

ČOV PSÁRY

STUDIE INTENZIFIKACE



Zak. č.: 998 – 94



Duben 2018

Akce: **ČOV Psáry – studie intenzifikace**

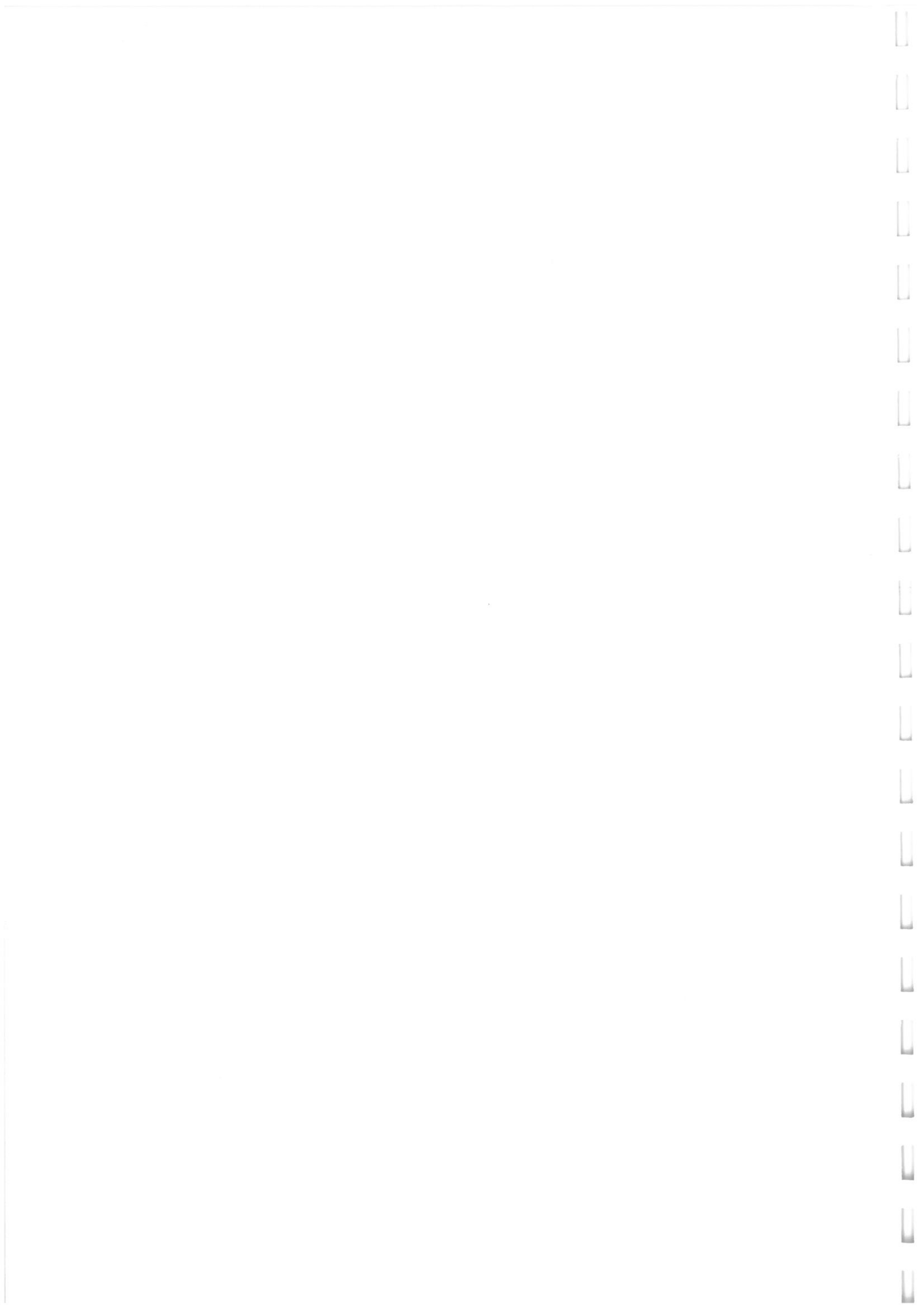
Objednatel: **Obec Psáry**

Zak. číslo: **998 - 94**

Zhotovitel: **EKOEKO**
Senovážné náměstí 1, České Budějovice
tel.: 385 775 111
fax: 385 775 125
E-mail: projekce@ekoeko.cz

