

OBSAH

	strana
1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE DÍLA	2
1.1 Předmět díla	2
1.2 Použitý software	2
2 ÚVOD	3
3 ZÁKLADNÍ VSTUPNÍ ÚDAJE	3
4 POŽADAVKY NA SLOŽENÍ ODTOKU	3
5 KONCEPCE ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD	4
6 SOUVISEJÍCÍ PARAMETRY PRO TECHNOLOGICKÉ VÝPOČTY	5
6.1 Teplota odpadních vod	5
6.2 Denní hydraulický profil nerovnoměrnosti zatížení	6
7 SKLADBA ČISTÍRNY A TECHNOLOGICKÉ VÝPOČTY	6
7.1 Velmi jemné česle	8
7.2 Vertikální lapák písku	8
7.3 Aktivační proces	9
7.4 Aerační systém a dmychárna	11
7.5 Separační stupeň	12
7.6 Odvod a zpracování přebytečného kalu	14
7.7 Měrný objekt	15

ČOV LIPOVÁ

Technologický návrh a výpočty vodní linky a kalového hospodářství

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE DÍLA

Název:	Čistírna odpadních vod Lipová - Technologický návrh a výpočty vodní linky a kalového hospodářství
Místo:	obec Lipová
Objednatel:	PROVOD- inženýrská společnost, s.r.o. V Podhájí 226/8, 400 01 Ústí nad Labem středisko Tišnov u Brna, Brněnská 196, 666 01 Tišnov
Zpracovatel:	AQUA-CONTACT Praha v.o.s. , sídlo: Husova 112, 551 01 Jaroměř provozovna: Mařáková 8, 160 00 Praha 6

1.1 Předmět díla

Předmětem díla je vypracování technologického návrhu a výpočtů realizace čistírny odpadních vod pro obec Lipová při respektování požadavků na dosažení složení finálního odtoku v souladu NV č. 401/2015 Sb.

1.2 Použitý software

Veškeré výpočty funkce biologické linky ČOV jsou provedeny pomocí matematického modelu aktivačního procesu počítačového software **GPS-X** kanadské firmy Hydromantis, Inc., číslo licence: 9117 0399 391 01E.



GPS-X je software kanadské firmy Hydromantis, Inc. umožňující flexibilní matematické simulace biologických systémů čištění odpadních vod v dynamickém stavu. GPS-X je považován za nejlepší produkt, který je v současné době k dispozici na světovém trhu. Předností je univerzální použití a flexibilita umožňující matematickou simulaci téměř všech procesů biologického čištění odpadních vod.

2 ÚVOD

Předložená varianta technologického návrhu řeší problematiku čištění ryze splaškových vod z obce Lipová. Obec v současné době nemá čistírnu odpadních vod. Výhledový stav předpokládá realizaci striktně oddílné kanalizace a biologické čistírny odpadních vod.

3 ZÁKLADNÍ VSTUPNÍ ÚDAJE

Odpadní vody budou do čistírny přiváděny novou striktně oddílnou kanalizací. Návrhové parametry jsou shrnuty v Tab. 1 a Tab. 2. Při formulování látkových zatěžovacích parametrů bylo využito specifické produkce znečištění jedním ekvivalentním obyvatelem v souladu s ČSN 75 6401 „Čistírny odpadních vod pro ekvivalentní počet obyvatel (EO) větší než 500“. U ukazatelů N-celk a P-celk však byly specifické produkce upraveny dle statistického vyhodnocení výsledků sledování jiných ČOV v České republice. Hodnoty z Tab. 1 a Tab. 2 jsou podkladem pro návrh technologických zařízení ČOV Lipová.

Tab. 1: Návrhové hydraulické zatěžovací parametry ČOV Lipová.

Průtok		$\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$
Q_{24}		79,2	3,3	0,9
k_d	1,5			
Q_d		118,8	5,0	1,4
k_h	2,5			
Q_{\max}		-	12,4	3,4
$Q_{\text{čerpané}} \quad *)$			18,0	5,0

*) hodnota $Q_{\text{čerpané}}$ je hodnotou vyšší než maximální hodinový nátok (Q_h) na ČOV, z důvodu existence čerpacích stanic na síti. Tomuto specifiku je nutné přizpůsobit návrh separačního stupně.

Tab. 2: Návrhové látkové zatěžovací parametry ČOV Lipová.

Ukazatel		$\text{g} \cdot (\text{EO} \cdot \text{d})^{-1}$	$\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$
počet EO	660			
BSK_5		60,0	39,6	500,0
CHSK_{Cr}		120,0	79,2	1000,0
NL		55,0	36,3	458,3
N-NH ₄	67% N-celk		6,2	77,8
N-celk		14,0	9,2	116,7
P-celk		2,0	1,3	16,7

4 POŽADAVKY NA SLOŽENÍ ODTOKU

S ohledem na požadavky NV 401/2015 Sb. a při akceptování navržené níže prezentované technologie biologického čištění jako „nejlepší dostupné technologie“ pro danou velikost

zdroje znečištění je, pro formulování budoucího vodohospodářského rozhodnutí navrženo složení finálního odtoku uvedené v Tab. 3.

Tab. 3: Návrhové hodnoty ukazatelů znečištění v odtoku z ČOV Lipová.

