

KONFERENCIA MLADÝCH VODOHOSPODÁROV

Návrh čistiarne odpadových vôd

Ing. Tatiana Kimličková

Ústav hydrológie Slovenskej Akadémie Vied

Obsah

1. Podklady pre návrh čistiarne odpadových vôd	6
2. Výpočet množstva O.V na prítoku do ČOV	6
2.1 Koncentrácie znečistenia OV	7
3. Mechanické prečistenie	8
3.1 Hrablice	8
3.2 Lapače piesku	8
3.3 Usadzovacie nádrže	8
4. Biologické čistenie	9
4.1 Aktivačná nádrž	9
4.2 Dosadzovacia nádrž	10
5. Kalové hospodárstvo	11
5.1 Stabilizácia	11
ZÁVER.....	12
Použitá literatúra	12

Abstract

Sewage treatment does not stop by draining the purified water, but disposal all products. One of the biggest cleaning problems at present and in the near future is the disposal of the sludge, which is produce in the largest amount on wastewater treatment. We could use this material how on soil application, landfilling, combustion, also alternative use as complementary material in the construction industry. Application to the soil has become generally undesirable in our conditions, even though the sludge, in its essence, for thousand years existence of mankind ended on agricultural land. Fear of heavy metals and some organic compounds has caused the sludge, which is harmless under the legislation, is still unacceptable to farmers. The nature of the application safe sludge to the soil is important job cleaning. On the other hand landfilling of sludge is same non-organic, and mainly financially demanding the same as sludge combustion. This issue should be dealt with at an early stage in project preparation, and this issue should be resolved. In our country is current re-use of waste water from rainfall in irrigation, but environmental use.

An important question in the design of waste water treatment plant should be the environmental aspect and impact of the treatment plant on ecology. We still encounter an unresolved issue of discharges same substances that pass through the plant, cannot be reduced and have a low removal rate. Such water eventually ends in a stream and influence biology. Waste water contains substances such as herbicides, drugs, antibiotics, antibacterial agents, anti-inflammatory drugs. This prescription drugs for emerging contaminants are of concern, they are fed to the treatment plant and often are not disposed of. Although compounds occur only at low levels, we do not know how much they affect the population and water life, so they are all exposed to the same risk. We cannot blame the WWTP, because they have often not been built on these types of waste materials. The technologies can be disposed of need to be improved.

Waste water purification technology depends on their nature, and is divided into mechanical and biological processes. Urban waste water contains coarse impurities, sands, fine organic sludge, and soluble organic matter. I will deal in my topic the design of the transfer, sedimentation and floatation process. At the biological will be use of microorganisms activity in the oxic and anoxic process. The first mechanism is the rough and soft rakes, which are formed by inclined steel bars through which the water flows. The trapped rough dirt is picked up manually or mechanically. Water is removed from the heavy trapped substances on the sand trap, where the water works on the principle of gravity separation. Fine sludge is captured in sedimentation tanks. Biological purification of waste water under aerobic conditions involves biochemical processes. These are conditioned by the activity of the aerobic microorganisms decomposing the organic matter that the water contains. Organic matter as a substrate is available in waste water, and deficit has to be doped. The method of biological purification is called activation. Another method of biological filtration a layer of stone or similar materials is scraped off with waste water. The microorganisms settle on the surface of the stone and the layer is still growing. After settling a large amount of water flowing it will tear it away. From this process then a mixture of purified water and biological sludge flows. They are separated in the dosing tank. The settled sludge is fed into the digestion tanks, which also generates gas, which could also be used for heating. The extinguished sludge ends in the sludge fields where it is dried. Oil wastewater is cleaned by gravity separation. The oil sections settle on the surface and withdraw using coagulation. Coagulations agents are added to the water, after which a precipitate is formed and impurities are absorbed therein. They are separated in the settling

tank. In acidic or alkaline waters is used neutralization. Cyanide is used to oxidize chlorides, where metals are precipitated by alkalization.

We use water around which walk every day, and which makes up our environment is not as pure as it should be. We is launching into the stream a lot and often insufficiently cleaned wastewater. She soak with oil, manure and waste products from junkyard (which is not seal it sufficiently) into the underground water. Our efforts to clean these substances should be significantly better.