Řešitelé: **Ing. Josef Smažík**
Ing. Vladimír Figalla

V Českých Budějovicích, duben 2018



OBSAH

1.	Cíl práce	4
2.	Použité podklady	4
3.	Popis současného stavu a provozních problémů.....	5
4.	Projektovaná kapacita stávající ČOV	6
5.	Současné zatížení ČOV	7
5.1.	Hydraulické zatížení	7
5.2.	Látkové zatížení	10
6.	Množství a kvalita vyčištěných vod	12
6.1.	Povolení k nakládání s vodami.....	12
6.2.	Legislativní požadavky	13
6.3.	Současné množství a kvalita vyčištěných vod.....	13
7.	Teplota aktivační směsi	15
8.	Návrh modernizace ČOV a posouzení její kapacity.....	16
8.1.	První etapa úprav	16
8.2.	Druhá etapa úprav	17
9.	Hydraulická a látková kapacita ČOV po intenzifikaci	19
9.1.	Hydraulická kapacita	19
9.2.	Látková kapacita biologické části ČOV	20
10.	Orientační propočet investičních nákladů	22
10.1.	První etapa	22
10.2.	Druhá etapa	24
10.3.	Varianta navýšení kapacity ČOV na 9 000 EO	26
10.4.	Ostatní náklady na přípravu stavby	26
11.	Závěr.....	27

1. Cíl práce

Cílem této práce je předložení koncepční technicko-ekonomické studie dalšího rozvoje ČOV Psáry s důrazem na vyřešení současných provozních problémů, zajištění zvýšené ochrany recipientu za deště a dosažení výhledového navýšení kapacity ČOV.

V první části práce je stručně popsáno stávající technologické uspořádání ČOV, poukázáno na hlavní současné provozní problémy a provedeno vyhodnocení reálného hydraulického a látkového zatížení v porovnání s projektovanými hodnotami. V další části materiálu je zpracován koncepční návrh úprav, zaměřených na vyřešení současných provozních problémů a návrh dalšího výhledového zvýšení kapacity ČOV.

V závěrečné části práce je uvedena orientační kalkulace předpokládaných investičních nákladů, potřebných na realizaci první a druhé etapy navržených úprav ČOV.

2. Použité podklady

1. Rekonstrukce ČOV Psáry, projektová dokumentace pro stavební povolení, EKOEKO s.r.o., červenec 2003
2. Psáry – výstavba II. etapy ČOV, projektová dokumentace pro stavební povolení, EKOEKO s.r.o., září 2008
3. Provozní údaje o množství a kvalitě přiváděných a vyčištěných odpadních vod za období 2015 – 2017, Vodohospodářská společnost Benešov, s.r.o.
4. Platné povolení k nakládání s vodami
5. Místní šetření a konzultace s pracovníky provozovatele ČOV

3. Popis současného stavu a provozních problémů

Čistírna odpadních vod Psáry slouží pro společné čištění odpadních vod, produkovaných v lokalitách Psáry, Dolní Jirčany a Horní Jirčany. Odpadní vody z odkanalizovaných lokalit jsou přiváděny jednotnou kanalizační sítí. V rozvojových lokalitách jsou budovány úseky oddílné splaškové sítě. Kromě toho je část odpadních vod na ČOV dovážena fekálními vozy. Za tímto účelem byla na ČOV zřízena jímka pro dovážené vody, vybavená hrubými ručními česlemi.

