

# Výpočet zatěžovacích parametrů na čistírnu odpadních vod

## Množství splaškových vod z domácností (obyvatelstvo)

### Průměrný denní průtok

$$Q_{24} = q * O [l/d]$$

q - specifická potřeba vody [l/(ob.den)] O - výhledový počet obyvatel,

### Maximální denní průtok

$$Q_d = q * O * k_d = Q_{24} * k_d (l/den)$$

$k_d$  – součinitel denní nerovnoměrnosti,  $k_d$  pro čistírny:

- do 1000 EO 1,5
- 1000 – 5000 EO 1,4
- 5000 – 20000 EO 1,35
- > 20000 EO 1,25

### Maximální hodinový průtok

$$Q_h = q * O * k_d * k_h / 24 = Q_{24} * k_d * k_h / 24 = Q_d * k_h / 24 (l/hod)$$

$k_h$  – součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti podle počtu obyvatel

### Minimální hodinový průtok

$$Q_{min} = q * O * k_{min} / 24 = Q_{24} * k_{min} / 24 (l/hod)$$

$k_{min}$  - součinitel minimální hodinové nerovnoměrnosti podle počtu obyvatel

Počet příp obyvatel	30	40	50	70	100	300	400	500
$k_h$	7,2	6,9	6,7	6,3	5,9	4,4	3,5	2,6
$k_{min}$	0	0	0	0	0	0	0	0
Počet příp obyvatel	1000	2000	5000	10000	20000	30000	50000	100000
$k_h$	2,2	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,5
$k_{min}$	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5

### Balastní vody

Většinou se zadávají procentuálně %  $Q_{24}$  splašků

$$Q_b = \% * Q_{24} (m^3/d)$$

## Množství splaškových vod z hygienických a sociálních zařízení, závodů a provozů (průmysl)

### a. Splašky

### Průměrný denní průtok

$$Q_{24spl} = q * P (l/den)$$

q- specifická potřeba vody na závodní kuchyni a mytí (dle přílohy k vyhlášce 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon o Vodovodech a kanalizacích v platném znění)

- na provoz závodní kuchyně -  $8000/250 = 32$  l/zam.směnu
- na provoz bufetu –  $1000/250 = 4$  l/zam.směnu
- na mytí čistý provoz –  $14\ 000/250 = 56$  l/zam.směnu
- na mytí špinavý provoz –  $26\ 000/250 = 104$  l/zam.směnu
- na mytí provoz horký, špinavý –  $30\ 000/250 = 120$  l/zam.směnu

P – počet pracovníků

#### Maximální denní průtok

$$Q_{dspl} = q * P * k_d = Q_{24spl} * k_d \text{ (m}^3\text{/den)}$$

Maximální hodinová produkce splašků:

$$Q_{hspl} = q * P * k_d * k \text{ (l/hod)}$$

k - pro pití a mytí v čistém provozu 1/8,

k - pro mytí ve špinavém nebo horkém provozu 9/16

#### b. Průmyslové odpadní vody

Jsou zadávány buď jako EO (ekvivalentní obyvatelstvo) nebo Q (m<sup>3</sup>/d)

V případě zadání EO:

$$Q_{24prům} = q * EO$$

$$Q_d = q * EO * k_d = Q * k_d \text{ (m}^3\text{/d)}$$

### **Bilance**

#### Průměrný bezdeštný denní průtok

$$Q_{24,m} = Q_{24obyv} + \sum Q_{24splz} + \sum Q_{24průmz} + Q_B$$

#### Maximální bezdeštný denní průtok

$$Q_d = Q_{dobyv} + \sum Q_{dsplz} + \sum Q_{dprůmz} + Q_B$$

#### Minimální bezdeštný denní průtok

$$Q_{min} = Q_{minobyv} + \sum Q_{hspl(3)} + \sum Q_{hprům(3)} + Q_B/24$$

#### Maximální hodinová potřeba

$$I. Q_h = Q_{hobyv} + \sum Q_{hspl(2)} + \sum Q_{hprům(2)} + Q_B/24$$

$$II. Q_h = Q_d/24 + \sum Q_{hspl(1)} + \sum Q_{hprům(1)} + Q_B/24$$

### **Další průtoky na ČOV**

Přítok na ČOV u jednotné kanalizace:  $Q_{zř}$ , poměr ředění 1:2 = trojnásobek splašků

$$Q_{zř} = 3 \cdot Q_h \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Přítok do biologického stupně:  $Q_{\text{hbio}}$