Anotácia

Cieľom práce je navrhnúť čistiareň odpadových vôd pre menej ako 100 000 ekvivalentných obyvateľov. Práca by mala zahŕňať návrh technologických zariadení od vstupu na čistiareň, až po odtečenie vyčistenej vody do recipient. Súčasťou by mali byť technologické výpočty a technologická schéma.

Annotation

The aim is to design a wastewater treatment plant for less than 100 000 equivalent inhabitants. Work should include the design of technological devices from the entrance to the cleaner until the purified water flows to the recipient. Part of this should be the technological calculations and the technological scheme.

Kľúčové slová

odpadová voda, aktivovaný kal, čistiareň odpadových vôd, znečistenie, kal

Key words

waste water, activated sludge, sewage treatment plant, pollution, sludge

1. Podklady pre návrh čistiarene odpadových vôd

Pred samotným návrhom ČOV je potrebné zistiť si informácie o záujmovej lokalite. Následné sa zrealizuje prieskum podkladov súčasného a výhľadového stavu. Výhľadový stav sa určuje minimálne na 10 až 15 rokov dopredu od predpokladaného uvedenia do prevádzky. Pri návrhu jednotlivých objektov sa vychádza hlavne z nasledovných údajov:

- Množstvo vôd, priemerné a maximálne prietoky
- Kvalita vôd, priemerné a maximálne koncentrácie znečistenia v jednotlivých ukazovateľoch
- Minimálne a maximálne teploty
- Požiadavky na akosť vyčistenej vody

Medzi doplňujúce podkladové materiály je potrebné zahrnúť:

- Údaje o polohopisných, výškopisných, geologických, hydrogeologických a klimatických podmienkach
- Údaje o možnostiach konečného zneškodnenia odpadových produktov znečistenia
- Informácie o všetkých významných prevádzkach a priemyselných podnikoch napojených na stokovú sieť (oddelené sa musia evidovať tie podniky a prevádzky, ktoré nemôžu vypúšťať vody do verejnej kanalizácie vôbec, resp. bez predčistenia a tie prevádzky, ktoré sú potenciálnym producentom vôd zapríčiňujúcich haváriu navrhnutého spôsobu čistenia).

V prípade že kvantita a kvalita podkladov o odpadovej vode nie je v plnej miere k dispozícii, potom pri výpočte vychádzame z údajov aký je počet ekvivalentných obyvateľov. Východzie podklady sa určujú k času plného kapacitného zaťaženia, pričom v technologickom návrhu sa posudzuje stav v dobe uvedenia do prevádzky a spôsob prevádzky do doby plného vyťaženia. Návrh v tejto práci neuvažuje so žiadnou reálnou situáciou.

2. Výpočet množstva O.V na prítoku do ČOV

Môžeme predpokladať, že na jednotnú stokovú sieť je napojených 70 000 obyvateľov. Priemyselné podniky nie sú napojené na kanalizáciu, pričom sa zohľadňuje vývoj v priemyselných závodoch a uvažuje sa s hodnotou 30% Q_{24} , množstvo balastných vôd Q_B je cca 12% $Q_{24,m}$. Je potrebné vypočítať prietoky pre technologický návrh ČOV, teda na maximálny bezdažďový denný prietok, maximálny hodinový bezdažďový prietok.

- Priemerný denný prietok
 $Q_{24} = 0,001 \cdot M \cdot q_0 = 0,001 \cdot 70000 \cdot 180 = 145,83 \text{ l/s}$
Kde: M – počet obyvateľov napojených na stokovú sieť
 q_0 – priemerná špecifická produkcia odpadových vôd
- Maximálny denný prietok
 $Q_d = k_d \cdot Q_{24} = 1,25 \cdot 12600 = 182,29 \text{ l/s}$
Kde: k_d – súčiniteľ dennej nerovnomernosti
 Q_{24} – priemerný denný prietok