Původní, kapacitně a technicky zcela nevyhovující nadzemní ČOV z poloviny 80. let typu Hydrovit 500–S nahradila v roce 2004 moderní mechanicko-biologická čistírna se zvýšeným odstraňováním dusíkatých látek. Kapacita tehdy vybudované čistírny byla na základě finančních možností investora navržena na celkové látkové zatížení 3 200 EO s plným vědomím dalšího možného výhledového rozšíření.

Vzhledem ke skutečnosti, že zmiňované lokality jsou z důvodu strategicky výhodné polohy, skýtající klidné místo pro bydlení poblíž hlavního města Prahy, velmi atraktivním územím pro rozvoj občanské bytové zástavby, bylo v důsledku značného rozvoje území realizováno v letech 2008 – 2009 rozšíření ČOV o třetí paralelní biologickou linku na cílovou kapacitu 6 000 EO. Součástí této modernizace byla kromě jiného rovněž instalace zařízení na strojní odvodnění přebytečného kalu, včetně automatizace systému odkalování. Objekty a zařízení mechanického předčištění nebyly v této etapě intenzifikovány a zůstaly technicky i kapacitně zachovány z první etapy výstavby ČOV.

V současné době je opět uvažováno s dalším výhledovým rozvojem odkanalizovaných lokalit, kdy se kapacita čistírny může stát opět limitujícím článkem místní vodohospodářské infrastruktury. Vlastník ČOV tudíž hledá další možnosti výhledového navýšení její kapacity.

Z provozního hlediska se na ČOV v současné době negativně projevuje nedostatečná hydraulická kapacita souboru mechanického předčištění, který nebyl v rámci realizovaného rozšíření ČOV nikterak intenzifikován. Soubor hrubého předčištění je tvořen kompaktní jednotkou hrubého předčištění firmy Fontana, s.r.o.. s nominální kapacitou 30 l/s. Na tento průtok jsou rovněž dimenzována čerpadla ve vstupní čerpací stanici a zároveň i kapacita biologické linky ČOV, neboť za mechanickým stupněm ČOV již není další možnost odlehčení. Jelikož v centrálních částech odkanalizovaných lokalit se nacházejí původní úseky jednotné kanalizační sítě, je na ČOV za dešťových stavů přiváděno poměrně vysoké množství srážkových vod, výrazně převyšující hydraulickou kapacitu ČOV. Za těchto stavů tudíž dochází k odlehčování poměrně velkého množství relativně málo nařaděných dešťových vod, které tak nadměrně zatěžují recipient.

Ostatní provozní celky ČOV nevykazují žádné zásadní provozní problémy. Studie bude tedy zaměřena v první etapě především na vyřešení nedostatečné hydraulické kapacity ČOV za dešťových stavů a v druhé etapě nastíní možný způsob dalšího zvýšení hydraulické a látkové kapacity, umožňující připojení dalších zdrojů znečištění a zajištění náležité ochrany recipientu za dešťových stavů.

4. Projektovaná kapacita stávající ČOV

Intenzifikovaná ČOV Psáry v současném uspořádání byla navržena na zpracování hydraulického a látkového zatížení, odpovídající připojení cca 6 000 stálých obyvatel, což včetně občanské vybavenosti a služeb představuje látkové zatížení na úrovni 6 000 EO.

Návrhová hydraulická a látková kapacita intenzifikované ČOV Psáry je uvedena v následujícím přehledu.