Ukazatel	hodnota "p"	hodnota "m"	roční průměr
CHSK	75,0	140,0	-
BSK ₅	22,0	30,0	-
NL	25,0	30,0	-
N-NH ₄	-	20,0	12,0
P-celk		6,0	3,0

hodnota „p“ v povolené míře překročitelná hodnota stanovená v typu vzorku A nebo B nebo C podle poznámky 3) k tabulce 1 přílohy 4 v souladu s rozhodnutím vodoprávního úřadu.

hodnota „m“ nepřekročitelné koncentrace ukazatelů znečištění stanovené ve dvouhodinovém směsném vzorku získaném sléváním 8 dílčích vzorků stejného objemu v intervalu 15 minut.

5 KONCEPCE ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Odpadní vody budou na ČOV přiváděny striktně oddílnou splaškovou kanalizací. Koncepte čištění odpadních vod zahrnuje výstavbu hrubého předčištění následovaného biologickým stupněm ČOV. Navrhovaná technologie respektuje specifika lokality, mezi které lze zařadit proměnlivé zatížení ČOV během dne s minimem v nočních hodinách, nutnost značné flexibility provozu s možností přechodu na úsporný režim a v neposlední řadě rovněž požadavek plně automatického provozu s občasnou kontrolou funkce.

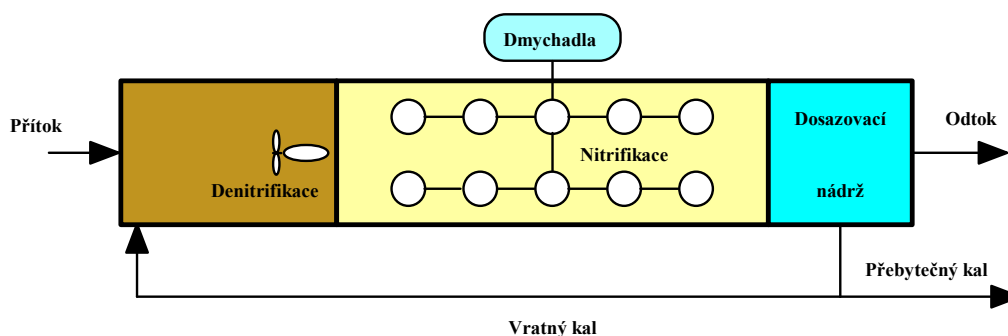
Technologie čistírny odpadních vod je navrhována s ohledem na požadavky nař. vlády ČR 401/2015 Sb. Současně je plně zohledněn trend v technologii čištění ve světě i u nás. Voleno je takové technické řešení, které ve všech technologických uzlech respektuje potřebu na minimalizaci spotřeby elektrické energie a snížení provozní náročnosti.

Biologický stupeň ČOV je navrhován na principu nízkozatěžované aktivace s biologickým odstraňováním dusíku. Systém je dimenzován pro zabezpečení procesu nitrifikace i při relativně nízkých teplotách.

Přebytečný aktivovaný kal bude přepouštěn do provzdušňovaného kalového sila. Koncepte zpracování vyprodukovaného kalu je založena na jeho gravitačním zahuštění a aerobní stabilizaci. Zahuštěný, aerobně stabilizovaný kal bude odvodňován na ČOV za přídavku organického flokulantu a v pevném stavu odvážen k další řízené likvidaci.

Biologický stupeň ČOV je navržen ve formě nízko zatíženého aktivačního systému s biologickou nitrifikací a denitrifikací a separací kalu v dosazovací nádrži s vertikálním průtokem. Aktivační proces bude realizován na bázi tzv. D-N systému (viz Obr. 1), tedy aktivačního procesu s denitrifikačním stupněm následovaným nitrifikačním stupněm. Biologický systém bude doplněn technologií zvýšené eliminace sloučenin fosforu jejich chemickým simultánním srážením. Separace aktivovaného kalu od vyčištěné vody bude

probíhat ve vertikálně protékané dosazovací nádrži. Biologický systém je navržen v jednolinkovém spořádání.

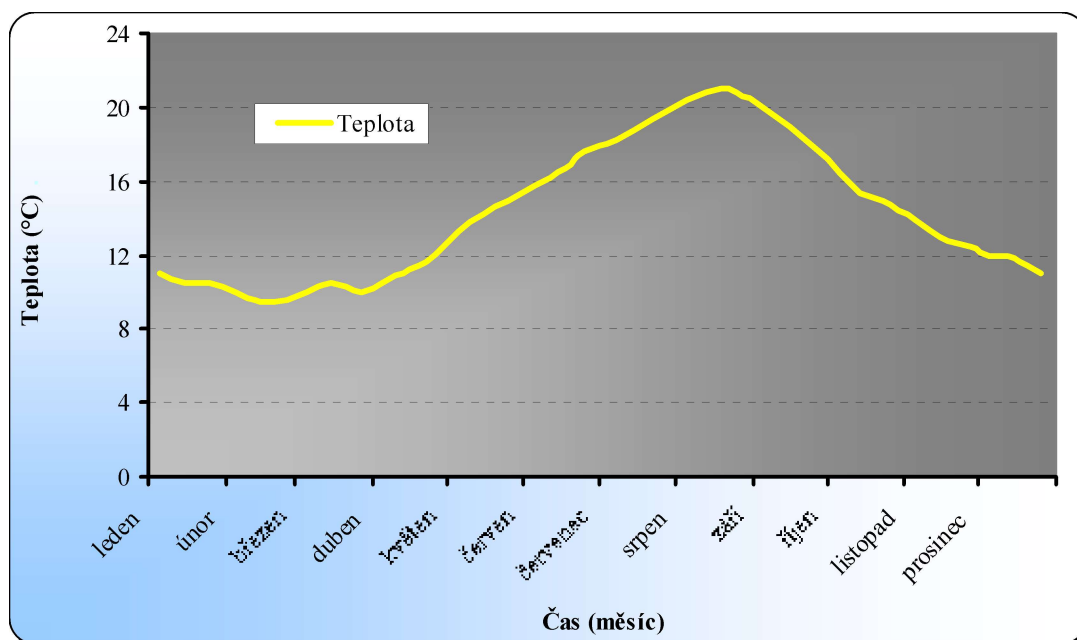


Obr. 1: Schematické znázornění aktivačního D-N systému.