- Pro ČOV do 5000 EO  $Q_{\text{hbio}} = 1,2 * Q_{\text{h}}$  ( $\text{m}^3/\text{h}$ )
- Pro ČOV nad 5000 EO  $Q_{\text{hbio}} = 2 * Q_{\text{d}} - Q_{\text{B}}$  ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

## **Bilance znečištění**

Výpočet ekvivalentních obyvatel (EO)

- Pro BSK<sub>5</sub>: (60 g BSK<sub>5</sub> /ob.d) = PE
- obyvatelé 1 obyvatel = 1EO
- Ostatní:
  - o Zaměstnanci –čistý provoz 3 zam. =1EO, špinavý provoz 2 zam. = 1EO, horký a špinavý 1 zam. =1EO
  - o Ubytovací zařízení – 1lůžko = 1 až 3 EO
  - o Pohostinství s obrátkou na židli 2x až 3x na 1 místo =1 EO
  - o Kanceláře, živnosti...na 2-3 zaměstnance =1EO

Součet znečištění (Z) přitékajícího na ČOV

$$Z = \sum \text{EO} * z$$

z – hodnoty specifické koncentrace znečištění dle normy (z tabulek)

Součet koncentrace (S) přitékajícího na ČOV

$$S = Z/Q_{\text{d}}$$

Koncentrace znečištění přitékajícího na ČOV:

Doporučuje ČSN 75 6401 - Čistírny odpadních vod pro více než 500 EO a ČSN 75 6402 - Čistírny odpadních vod do 500 EO.

Pro ukazatele platí stejné EO jako pro BSK<sub>5</sub> a jsou to hodnoty:

- z pro BSK 60 g/ob.den
- z pro CHSK 120 g/ob.den
- z pro NL 55 g/ob.den
- z pro N<sub>c</sub> 11 g/ob.den
- z pro P<sub>c</sub> 2,5 g/ob.den

Tyto hodnoty lze v odůvodněných případech snížit o 30 % (u ČOV do 500 EO až o 50 %), pak je nutné přepočítat obyvatele na EO (opět přes PE).

## Ukázkový příklad

### Obyvatelstvo:

O – výhledový (celkový) počet obyvatel	O = 7510 obyvatel
q – specifická potřeba vody	q = 160 l (obyv. za den)
Balastní vody:	9% Q <sub>24</sub> splašků

### Průmysl:

Počet Ekvivalentních obyvatel	EO=200
Koncentrace:	100 mg BSK <sub>5</sub> /l
Q - denní průtok	Q = 120 m <sup>3</sup> /d
Druh provozu:	čistý
Počet pracovníků celkem:	450
Počet směn:	2
Směny obsazeny pracovníky v poměru:	3:2

### **Množství splaškových vod z domácností (obyvatelstvo)**

#### Průměrný denní průtok

$$Q_{24} = q * O [l/d]$$

$$Q_{24} = 160 * 7510$$

$$\underline{Q_{24} = 1201600 \text{ l/d} = 1201,6 \text{ m}^3/\text{d}}$$

q - specifická potřeba vody [l/(ob.den)] O - výhledový počet obyvatel,

#### Maximální denní průtok

$$Q_d = q * O * k_d = Q_{24} * k_d \text{ (l/den)}$$

$$Q_d = 1201,6 * 1,35$$

$$\underline{Q_d = 1622,16 \text{ m}^3/\text{d}}$$

k<sub>d</sub> – součinitel denní nerovnoměrnosti, k<sub>d</sub> pro čistírny: 5000 – 20000 EO - 1,35