Hydraulické zatížení

Veličina	Rozměr			Poznámka
	m ³ /den	m ³ /h	l/s	
Q _{24 (m)}	960,0	40,0	11,1	6 000 osob á 160 l
Q _B	128,0	5,3	1,5	Q _B = 13 % Q _{24 (m)}
Q ₂₄	1088,0	45,3	12,6	Q ₂₄ = Q _{24 (m)} + Q _B
Q _d	1424,0	59,3	16,5	k _d = 1,35
Q _h	-	113,3	31,5	k _h = 2,00
Q _{max}		115,2	32,0	Q _{maxB} = 2,5 · Q ₂₄

Legenda

- Q_{24(m)} - průměrný bezdeštný přítok odpadních vod z obce
Q₂₄ - průměrný bezdeštný denní přítok odpadních vod na ČOV včetně vod balastních
Q_B - průměrný denní přítok balastních vod na ČOV
Q_d - maximální bezdeštný denní přítok odpadních vod na ČOV
Q_h - maximální bezdeštný hodinový přítok odpadních vod na ČOV
Q_{max} - maximální čerpané množství odpadních vod na ČOV

Látkové zatížení

Bilance látkového zatížení byla sestavena pro:

- Počet připojených ekvivalentních obyvatel cca 6 000 EO₆₀
- Průměrný denní průtok čistírnou 1 088 m³/d

Hodnoty specifické produkce znečištění byly z důvodu dobré shody s normovými hodnotami převzaty z ČSN 75 6401, pouze u parametrů vyjadřujících dusíkaté znečištění byly normové hodnoty, s ohledem na vyhodnocená provozní data, mírně korigovány.

Sledovaný ukazatel	Specifická produkce	Produkce znečištění	
	g/(EO.d)	kg/den	mg/l
CHSK _{Cr}	120	720	662
BSK ₅	60	360	331
NL	55	330	303
N-NH ₄ ⁺	11	66	60,7
N _C	14	84	77,2
P _C	2,5	15	13,8

5. Současné zatížení ČOV

V následující kapitole je provedeno stručné vyhodnocení současného hydraulického a látkového zatížení ČOV Psáry

V předmětné lokalitě, tj. v obcích Psáry a Dolní a Horní Jirčany žije v současné době dle dostupných statistických údajů celkem cca 4 200 trvale žijících obyvatel, z nichž je převážná většina napojena na místní vodovodní a kanalizační síť. Odpadní vody z neodkanalizovaných částí obcí jsou na ČOV dováženy pomocí fekálních vozů.

Současné hydraulické a látkové zatížení ČOV bylo vyhodnoceno na základě dodaných provozních měření a rozborů za období let 2015 – 2017.

5.1. Hydraulické zatížení

Fakturovaná pitná voda

Dle údajů majetkové evidence místního provozovatele vodovodní a kanalizační sítě je v předmětných lokalitách evidováno celkem 1 115 přípojek na veřejnou vodovodní síť. Za předpokladu, že v jedné domácnosti žije v průměru 3,5 obyvatele, lze očekávat, že na veřejnou vodovodní síť je napojeno v současné době zhruba 4 000 obyvatel včetně objektů občanské vybavenosti a služeb. Malá část obyvatelstva ve starší zástavbě kromě toho využívá i vlastní zdroje vody.

Množství fakturované pitné vody v roce 2017 činilo dle dostupných informací cca 131 936 m³/rok.

V následující tabulce je uveden orientační počet napojených obyvatel a vypočtena průměrná specifická potřeba pitné vody, připadající na 1 stálého obyvatele obce včetně místní občanské vybavenosti. Kromě veřejného vodovodu využívá část obyvatelstva rovněž vlastní zdroje, a to zejména pro účely zálivky, apod..

Období	Orientační počet připojených obyvatel	Pitná voda fakturovaná			Spec. potřeba
		m ³ /rok	m ³ /den	l/s	l/(os.den)
2017	4 000	131 936	361,5	4,2	90,4

Průměrná specifická potřeba pitné vody na 1 stálého obyvatele, vypočtená z dodaných provozních měření, se ve sledovaném období pohybovala na úrovni cca 90 l/(os.den). Hodnota specifické produkce je relativně nízká, neboť část obyvatelstva využívá rovněž vlastní zdroje vody. S ohledem na charakter lokality lze předpokládat, že specifická produkce odpadních vod včetně vybavenosti a služeb může dosahovat cca 130 l/(os.den).