6 SOUVISEJÍCÍ PARAMETRY PRO TECHNOLOGICKÉ VÝPOČTY

6.1 Teplota odpadních vod

Jedním ze stěžejních parametrů při dimenzování biologických systémů vzhledem k NV č. 401/2015 Sb. a při výpočtech chování aktivačního procesu, je teplota odpadní vody v průběhu roku. S ohledem na zkušenosti s návrhy ČOV v obdobné velikostní kategorii, geografickém umístění a typu kanalizačního systému je na Obr. 2 odvozen roční teplotní profil aplikovaný pro následující technologické výpočty.



Obr. 2: Výpočtový roční teplotní profil odpadní vody na ČOV Lipová.

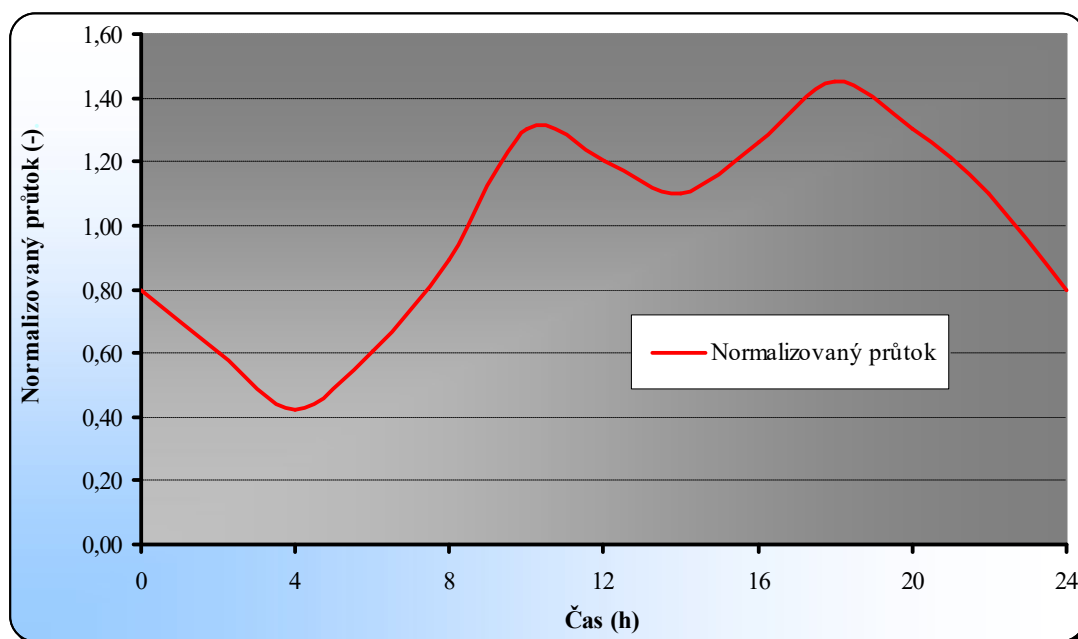
Nejnižší teploty se v aktivačním procesu budou dlouhodobě (řádově týdny v roce) pohybovat na úrovni cca 10 °C, nejvyšší teploty lze očekávat na úrovni cca 22 °C. Z Obr. 2 je patrné, že

výpočty chování biologického stupně ČOV Lipová musí být provedeny pro minimální výpočtovou teplotu 10 °C. Limitní požadavky na složení odtoku jsou obvykle formulovány a vyžadovány pro teplotu nad 12 °C. V této souvislosti je si však třeba uvědomit, že nebude-li biologický systém dimenzován pro minimální dosahované teploty, může dojít ke kolapsu procesu nitrifikace a její zpětný náběh je pak otázkou týdnů až měsíců. ČOV se pak po vzrůstu teplot směsi nad danou hodnotu teploty nachází v oblasti, kdy nesplňuje požadavky na složení odtoku.

Maximální teploty se budou na ČOV Lipová pohybovat na úrovni cca 22 °C. Třebaže je za standardní teplotu při návrhu a dimenzování aeračních zařízení ČOV uvažována úroveň 20 °C, bude v daném případě respektována teplota vyšší.

6.2 Denní hydraulický profil nerovnoměrnosti zatížení

Z důvodu výpočtu dynamického chování systému během dne s ohledem na složení odtoku a návrh oxygenační kapacity byl vytvořen profil normalizovaného hydraulického zatížení ČOV Lipová. Tento profil vychází z dat naměřených v aglomeracích obdobné velikostní kategorie a typu kanalizačního systému. Hydraulický profil denního zatížení pro výpočty je znázorněn na Obr. 3. Tento profil se při výpočtech maximálního zatížení obvykle aplikuje na průtok Q_d .



Obr. 3: Hydraulický profil denní nerovnoměrnosti průtoku.

7 SKLADBA ČISTÍRNY A TECHNOLOGICKÉ VÝPOČTY

Odpadní vody budou na ČOV přiváděny striktně oddílnou splaškovou kanalizací. V objektu ČOV budou odpadní vody přiváděny nejprve do stupně hrubého předčištění, který bude zahrnovat velmi jemné automaticky čištěné česle s dopravou shrabků do plastového pytle nebo popelnice a vertikální lapák písku.