- Maximálny hodinový prietok
 $Q_h = k_h \cdot k_d \cdot Q_{24} = 1,672 \cdot 1,25 \cdot 12600 = 304,79 \text{ l/s}$
 Kde: k_d – súčiniteľ dennej nerovnomernosti
 k_h – súčiniteľ hodinovej nerovnomernosti
 Q_{24} – priemerný denný prietok
- Minimálny hodinový prietok
 $Q_{\min} = k_{\min} \cdot Q_{24} = 0,686 \cdot 12600 = 100,04 \text{ l/s}$
 Kde: k_{\min} – súčiniteľ minimálnej hodinovej nerovnomernosti
 Q_{24} – priemerný denný prietok

Tab.2.1: Hodnoty súčiniteľov dennej a hodinovej nerovnomernosti podľa STN 75 6401

Počet obyvateľov	50 000	100 000
k_d	1,25	1,25
k_h	1,7	1,5
k_{\min}	0,6	0,7

- Priemerný prietok balastných vôd
 $Q_b = k_b \cdot Q_{24} = 0,12 \cdot 145,83 = 21,25 \text{ l/s}$
- Celkový priemerný bezdažďový denný prietok
 $Q_{b24} = Q_{s24} + Q_{p24} + Q_b = 145,83 + 43,75 + 21,25 = 207,08 \text{ l/s}$
- Celkový minimálny bezdažďový hodinový prietok:
 $Q_{\min} = Q_{s\min} + Q_{p\min} + Q_b = 100,04 + 26,25 + 21,25 = 143,79 \text{ l/s}$

2.1 Koncentrácie znečistenia OV

Kvalita odpadových vôd je definovaná v hmotnostných (BSK₅, CHSK, NL, N, P...) alebo látkových koncentráciách (KNK_{4,5} ...). Okrem bežne sledovaných ukazovateľov organického znečistenia vyjadrených skupinovým stanovením BSK, CHSK a NL sa na ČOV s odstraňovaním nutrientov sledujú aj zlúčeniny dusíka, fosforu a neutralizačná kapacita (KNK_{4,5}). Z nutrientov sa v surovej odpadovej vode stanovuje hlavne NH₄-N, organický dusík (spoločné stanovenie vyjadrené ako TKN) a celkový fosfor.

Tab.2.1.1: Orientačné hodnoty špecifickej produkcie znečistenia v g/(d.obyv)

látky	minerálne	organické	celkové	BSK ₅	CHSK	Ncelk	Pcelk
Nerozpustné:							
usaditeľné	10	30	40	20	40	1	0,2
neusaditeľné	5	10	15	10	20		
rozpustené:	75	50	125	30	60	10	2,3
celkové	90	90	180	60	120	11	2,5

3. Mechanické prečistenie

V prvej fáze čistenia sa surová odpadová voda zbavuje hrubých nečistôt. prítomnosť Hrubé nerozpustné predmety a látky sú nežiadúce v ďalších procesoch čistenia na biologickom stupni a v kalovom hospodárstve. Prečistenie obvykle zahŕňa lapač štrku, hrablice a lapač piesku.

Nasledujúci stupeň predstavuje usadzovacia nádrž, v ktorej dochádza k tzv. mechanickému čisteniu. V tejto nádrži sa zachytí usaditeľný primárny a prebytočný kal, ktorý sa potom odoberá na oddelenú stabilizáciu.

3.1 Hrablice

Slúžia ako ochrana strojného zariadenia ČOV, najmä čerpadiel. Zachytávajú sa na nich väčšie predmety unášané odpadovou vodou alebo plávajúce po hladine (papier, kuchynské odpady, zvyšky obalov, atď.). Hrablice sú vo väčšine prípadov v dvoch stupňoch za sebou. Vzhľadom na to že zhrabky bežne obsahujú aj väčšie časti primárneho kalu, je možné pri výpočte ďalších stupňov ČOV uvažovať s orientačnou redukciou BSK₅ a NL o cca 5 – 10 %.

Na prítoku do čistiarne navrhujem hrubé hrablice s uhlom sklonu 45°, prietokovou rýchlosťou 0,6 m/s a veľkosť medzier je pri hrubých hrabliciach 8 cm. Po prečistení odpadovej vody v lapači piesku sa navrhujú jemné hrablice, kde sa mení vzdialenosť medzier. Pri jemných hrabliciach uvažujeme z rovnakým sklonom a medzery budú mať veľkosť 3 mm.

