m/s}} = 0,092 m = 92 mm$$

Z katalogu rur z polietylenu PE 80 (PEHD) na ciśnienie robocze 12,5 bara (PN 12,5; SDR 11) dobrano rurę o średnicy nominalnej  $d_N = d_{zew} = 110 mm$  (średnica wewnętrzna  $d_{weW} = 90 mm$ ).

Prędkość rzeczywista ( $v_{rzecz} = v$ ) wynosi zatem:

$$v = \frac{4 \cdot 4 dm^3/s}{1000 \cdot \pi \cdot (0,09 m)^2} = 0,63 m/s$$

$$Re = \frac{0,63 m/s \cdot 0,09 m}{1,31 \cdot 10^{-6} m^2/s} = 43282$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left( \frac{2,51}{43282 \sqrt{\lambda}} + \frac{1,5 mm}{1000 \cdot 3,71 \cdot 0,09 m} \right)$$

Rozwiązując numerycznie powyższe równanie współczynnik oporu liniowego wyniósł  $\lambda = 0,04636$ .

$$h_l = 0,04636 \cdot \frac{135 m \cdot (0,63 m/s)^2}{2 \cdot 0,09 m \cdot 9,81 m/s^2} = 1,41 m$$

$$\Delta h_l = (1,41 + 2,14 + 1,36 + 1,68 + 0,53)m = 7,12 m$$

$$h_g = (266,7 - 265,7)m \text{ n. p. m.} = 1,0 m$$

$$H_m = 7,12 m + 1,0 m = 8,12 m$$

$$R_{lc} = 264,2 m \text{ n. p. m.} + 8,12 m = 272,32 m \text{ n. p. m.}$$



## 2.2.1. Tabelaryczne zestawienie wyników dla wariantów

### 2.2.1.1. *Wariant 1*

- Podwariant 1A

Tabela 1 Straty hydrauliczne dla podwariantu 1A

Odcinek	Mk <sub>p</sub>	Mk <sub>k</sub>	Mk <sub>m</sub>	Q	Q <sub>s</sub>	Q <sub>m</sub>	d <sub>zew</sub>	d <sub>wew</sub>	v	Re	L	λ	h <sub>l</sub>	Δh <sub>l</sub>	h <sub>g</sub>	H <sub>m</sub>
	Mk	Mk	Mk	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	mm	mm	m/s	-	m	-	m	m	m	m
1-2	0	340	170	0,850	1,275	4,000	110	90	0,63	43282	135	0,04636	1,41	7,12	1,0	8,12
2-5	340	582	461	2,305	3,458	4,000	110	90	0,63	43282	205	0,04636	2,14	5,71	0,8	6,51
5-7	582	824	703	3,515	5,273	5,273	125	102,2	0,64	49930	150	0,04424	1,36	3,57	0,6	4,17
7-8	2037	2425	2231	11,155	16,733	16,733	200	163,6	0,80	99908	225	0,03742	1,68	2,21	0,3	2,51
8-OŚ	2425	2425	2425	12,125	18,188	18,188	200	163,6	0,87	108650	60	0,03737	0,53	0,53	0,0	0,53

Tabela 2 Rzędne linii ciśnienia dla podwariantu 1A

Numer węzła	Rzędna linii ciśnienia
-	m n.p.m.
1	272,32
2	270,91
5	268,77
7	267,41
8	265,73
OŚ	265,20