Po průchodu objektem hrubého předčištění budou odpadní vody natékat do vypínacího objektu před biologickým stupněm. Vypínací objekt bude koncipován tak, aby umožnil eventuální obtokování biologického stupně ČOV v případě poruchy či nutné revize. V případě zamezení přítoku odpadních vod do biologického stupně ČOV bude možno tyto mechanicky předčištěné odpadní vody odvádět obtokovým potrubím před měrný objekt a následně do recipientu. Tento způsob provozu však bude znamenat havarijní stav a bude možný pouze po předchozím ohlášení příslušným orgánům státní správy.

Z vypínacího objektu budou odpadní vody vedeny do biologického stupně ČOV. Biologický stupeň bude realizován jako jedna linka aktivačního D-N systému s navazující pravoúhlou dosazovací nádrží s vertikálním průtokem. Odpadní voda a proud vratného kalu budou přiváděny do předřazené denitrifikační sekce. Denitrifikační sekce bude mechanicky homogenizována jedním ponorným míchadlem. Vlivem přítomnosti oxidovaných forem dusíku přiváděných do této sekce spolu s proudem vratného kalu a přítokem na organický substrát bohaté surové odpadní vody bude docházet ke kultivaci aktivovaného kalu za *anoxických podmínek* (bez přítomnosti rozpuštěného kyslíku a za přítomnosti oxidovaných forem dusíku). Za těchto podmínek bude docházet působením mikroorganismů aktivovaného kalu k biologické denitrifikaci. Působením skupin mikroorganismů aktivovaného kalu budou oxidované formy dusíku redukovány na molekulární dusík při současné spotřebě organického znečištění.

Po průchodu denitrifikační sekci bude směs odpadní vody a aktivovaného kalu přiváděna do *nitrifikační sekce s aerobními kultivačními podmínkami*, tedy za přítomnosti rozpuštěného kyslíku. Nitrifikační stupeň aktivační nádrže bude vybaven jemnobublinnými aeračními elementy zajišťujícími jak distribuci kyslíku, tak homogenizaci nádrže. Za aerobních podmínek bude docházet v nitrifikačních sekcích jednak k oxidaci amoniakálního dusíku přítomného v surové odpadní vodě a zároveň k odstranění zbylého rozložitelného organického znečištění.

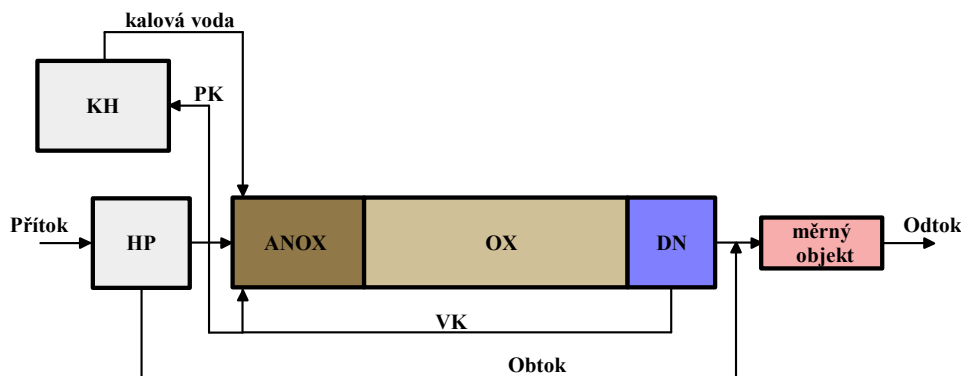
Biologický systém bude doplněn technologií zvýšené eliminace sloučenin fosforu jejich chemickým simultánním srážením.

Z nitrifikační sekce bude natékat směs vyčištěné odpadní vody a aktivovaného kalu do separačního stupně, ve kterém bude docházet ke gravitačnímu oddělení aktivovaného kalu od vyčištěné odpadní vody. Dosazovací nádrž bude realizována jako pravoúhlá, vertikálně protékaná. Vyčištěná odpadní voda bude odváděna z hladiny dosazovací nádrže do odtoku, zatímco odseparovaný aktivovaný kal bude recirkulován zpět do denitrifikační sekce aktivační nádrže. Z potrubí vratného kalu bude možno periodicky odvádět přebytečný aktivovaný kal do kalového sila. Dosazovací nádrž bude vybavena zařízením pro odtah plovoucích nečistot. Potrubí plovoucích nečistot bude zaústěno do denitrifikační sekce aktivace.

Vyčištěná odpadní voda bude z dosazovací nádrže přes měrný objekt odváděna do recipientu. Měrný objekt umožní registraci a archivaci proteklého množství odpadních vod.

Biologický stupeň bude zásoben vzduchem z objektu dmychárny. Optimální množství dodávaného vzduchu bude řízeno na základě měřené aktuální koncentrace rozpuštěného kyslíku v nitrifikační sekci aktivačního procesu.

Z potrubí vratného kalu bude periodicky odpouštěn přebytečný aktivovaný kal ke gravitačnímu zahuštění a aerobní stabilizaci do kalového sila. Kalové silo bude zásobeno vzduchem ze záložního dmychadla umístěného v objektu dmychárny. Po zahuštění a aerobní stabilizaci bude kal odvodňován za přídavku organického flokulantu na instalovaném odvodňovacím zařízení a v pevném stavu odvážen k další likvidaci. Na Obr. 4 je schematicky znázorněna technologická linka ČOV Lipová.