Průtok ČOV

Na kanalizační síť v obci Psáry, včetně místních částí, je dle údajů z majetkové provozní evidence napojeno v současné době cca 4 200 stálých obyvatel. Odpadní vody, produkované na odkanalizovaném území, jsou na čistírnu přiváděny jednotnou kanalizační sítí. Průměrné roční průtoky biologickou částí ČOV v jednotlivých letech sledovaného období jsou uvedeny v následující tabulce. Jako měrný objekt slouží Parshallův žlab s kontinuálním snímáním a zaznamenáváním naměřených hodnot, osazený na odtoku z ČOV.

Období	Počet připojených obyvatel	Průměrný průtok ČOV		
		m ³ /rok	m ³ /den	l/s
2015	4 200	346 977	950,6	11,0
2016	4 200	348 555	954,9	11,1
2017	4 200	378 794	1 037,8	12,0
Průměr	4 200	358 109	981,1	11,4

Z tabulky je patrné, že průměrné roční průtoky čistírnou jsou v jednotlivých letech sledovaného období relativně vyrovnané, což je způsobeno tím, že odpadní vody jsou na ČOV řízeně čerpány.

Maximální měsíční průtok na úrovni 41 810 m³/měs, tj. 1 348,7 m³/d, resp. 15,6 l/s byl zaznamenán v květnu roku 2017, kdy byla zaznamenána vyšší intenzita srážkové činnosti.

Minimální hodnoty měsíčního průtoku byly dosaženy v létě roku 2016, kdy v ČR panovalo déletrvajících sucho. V září bylo naměřeno pouhých 23 900 m³/měsíc, tj. 796,7 m³/den, resp. 9,2 l/s.

Maximální zaznamenané dešťové průtoky se pohybovaly na úrovni 30 l/s, což odpovídá výkonu čerpadel ve vstupní čerpací stanici.

Přehled jednotlivých zdrojů odpadních vod

Hodnota průměrného denního průtoku v předcházející tabulce zahrnuje veškeré odpadní vody přiváděné na biologický stupeň ČOV. U jednotné kanalizační sítě se jedná o směs vod splaškových, dešťových a balastních. Předpokládané množství vod, přiváděných z jednotlivých zdrojů lze odhadnout zhruba následovně:

- Celkový průměrný průtok ČOV za období 2015 – 2017: 981,1 m³/den
- Dešťové vody
Průměrný denní podíl dešťových vod byl stanoven odborným odhadem na cca 5 % průměrného denního průtoku, což představuje zhruba 50,0 m³/den.
- Splaškové odpadní vody
Množství splaškových vod bylo vyčísleno na základě dodaných provozních údajů o fakturované odpadní vodě, z nichž lze odhadovat, že na 1 fyzického obyvatele připadá potřeba pitné vody cca 130 l/d. Za předpokladu, že na ČOV je připojeno cca 4 200 obyvatel, lze předpokládat, že průměrné množství splaškových vod dosahovalo cca 546 m³/d.
- Balastní vody
Předpokládané orientační množství balastních vod bylo vypočteno jako rozdíl celkového průměrného průtoku čistírnou a součtu výše vyčísleného množství splaškových a dešťových vod.

Přehled jednotlivých druhů odpadních vod, přiváděných na ČOV v uvedeném období, je shrnut v následující tabulce:

Druh odpadních vod	Průměrné roční množství		
	m ³ /rok	m ³ /den	l/s
Celkový průtok ČOV	358 109	981,1	11,4
Splaškové odpadní vody-odhad	199 290	546,0	6,3
Dešťové vody	18 250	50,0	0,6
Balastní vody - dopočet	149 809	385,1	4,5

Průměrný průtok čistírnou činil ve sledovaném období cca 981,1 m³/den, což představuje zhruba 90 % návrhového průměrného denního průtoku.

Na ČOV přitékalo ve sledovaném období odhadem v průměru cca 385,1 m³/den balastních vod. Toto množství představuje zhruba cca 40 % průměrného denního průtoku a cca 70 % předpokládaného množství splaškových vod.