3.2 Lapače piesku

Majú zabezpečiť oddelené odstránenie piesku od ostatných nerozpustných látok, ktoré tvoria prevažne biologicky rozložiteľný primárny kal a ktorého množstvo je možné v ďalších stupňoch biologicky podstatne zredukovať. Prítomnosť piesku v ďalších stupňoch by spôsobovala problémy v čerpadlách, pneumatických aeračných systémoch a najmä v kalovom hospodárstve.

Navrhujem komorové horizontálne lapače s prietokovou rýchlosťou 0,20 m/s, hĺbkou účinného priestoru 4,5 m, zádržnou dobou 300 sekúnd.

Objem jednej komory lapača: $V_1 = t \cdot (Q_{\max}/n) = 300 \cdot (1,167/2) = 175 \text{ m}^3$

Prietoková plocha jednej komory: $S = Q_{\max}/(v \cdot n) = 1,167/(0,14 \cdot 2) = 19,45 \text{ m}^2 = 20 \text{ m}^2$

Rozmery komory lapača: $B = 4,5 \text{ m}, H = 4,5 \text{ m},$

$L = V_1/(H \cdot B) = 175/(4,5 \cdot 4,5) = 8,8 \text{ m}$

Špecifická potreba vzduchu ($q_v = 0,2 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$)

$Q_{vz} = q_v \cdot V = 0,2 \cdot 175 \cdot 2 = 70,02 \text{ m}^3/\text{h}$

3.3 Usadzovacie nádrže

Zabezpečujú sedimentáciu časti primárneho kalu a jeho oddelenie z prúdu odpadovej vody do kalového hospodárstva. Bežné je pred usadzovacia nádrž napojené aj potrubie prebytočného kalu, takže usadzovacia nádrž separuje primárny a prebytočný kal spoločne. Navrhovanie a výpočet usadzovacích nádrží vychádza z odporúčaných hodnôt hydraulického povrchového zaťaženia a hydraulickej zdržnej doby.

Návrhový prietok $Q_n = 1099,5 \text{ m}^3/\text{h}$

Najväčší prietok $Q_{\max} = 1759,3 \text{ m}^3/\text{h}$

Teoretický čas zdržania pre návrhový prietok je 1,5 h, pre najväčší prietok je 0,5 h

Účinný objem: $V_1 = t_1 \cdot Q_n = 1,5 \cdot 1099,5 = 1649,37 \text{ m}^3$

$V_2 = t_2 \cdot Q_{\max} = 0,5 \cdot 1759,3 = 879,67 \text{ m}^3$

Celková účinná plocha: $S_{H1} = Q_n / z_H = 1099,5 / 1,5 = 733 \text{ m}^2 \rightarrow$ volím väčšiu účinnú plochu

$S_{H2} = Q_{\max} / z_H = 1759,3 / 5 = 351,86 \text{ m}^2$

Voľba počtu usadzovacích nádrží: $S_{HCN1} = (L-2) \cdot B = (36-2) \cdot 6 = 204 \text{ m}^2$

$S_{HC} = S_{HC1(2)} / n = 204 / 2 = 102 \text{ m}^2 \rightarrow$ volím 2 nádrže

Návrh rozmerov: $L = 33 \text{ m}$

$B = 6 \text{ m}$

$H = 2,5 \text{ m}$

$S_H = B \cdot L_1 = 6 \cdot 36 = 216 \text{ m}^2 \quad \times 2 = 432 \text{ m}^2$

$V = L_1 \cdot B \cdot H_2 = 36 \cdot 6 \cdot 2 = 432 \text{ m}^3 \quad \times 2 = 864 \text{ m}^3$