Obr. 4: Schematické znázornění technologické linky ČOV Lipová.

Legenda HP – hrubé předčištění, ANOX – denitrifikační sekce aktivace, OX – nitrifikační sekce aktivace, DN – dosazovací nádrž, VK – vratný kal, PK – přebytečný kal, KH – kalové hospodářství

7.1 Velmi jemné česle

Odpadní vody budou striktně oddílnou kanalizací přiváděny v objektu ČOV na stupeň hrubého předčištění, který bude zahrnovat primárně velmi jemné, automaticky čištěné česle s šíří průřez 3 mm a s dopravou shrabků do plastového pytle nebo popelnice. Pro uvažované zatížení ČOV Lipová odpovídající 660 EO lze očekávat následující produkci shrabků.

Záchyt shrabků

celkový záchyt shrabků	3,3 t.rok ⁻¹
specifická objemová hmotnost	800 kg.m ⁻³
objem shrabků	11 l.d ⁻¹

Velmi jemné česle budou doplněny obtokovým kanálem s uzavíracími armaturami. Obtokový žlab bude osazen jemnými ručně čistěnými česly s šíří průřez 10 mm.

7.2 Vertikální lapák písku

Přestože je kanalizace přivádějící odpadní vody do areálu ČOV řešena jako striktně oddílná, je s ohledem na zkušenosti z jiných lokalit do technologické linky zařazen i objekt lapáku písku. Realizován bude jeden vertikální lapák písku o průměru 0,6 m. Lapák písku bude doplněn kompletním strojně-technologickým zařízením pro těžení zachyceného písku. Lapák písku bude umístěn v objektu hrubého předčištění. Lapák písku bude mít tyto základní parametry:

<u>Vertikální lapák písku</u>	1 ks
průměr lapáku	0,6 m
maximální průtok lapákem	12 l.s ⁻¹

Při respektování velikosti zdroje znečištění a typu kanalizačního systému lze očekávat následující maximální produkci písku.

Produkce písku

produkce písku	4,7 m ³ .rok ⁻¹
záchyt písku	13 l.d ⁻¹

7.3 Aktivační proces

Odpadní vody zbavené hrubých nečistot budou za vypínacím objektem přiváděny do biologického stupně ČOV. Odpadní vody budou spolu s vratným kalem přiváděny do předřazené denitrifikační sekce, kam bude zároveň zaústěno potrubí pro odtah plovoucích nečistot z hladiny dosazovací nádrže. Z denitrifikační sekce bude aktivační směs natékat do nitrifikační sekce. Za aktivačním procesem bude směs kalu a vyčištěné odpadní vody natékat do čtvercové, vertikálně protékané dosazovací nádrže.

Denitrifikační sekce aktivační nádrže bude vybavena ponorným míchadlem, nitrifikační sekce bude vystrojena jemnobublinným aeračním systémem a sondou pro měření koncentrace rozpuštěného kyslíku.

V Tab. 4 a Tab. 5 jsou uvedeny hlavní technické a technologické parametry aktivačního D-N systému.

Tab. 4: Hlavní technické a technologické parametry aktivačního systému ČOV Lipová.

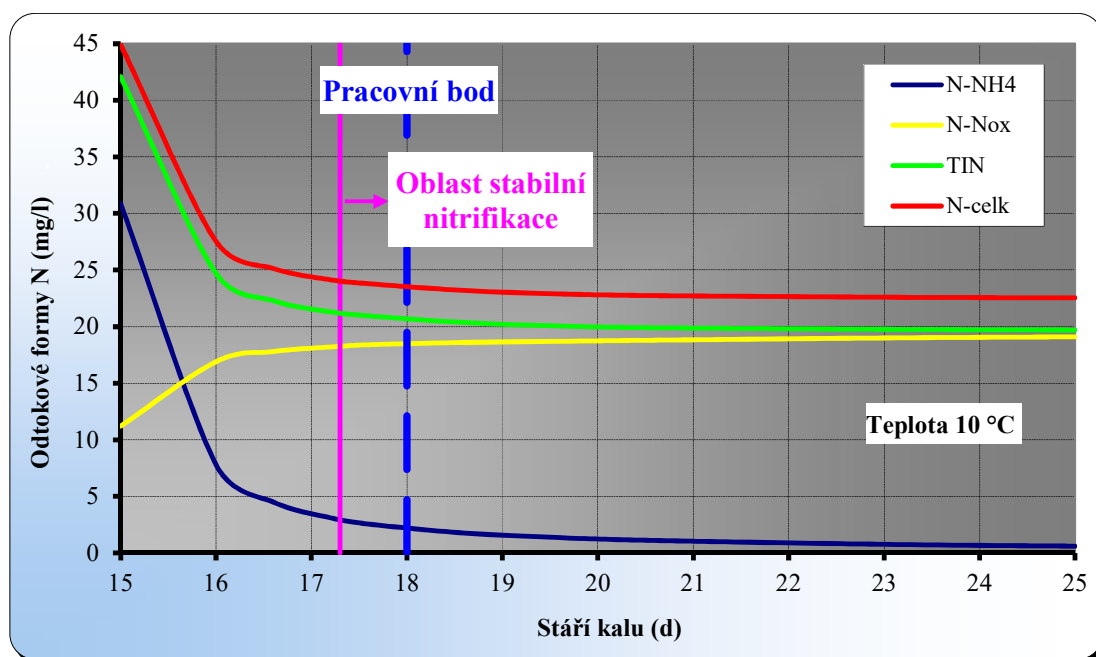
Parametr	jednotka	hodnota
Zatížení ČOV a aktivace v EO dle BSK ₅	EO	660
Zatížení ČOV a aktivace BSK ₅	kg.d ⁻¹	39,6
Hydraulické zatížení	m ³ .d ⁻¹	79,2
Počet linek biologického systému	ks	1
Celkový objem aktivačních nádrží	m ³	177,7
z toho objem denitrifikační sekce	m ³	51,1
z toho objem nitrifikační sekce	m ³	126,6
Hloubka vody v aktivační nádrži	m	4,5
Koncentrace biomasy v aktivaci při T _{min} = 10°C	kg.m ⁻³	3,8
Recirkulační poměr vratného kalu	% Q ₂₄	327
Hydraulická doba zdržení	h	53,8
Stáří kalu (včetně chemického kalu)	d	18,
Zásoba kalu v systému	kg	675
Produkce kalu	kg.d ⁻¹	37,6
Objemové zatížení BSK ₅	kg.m ⁻³ .d ⁻¹	0,223
Zatížení kalu BSK ₅	kg.kg ⁻¹ .d ⁻¹	0,059
Typ systému	zatížení	nízké