#### Maximální hodinový průtok

$$Q_h = q * O * k_d * k_h/24 = Q_{24} * k_d * k_h/24 = Q_d * k_h/24 \text{ (l/hod)}$$

$$Q_h = 1201,6 * 0,6/24$$

$$\underline{Q_h = 135,18 \text{ m}^3/\text{h}}$$

k<sub>h</sub> – součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti podle počtu obyvatel

k<sub>h</sub> = 2 (pro 5000 až 10 000 obyvatel)

#### Minimální hodinový průtok

$$Q_{\min} = q * O * k_{\min}/24 = Q_{24} * k_{\min}/24 \text{ (l/hod)}$$

$$Q_{\min} = 1201,6 * 0,6/24$$

$$\underline{Q_{\min} = 30,04 \text{ m}^3/\text{h}}$$

k<sub>min</sub> - součinitel minimální hodinové nerovnoměrnosti podle počtu obyvatel

k<sub>min</sub> = 0,6 (pro 5000 až 10 000 obyvatel)

### Balastní vody

Většinou se zadávají procentuálně %  $Q_{24}$  splašků

$$Q_b = \% * Q_{24} \text{ (m}^3\text{/d)}$$

$$Q_b = 0,09 * 1201,6$$

$$\underline{Q_b = 108,144 \text{ m}^3\text{/d} = 4,506 \text{ m}^3\text{/h}}$$

## **Množství splaškových vod z hygienických a sociálních zařízení, závodů a provozů (průmysl)**

### Splašky

#### Průměrný denní průtok

$$Q_{24\text{spl}} = q * P \text{ (l/den)}$$

$$Q_{24\text{spl}} = 32 * 270 + 4 * 180 + 56 * 450$$

$$\underline{Q_{24\text{spl}} = 34\,560 \text{ l/d} = 34,56 \text{ m}^3\text{/d}}$$

q- specifická potřeba vody na závodní kuchyni a mytí

- na provoz závodní kuchyně -  $8000/250 = 32 \text{ l/zam.směnu}$
- na provoz bufetu –  $1000/250 = 4 \text{ l/zam.směnu}$
- na mytí čistý provoz –  $14000/250 = 56 \text{ l/zam.směnu}$
- na mytí špinavý provoz –  $26\,000/250 = 104 \text{ l/zam.směnu}$
- na mytí provoz horký, špinavý –  $30\,000/250 = 120 \text{ l/zam.směnu}$

P – počet pracovníků

Pracovníků - 450, Počet směn - 2, Poměr pracovníků ve směně - 3:2

1. směně 270 pracovníků
2. směně 180 pracovníků

#### Maximální denní průtok

$$Q_{\text{dspl}} = q * P * k_d = Q_{24\text{spl}} * k_d \text{ (m}^3\text{/den)}$$

$$Q_{\text{dspl}} = 34,56 * 1,25$$

$$\underline{Q_{\text{dspl}} = 43,2 \text{ m}^3\text{/d}}$$

Maximální hodinová produkce splašků:

$$Q_{\text{hspl}} = q * P * k_d * k \text{ (l/hod)}$$

$$Q_{\text{hspl}} = 43,2 * 1/8$$

$$\underline{Q_{\text{hspl}} = 5,375 \text{ m}^3\text{/h}}$$

k - pro pití a mytí v čistém provozu 1/8,

k - pro mytí ve špinavém nebo horkém provozu 9/16

1. směna (max. hodina 13 – 14)

$$Q_{\text{hspl}} = 32 * 270 * 1,25 * 1/8 + 56 * 270 * 1,25 * 1/8$$

$$\underline{Q_{\text{hspl}} = 3712,5 \text{ l/h} = 3,713 \text{ m}^3\text{/h}}$$

2. směna (prům. hodina 19 – 20)

$$Q_{hspl} = 4 * 180 * 1,25 * 1/8 + 56 * 180 * 1,25 * 1/8$$

$$Q_{hspl} = 1687,5 \text{ l/h} = 1,688 \text{ m}^3/\text{h}$$

Průmyslové odpadní vody

$$Q_{24prům} = q * EO = Q_{dprům} = 120 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_{hprům} = 120/16 = 7,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