Posúdenie na $z_h \rightarrow$ vyhovuje

$z_h = Q_n / S_H < z_{h1} \rightarrow 1,47 < 1,5$

$z_h = Q_{\max} / S_H < z_{h2} \rightarrow 0,039 < 5$

Posúdenie na $t \rightarrow$ vyhovuje

$t = V / Q_n > t_1 \rightarrow 1,69 > 1,5$

$t = V / Q_{\max} > t_1 \rightarrow 1,05 > 0,5$

4. Biologické čistenie

4.1 Aktivačná nádrž

Mechanicky prečistená odpadová voda zbavená častí nerozpustných látok priteká do biologického stupňa, kde sa odstráni zvyšok nerozpustných látok a prevažná časť rozpusteného znečistenia. Aj keď aj v tomto stupni prebiehajú viaceré fyzikálno – chemické procesy (pr. sorpcia, stripovanie, chemická oxidácia, sedimentácia), k účinnosti procesu prispievajú hlavne biologické procesy.

Biologické čistenie sa realizuje v dvoch základných typoch reaktorov:

- V aktivácii, kde zmesná kultúra mikroorganizmov tvorí sedimentujúce častice (vločky), ktoré sa oddeľujú od vyčistenej vody v dosadzovacej nádrži a následne sa recirkulujú späť do aktivácie. Tento druh biomasy sa nazýva aktivovaný kal
- V biofilmových reaktoroch, kde zmesná kultúra je zachytená na inertnom nosiči vyplňujúcom určitý priestor v reaktore. Strhnutá a z reaktora vyplavená biomasa sa od vyčistenej vody takisto separuje v dosadzovacej nádrži, ale na rozdiel od aktivácie sa už nemusí recirkulovať.

Výpočet aktivácie s predradenou denitrifikáciou:

Produkcia prebytočného kalu: $PK = \text{ŠPS} \cdot \text{BSK}_{5,2} \cdot Q_{24} = 0,810 \cdot 0,06 \cdot 16380 = 796,07 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$

Aeračný element diskový $D = 0,3 \text{ m}$.

Bezpečná kapacita jedného aerátora: $i_{vz} = 5 \text{ až } 8 (10) \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

Počet aeračných elementov: $M_{el} = I_{vz} \cdot i_{vz}^{-1} = (631,81 / 24) / 6 = 5$

Nitrifikačný objem reaktora: $V_{ox} = 9869,02 \text{ m}^3$

Doba zdržania: $\Theta_{X,ox} = 8,6 \text{ dní}$

Denitrifikačný objem reaktora: $V_{anox} = 1973,8 \text{ m}^3$

Doba zdržania: $\Theta_{X,ox} = 7,5 \text{ dňa}$

Účinnosť denitrifikácie:	ED = 74%
Celková bilancia aktivácie:	$V = V_{ox} + V_{anox} = 11842.8 \text{ m}^3$
Špecifická produkcia kalu:	ŠPS = 0,805 kg/kg
Optimálna hĺbka = 4 m v oxickéj (nitrifikačnej) a anoxickej (denitrifikačnej) časti	
Návrh usporiadania - dve súbežné linky:	Šírka = 24 m
	$S_{ox} = (V_{ox}/h) \cdot 0,5 = (9869,02/4) \cdot 0,5 = 1233,62 \text{ m}^2$
	$S_{anox} = (V_{anox}/h) \cdot 0,5 = (1973,8/4) \cdot 0,5 = 246,72 \text{ m}^2$
	$L_{ox} = S_{ox}/24 = 1233,62/24 = 51,4 \text{ m}$
	$L_{anox} = S_{anox}/24 = 246,72/24 = 10,28 \text{ m}$

4.2 Dosadzovacia nádrž

Je to posledný stupeň ktorým prejde odpadová voda čistiarňou než sa vráti späť do prírodného kolobehu a stane sa z nej vyčistená voda. Aktivovaný kal alebo sekundárny kal sa tu usadzuje na dne. Koncentrácia kalu sa v procese postupne prirodzene zvyšuje, kal sa cez čerpaciu stanicu vratného kalu prečerpá naspäť na začiatok aktivačnej nádrže, a časť z neho sa ako prebytočný kal odčerpáva na ďalšie spracovanie v kalovom hospodárstve. Vyčistená voda z dosadzovacej nádrže odtokovým potrubím odteká do recipientu.