Tab. 5: Hlavní technické parametry aktivačního systému ČOV Lipová.

Parametr	jednotka	hodnota
denitrifikace	ks	1
šířka	m	4,2
délka	m	2,7
hloubka	m	4,5
celkový objem	m ³	51,1
nitrifikace	ks	1
šířka	m	4,2
délka	m	6,7
hloubka	m	4,5
celkový objem	m ³	126,6

Při návrhu či verifikaci funkce aktivačního systému je vždy potřeba určit kritické stáří kalu pro zajištění stability procesu biologické nitrifikace při minimální výpočtové teplotě (v daném případě 10 °C). Obr. 5 znázorňuje závislost dusíkatých forem znečištění v odtoku ze systému na stáří kalu. Na Obr. 6 je znázorněna vypočtená koncentrace kalu v závislosti na použité hodnotě stáří kalu.

Z Obr. 5 je zřejmé, že systém vykazuje při minimální teplotě 10 °C stabilitu procesu nitrifikace při stáří kalu cca 17,3 dne. Při této hodnotě stáří kalu je v aktivačním procesu dosaženo koncentrace sušiny na úrovni cca 3,3 g.l⁻¹, přičemž se odtoková koncentrace amoniakálního dusíku pohybuje okolo 3 mg.l⁻¹.



Obr. 5: Výpočet nitrifikační kapacity biologického D-N systému ČOV Lipová.



Obr. 6: Výpočet závislosti koncentrace sušiny kalu na stáří kalu pro ČOV Lipová.

Maximální přípustné koncentrace sušiny aktivovaného kalu na úrovni $3,8 \text{ kg.m}^{-3}$ je v systému dosaženo při stáří kalu cca 18 dní. Při této hodnotě sušiny kalu se odtokové koncentrace N-NH_4 pohybují na úrovni 2 mg.l^{-1} , což lze ještě považovat za uspokojivý výsledek. V reálném dynamickém stavu bude dosaženo hodnot ukazatelů N-NH_4 a N-celk mírně vyšších.

7.4 Aerační systém a dmychárna

Návrh potřeby kyslíku a vzduchu musí být proveden takovým způsobem, aby systém nebyl v kyslíkovém deficitu při maximálním zatížení ČOV. Toto maximální zatížení lze brát při aplikaci dynamického denního profilu zatížení na maximální denní zatížení systému dané koeficientem k_d . Potřeba kyslíku a vzduchu byla počítána prostřednictvím matematického modelu z hodnot OUR pro maximální návrhovou teplotu 22°C . Pro výpočet OCst a množství vzduchu byly uvažovány následující hodnoty:

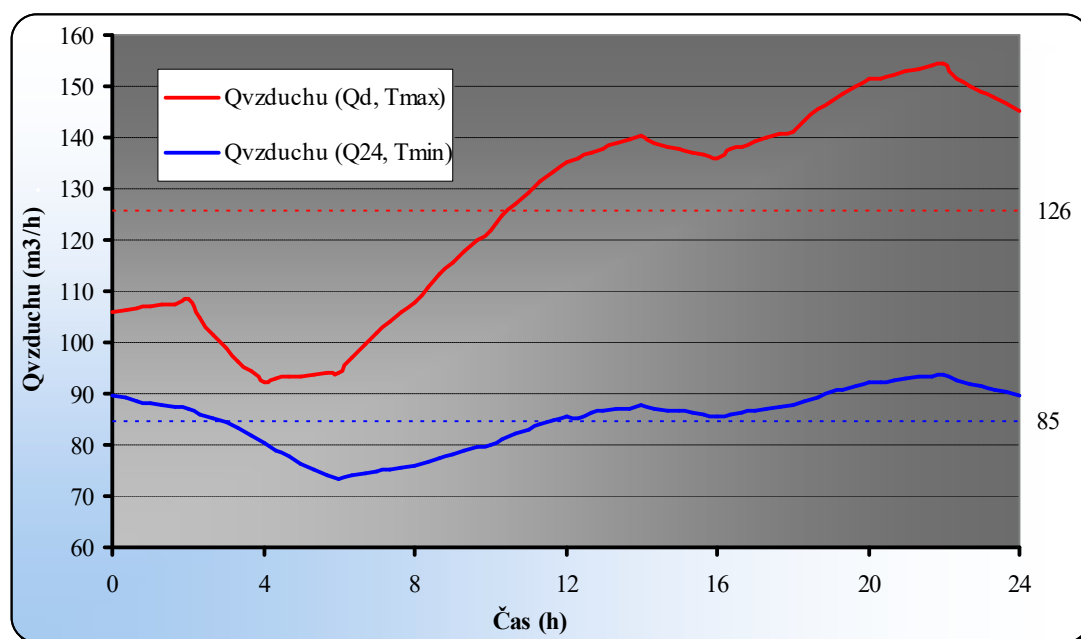
koeficient denní nerovnoměrnosti k_d	1,5
teplota	$10^\circ\text{C}, 22^\circ\text{C}$
hloubka ponoru aeračních elementů	4,3 m
koeficient alfa	0,70
koeficient beta	0,95
specifické využití kyslíku ze vzduchu	$5,0 \text{ \%.m}^{-1}$
nadmořská výška	367 m n. m.