## Bilance

Průměrný bezdeštný denní průtok

$$Q_{24,m} = Q_{24obyv} + \sum Q_{24splz} + \sum Q_{24průmz} + Q_B$$

$$Q_{24,m} = 1201,6 + 34,56 + 120 + 108,144$$

$$Q_{24,m} = 1464,304 \text{ m}^3/\text{d}$$

Maximální bezdeštný denní průtok

$$Q_d = Q_{dobyv} + \sum Q_{dsplz} + \sum Q_{dprůmz} + Q_B$$

$$Q_d = 1622,16 + 43,2 + 120 + 108,144$$

$$Q_d = 1893,504 \text{ m}^3/\text{d}$$

Minimální bezdeštný denní průtok

$$Q_{min} = Q_{minobyv} + \sum Q_{hspl(3)} + \sum Q_{hprům(3)} + Q_B/24$$

$$Q_{min} = 30,04 + 0 + 4,506/24$$

$$Q_{min} = 30,228 \text{ m}^3/\text{h}$$

Maximální hodinová potřeba

I.  $Q_h = Q_{hobyv} + \sum Q_{hspl(2)} + \sum Q_{hprům(2)} + Q_B/24$

$$Q_h = 135,18 + 1,688 + 7,5 + 4,506/24$$

$$Q_h = 144,431 \text{ m}^3/\text{h}$$

II.  $Q_h = Q_d/24 + \sum Q_{hspl(1)} + \sum Q_{hprům(1)} + Q_B/24$

$$Q_h = 1622,16/24 + 3,713 + 7,5 + 4,506/24$$

$$Q_h = 78,991 \text{ m}^3/\text{h}$$

## Další průtoky na ČOV

Přítok na ČOV u jednotné kanalizace:  $Q_{zř}$ , poměr ředění 1:2 = trojnásobek splašků

$$Q_{zř} = 3 \cdot Q_h \text{ (m}^3/\text{h)}$$

$$Q_{zř} = 3 * 144,431$$

$$Q_{zř} = 433,293 \text{ m}^3/\text{h}$$

Přítok do biologického stupně:  $Q_{\text{hbio}}$

- Pro ČOV nad 5000 EO

$$Q_{\text{hbio}} = 2 * Q_d - Q_B \text{ (m}^3\text{/h)}$$

$$Q_{\text{hbio}} = 2 * 144,431 - 4,506$$

$$\underline{Q_{\text{hbio}} = 284,356 \text{ m}^3\text{/h}}$$

	<b>m<sup>3</sup>/den</b>	<b>m<sup>3</sup>/h</b>	<b>l/s</b>
<b>Q<sub>24</sub></b>	1464,30	60,85	16,90
<b>Q<sub>d</sub></b>	1893,50	78,90	21,92
<b>Q<sub>min</sub></b>	-	30,23	8,4
<b>Q<sub>h</sub></b>	-	144,43	40,12
<b>Q<sub>hbio</sub></b>	-	284,36	78,99
<b>Q<sub>hzřed</sub></b>	-	433,29	120,34

## **Bilance znečištění**

Výpočet ekvivalentních obyvatel (EO)

$$EO = O + EO_{\text{prům}} + \text{zaměstnanci}$$

$$EO = 7510 + 200 + 450/3$$

$$\underline{EO = 7860}$$

Zaměstnanci – pro čistý provoz platí: 3 zaměstnanci = 1EO

Součet znečištění (Z) přitékajícího na ČOV

$$Z = \Sigma EO * z/1000$$

z – hodnoty specifické koncentrace znečištění dle normy (z tabulek)

Součet koncentrace (S) přitékajícího na ČOV

$$S = Z/Q_d/1000$$

<b>Parametr</b>	<b>Znečištěná (z) (g/os.den)</b>	<b>Znečištění (Z) (kg/d)</b>	<b>Koncentrace (S) (mg/l)</b>
<b>BSK<sub>5</sub></b>	60	471,60	249,51
<b>CHSK</b>	120	943,20	499,01
<b>NL</b>	55	432,30	228,71
<b>N<sub>c</sub></b>	11	86,46	45,74
<b>P<sub>c</sub></b>	2,5	19,65	10,40