Dosadzovacie nádrže plnia 3 funkcie:

- Zahusťovaciú, ktorej cieľom je produkovať zahustený vratný kal
- Separáčnú, ktorá zabezpečuje oddeľovanie aktivovaného kalu od vyčistenej vody
- Akumulačnú, ktorá umožňuje vytvoriť zásobu kalu potrebnú pre jeho recirkuláciu a najmä schopnosť ju zadržať počas maximálnych prietokov

Návrhové parametre:

Maximálny prietok:	$Q_{max} = 1759,3 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
Povrchové hydraulické zaťaženie:	$Z_H = 1,6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$
Čas zdržania:	$t = 1,8 \text{ h}$
Počet DN: 4	
Účinná plocha	$S_H = Q_{MAX} / Z_H = 1759,3/1,6 = 2815 \text{ m}^2$
Účinný objem	$V_C = Q_{MAX} \cdot t = 1759,3 \cdot 1,8 = 3167 \text{ m}^3$
Dĺžka prepadovej hrany:	$L = \pi \cdot D_1 = 172,7 \text{ m}$

Návrh rozmerov: radiálna horizontálna dosadzovacia nádrž

- D_1 = Priemer kružnice prepadovej hrany = 55 m
- D_2 = Priemer vtokového žľabu = 2 m
- D = Vnútorý priemer nádrže = $D_1 + 2 \cdot L_2 = 55 + 2 \cdot 0,6 = 56,2 \text{ m}$
- D_3 = Priemer kalovej priehlbne, H_1 = Výška steny nádrže nad hladinou = 1 m
- H_2 = Hĺbka usadzovacieho priestoru = 3 m
- L_2 = Šírka odtokového žľabu = 0,6 m

Posúdenie návrhu:

Zaťaženie na prepadovú hranu: $Z_L = Q_{max}/L_P = 9,34 < 10 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{h} \rightarrow$ vyhovuje

Látkové povrchové zaťaženie: $N_A = 3,5 \cdot Z_H = 5,6 < 6 \text{ kg}/\text{m} \cdot \text{h} \rightarrow$ vyhovuje

Posúdenie na hydraulické povrchové zaťaženie:

$Q_{max}/S_{HC} = 1,6 > 1,6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h} \rightarrow$ vyhovuje

Posúdenie na čas zdržania v nádrži: $V/Q_{max} = 4,8 > 1,8 \text{ h} \rightarrow$ vyhovuje

5. Kalové hospodárstvo

Do kalového hospodárstva vstupuje surový kal, ktorý je v prevažnej väčšine prípadov zmesou primárneho a sekundárneho kalu. Zmenšenie objemu a množstva surového kalu spoločne s jeho stabilizáciou sú procesy, ktorými sa dosiahne kvalita kalov vhodná pre cenovo dostupnú likvidáciu. Možnosti spracovania kalov existuje niekoľko, ale rozhodujúci význam má zahustenie, stabilizácia a odvodnenie. V kalovom hospodárstve je zahrnutá len časť výpočtu.

Parametre pre výpočet kalového hospodárstva: Aktivácia s vekom kalu $\Theta_X = 10$ d
 $Q_{24} = 12\,600 \text{ m}^3/\text{d}$

Denná produkcia kalu: $PK_{\text{prim}} = 2250 \text{ kg/d}$
 $PK_{\text{preb}} = 3003 \text{ kg/d}$
 $PK_{\text{surZM}} = PK_{\text{prim}} + PK_{\text{preb}} = 5253 \text{ kg/d}$

Denný objem primárneho kalu: $Q_{\text{prim}} = PK_{\text{prim}} / X_{\text{prim}} = 2250/18 = 125 \text{ m}^3/\text{d}$

Objem gravitačnej zahusťovacej nádrže primárneho kalu (počet odberov primárneho kalu z usadzovacej nádrže do zahusťovacej nádrže je 8 krát za deň, každé 3 hodiny):

$$V_{ZN_{\text{prim}}} = \text{počet odberov} \cdot \text{priemerný odber} = 3 \cdot (125/8) = 47 \text{ m}^3$$