Za účelem určení orientační hodnoty čisté potřeby kyslíku v ustáleném stavu byly vypočteny hodnoty OCp , OCst a Q_{vzduchu} v aerovaných reaktorech aktivačního procesu. Situace je pro minimální teplotu 10°C a hodnotu $k_d = 1,0$ (Q_{24}) a maximální výpočtovou teplotu 22°C a hodnotu $k_d = 1,5$ uvedena v Tab. 6. Graficky je výpočet potřeby vzduchu znázorněn na Obr. 7.

Tab. 6: Návrh potřeby vzduchu pro kapacitu ČOV Lipová na úrovni 660 EO.

	$Q_{24}, T = 10\text{ °C}$	$Q_d, T = 22\text{ °C}$
OCst	kg.d⁻¹	kg.d⁻¹
průměr	123	182
maximum	135	223
minimum	106	133
Qvz	m³.h⁻¹	m³.h⁻¹
průměr	85	126
maximum	94	154
minimum	73	92
Iv	m³.m⁻³.h⁻¹	m³.m⁻³.h⁻¹
průměr	0,671	0,993
maximum	0,740	1,220
minimum	0,580	0,729

Dimenzování aeračního zařízení je pro teplotu 22 °C a při zatížení 660 EO nutno provést na maximální hodnotu Q_{vzduchu} dle Tab. 6, tj. 154 m³.h⁻¹. Minimální množství vzduchu je při 10 °C a při zatížení 660 EO kalkulováno v Tab. 6 na úrovni cca 73 m³.h⁻¹. Nezbytné je dodržet minimální intenzitu aerace na úrovni cca 0,45 až 0,5 m³.m⁻³.h⁻¹, zajišťující udržení aktivační směsi ve vznosu.


Obr. 7: Průběh potřeby vzduchu pro teplotu 10 °C a přítok Q_{24} a teplotu 22 °C a přítok Q_d .

Dodávku vzduchu zajistí dmychadla v sestavě 1 + 1 ks o maximálním výkonu jednoho stroje cca 154 m³.h⁻¹ vzduchu. Provoz dmychadla bude řízen frekvenčním měničem na základě měřené aktuální hodnoty koncentrace rozpuštěného kyslíku v nitrifikační sekci aktivace.

7.5 Separační stupeň

K separaci aktivovaného kalu od vyčištěné odpadní vody bude sloužit jedna čtvercová, vertikálně protékaná dosazovací nádrž o délce strany 4,2 m a hloubce vody 4,5 m. Dosazovací nádrž bude mít tyto základní parametry:

<u>Dosazovací nádrž</u>	1 ks
délka strany nádrže	4,2 m
celková hloubka vody v nádrži	4,5 m
plocha nádrže	17,6 m ²
usazovací objem nádrže	37,5 m ³

Dosazovací nádrž bude vybavena zařízením pro odtah plovoucích nečistot. V Tab. 7 jsou uvedeny základní požadované technické parametry dosazovací nádrže.

Tab. 7: Základní technické parametry dosazovací nádrže.

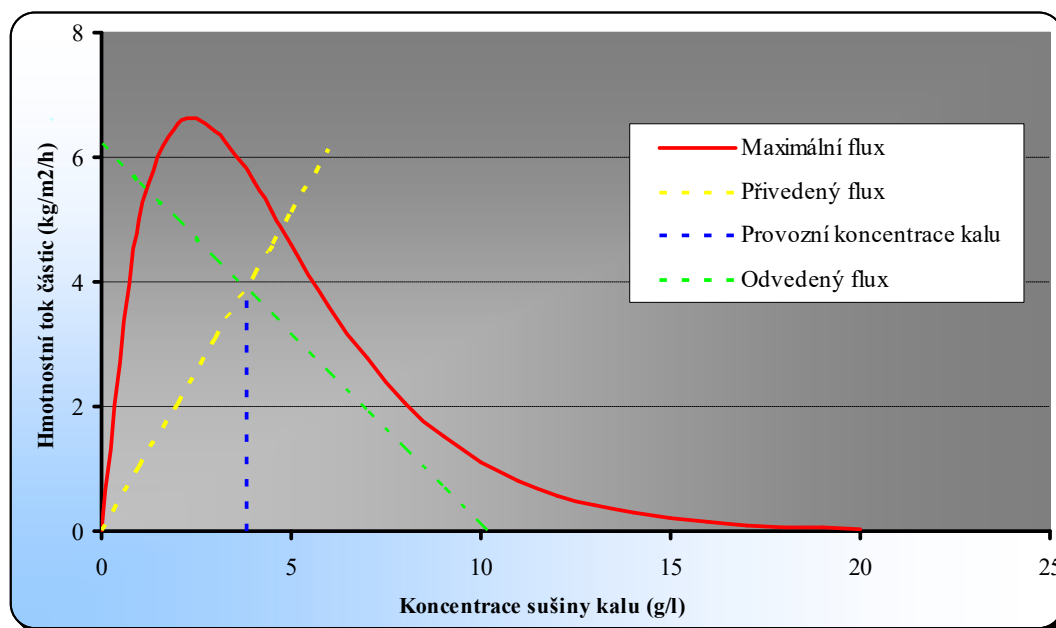
Parametr	symbol	jednotka	hodnota
průměrný denní přítok	Q_{24}	m ³ .d ⁻¹	79,2
maximální přítok do aktivace	Q_{\max} do aktivace	m ³ .h ⁻¹	18,0
recirkulační poměr	RAS	% Q_{24}	327
výpočtový ředěný kalový index	KI	ml.g ⁻¹	125
koncentrace biomasy v systému		kg.m ⁻³	3,8
potřebná plocha dosazovacích nádrží	A_{dn}	m ²	17,64
potřebná hloubka dosazovací nádrže			
zóna čisté vody	h_1	m	0,50
separační zóna	h_2	m	1,56
akumulační zóna	h_3	m	0,70
zahušťovací zóna	h_4	m	1,65
celková hloubka dosazovací nádrže	h	m	4,4