Potrebná pôdorysná plocha: $A_{ZN} = PK_{\text{prim}} / n \cdot \Theta \cdot NA = 2250/8 \cdot 1,5 \cdot 4 = 6.875 \text{ m}^2$

Návrh rozmerov: výška $H = 5$ m,
 užitočná hĺbka $h = 4$ m,
 priemer $D = 6$ m

5.1 Stabilizácia

Hlavným cieľom je:

- Odstraňovanie senzorických problémov
- Likvidácia, resp. redukcia patogénov, hygienizácia kalov
- Zníženie množstva kalov

Používané spôsoby stabilizácie sú biologické a chemické. Prvý spôsob zahŕňa anaeróbnu stabilizáciu, aeróbnu stabilizáciu a kompostovanie. Druhý spôsob sa realizuje pridávaním vápna na pH 11 – 12. Je zrejmé, že v prípade chemickej stabilizácie sa nenapĺňa jeden z hlavných cieľov stabilizácie, t.j. zníženie množstva kalov. Biologické spôsoby stabilizácie rozdeľujeme podľa anaeróbnej stabilizácie na studenú (psychofilnú), vyhrievanú (mezofilnú) a vyhrievanú (termofilnú).

Denný objem stabilizovaného kalu: $Q_{\text{stab}} = 132 \text{ m}^3/\text{d}$

Objem uskladňovacej nádrže: $V_{UN} = 0,5 \cdot V_{VN} = 0,5 \cdot 2376 = 1188 \text{ m}^3$

Denný objem stabilizovaného kalu po zahustení v UN:

$$Q_{\text{stab,zahust}} = Q_{\text{stab}} \cdot X_{\text{stab}} / X_{\text{stab,zahust}} = 132 \cdot 25 / 50 = 66 \text{ m}^3/\text{d}$$

Denný objem stabilizovaného mechanicky odvodneného kalu – pásovým lisom

$$Q_{\text{stab,odv.pas}} = Q_{\text{stab,zahust}} \cdot X_{\text{stab,zahust}} / X_{\text{stab.odvod.pas}} = 66 \cdot 50 / 220 = 15 \text{ m}^3/\text{d}$$

ZÁVER

Cieľom práce bolo navrhnúť čistiareň odpadových vôd pre menej ako 100 000 ekvivalentných obyvateľov. V úvode som si vypočítala množstvo odpadových vôd, ktoré mi pritekajú na čistiareň. Výpočet bol rozdelený na dva stupne a to mechanické a biologické čistenie. Na prítoku sú vsadené hrubé hrablice ktoré odstraňujú veľké predmety. Komorové horizontálne lapače boli navrhnuté na zachytenie plávajúcich nečistôt podobných pieskovým zrnám.

Následne voda odteká na jemné hrablice, na ktorých sa zachytia zrná väčšie ako 3 mm. Usadzovacia nádrže boli navrhnuté 2 obdĺžnikové. Ich rozmery sú 33 x 6 metrov, súbežne navrhnuté vedľa seba. Následne sa voda dostáva do biologickej časti čistenia. Aktivácia bola navrhnutá s predradenou denitrifikáciou. Nádrž je rozdelená na nitrifikačnú a denitrifikačnú zónu, a celkový jej objem je 11842 m³. Dosadzovacie nádrže boli navrhnuté 4 s vnútorným priemerom 56,2 m. Na konci je výpočet časti kalového hospodárstva a to zahusťovacej nádrže a stabilizácie kalu v uskladňovacej nádrži. Odvodnenie kalu je vykonávané na pásovom lise. V návrhu nebol zahrnutý výpočet vstupnej čerpacej stanice, lapača štrku a plynojemu.

Návrh výpočtu vyhovuje na všetky posúdenia uvedené v práci.

Použitá literatúra

STN 75 6401

DRTIL, M., HUTŇAN M.: Návrh a prevádzka vybraných technológií čistiarní odpadových vôd, Bratislava, 1999

URCIKÁN, P., RUSNÁK, D.: Stokovanie a čistenie odpadových vôd: Stokovanie II. Stavebné konštrukcie stôk a objektov, stavba stôk, obsluha a údržba. Bratislava: STU v Bratislave, 2008