Pro zvolenou výpočtovou hodnotu koncentrace sušiny kalu v aktivačním procesu na úrovni 3,8 kg.m⁻³ byla ověřována kapacita navržené vertikálně protékané dosazovací nádrže při použití teorie hmotnostního toku částic – fluxu. Pro výpočty je uvažováno s následujícími hodnotami hlavních parametrů:

Q_{24} – výhledové hydraulické zatížení	m ³ .d ⁻¹	79,2
Q_{\max}	m ³ .h ⁻¹	18,0
Zvolený recirkulační poměr vratného kalu	% Q_{24}	327
	l.s ⁻¹	3,0
Ředěný kalový index	ml.g ⁻¹	125
Sušina kalu v aktivačním procesu	kg.m ⁻³	3,8
Plocha dosazovací nádrže	m ²	17,64

Graficky je výstup výpočtů znázorněn na Obr. 8. Separační stupeň je považován za kapacitní v případě, kdy je průsečík vzestupné a sestupné přímky pod čarou maximálního fluxu a sestupná přímka ve směru vpravo od průsečíku pod čarou maximálního fluxu. Z grafického výstupu na Obr. 8 je zřejmé, že pro hydraulické zatěžovací parametry a zvolenou provozní

koncentraci sušiny kalu v aktivačním procesu na úrovni $3,8 \text{ kg.m}^{-3}$ je navržena vertikálně protékající dosazovací nádrž dostatečně kapacitní.



Obr. 8: Posouzení separačního stupně dle teorie hmotnostního toku částic.

7.6 Odvod a zpracování přebytečného kalu

Ze dna dosazovací nádrže bude čerpadlem v sestavě 1 + 0 ks s jednotkovým výkonem $5,0 \text{ l.s}^{-1}$ odebírán odsazený aktivovaný kal a recirkulován do denitrifikační zóny aktivační nádrže. Funkce čerpadla bude časově regulovatelná v závislosti na nastavení řídicího členu ČOV. Jedno čerpadlo stejného výkonu bude jako rezervní umístěno v provozní budově. Z potrubí vratného kalu bude přetržitě odbočkou odváděn přebytečný aktivovaný kal do provzdušňovaného kalového sila. K dopravě přebytečného kalu bude používáno čerpadlo vratného kalu.

Kalové silo bude osazeno středobublinnými aeračními elementy. Kalová voda bude při zahušťování a přečerpávání přebytečného kalu gravitačně odváděna a zaústěna do biologického stupně. K zahušťování uskladněného kalu bude docházet periodicky při odstavení dodávky vzduchu do sila.

Přebytečný aktivovaný kal odebíraný z dosazovací nádrže bude obsahovat cca 0,7 % sušiny. Koncepce zpracování přebytečného aktivovaného kalu bude založena na jeho gravitačním zahuštění, aerobní stabilizaci a následném odvodnění na instalovaném odvodňovacím zařízení za přídavku organického flokulantu. Odvodňování aerobně stabilizovaného kalu je navrženo realizovat s fondem pracovní doby v rozsahu 1×14 dnů v jedné směně. Při tomto časovém režimu je navrženo instalovat jedno zařízení pro odvodnění o výkonu cca $3 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$.

V Tab. 8 jsou uvedeny hlavní technické a technologické parametry kalového hospodářství ČOV Lipová.

Tab. 8: Hlavní technické a technologické parametry kalového hospodářství ČOV Lipová.

Parametr	jednotka	hodnota
kalové silo	ks	1
objem nádrže	m ³	42
hmotnostní produkce kalu	kg.d ⁻¹	37,6
objemová produkce kalu	m ³ .d ⁻¹	5,4
koncentrace kalu po zahuštění	kg.m ⁻³	20
objem kalu po zahuštění	m ³ .d ⁻¹	1,9
doba zdržení v kalovém silu	d	22
potřebná kapacita odvodňovacího zařízení	m ³ .h ⁻¹	3

7.7 Měrný objekt

Na odtoku vyčištěných odpadních vod bude umístěn měrný objekt, který zajistí registraci a archivaci proteklého množství odpadních vod.