Jak již bylo předesláno výše, dochází při vyšším množství přiváděných odpadních vod, přesahujícím maximální čerpané množství k odlehčování nečištěných odpadních vod v odlehčovacím objektu před čerpací stanicí.

Množství těchto vod je měřeno samostatným Parshallovým žlabem s vyhodnocovací jednotkou. Průměrné roční množství těchto vod uvedeno v následujícím přehledu.

Období	Obtok ČOV		
	m ³ /rok	m ³ /den	l/s
2015	20 487	56,1	0,6
2016	30 217	82,8	1,0
2017	23 325	63,9	0,7
Průměr	24 676	67,6	0,8

Z uvedených hodnot vyplývá, že průměrné množství odlehčovaných vod činilo ve sledovaném období 24 676 m³/rok, tj. cca 67,6 m³/den, což představuje zhruba 7 % ročního množství biologicky vyčištěných vod.

Z podrobnějších provozních měření za období roku 2017 vyplývá, že maximální denní průtok ČOV činil cca 1 900 m³/d, což odpovídá zhruba 22 l/s. Maximální denní průtok odlehčovaných vod představoval cca 280 m³/d, tj. cca 3,3 l/s.

Maximální zaznamenaný hodinový přítok na ČOV činil v roce 2017 cca 30,8 l/s, maximální průtok odlehčovaných vod cca 46 l/s.

5.2. Látkové zatížení

Současné látkové zatížení čistírny bylo vyhodnoceno na základě poskytnutých provozních údajů a měření za období let 2015 – 2017. Průměrný denní průtok čistírnou činil v tomto období cca 981,1 m³/d.

Vyhodnocené údaje o naměřené kvalitě surových vod v hlavních chemických ukazatelích jsou obsahem následující tabulky. Vzorky pro chemické analýzy jsou na přítoku do ČOV odebírány ve všední den jako vzorky typu B.

Z vypočtených hodnot průměru a mediánu byly na základě znalosti průměrného denního průtoku v celém sledovaném období vypočteny bilanční hodnoty přiváděného znečištění. Z těchto hodnot byl dále na základě hodnot specifické produkce znečištění v jednotlivých ukazatelích dle ČSN 75 6401 (poslední řádek tabulky) vypočten počet připojených ekvivalentních obyvatel.

Parametr	Jednotka	CHSK _{Cr}	BSK ₅	NL	NH ₄ ⁺	N _c	P _c
Počet stanovení	-	36	36	36	36	36	36
Aritmetický průměr	mg/l	619	292	291	60,8	78,5	9,8
Medián	mg/l	549	276	246	56,6	72,8	9,8
Maximum	mg/l	1 713	711	928	95,1	127,8	13,4
Minimum	mg/l	339	142	168	34,6	46,6	4,9
Zatížení dle průměru	kg/d	608,1	286,5	285,3	59,6	77,0	9,6
Zatížení dle mediánu	kg/d	538,6	270,9	241,4	55,5	71,4	9,6
Projektované zatížení	kg/d	720,0	360,0	330,0	66,0	84,0	15
Naplnění projektovaných hodnot dle průměru	%	84,5	80,0	86,4	90,0	91,7	64,0
Počet EO dle průměru	EO	5 067	4 775	5 187	7 451	7 000	3 840
Počet EO dle mediánu	EO	4 489	4 515	4 388	6 941	6 493	3 850
Spec. produkce dle ČSN	g/(EO.d)	120	60	55	8	11	2,5

Z doložených provozních měření vyplývá, že kvalita přiváděných odpadních vod je ve sledovaném období relativně vyrovnaná. Vykazované složení odpadních vod odpovídá charakteru běžných splaškových a komunálních odpadních vod. Oproti normovému složení však vykazují odpadní vody mírně nižší podíl lehce biologicky rozložitelných organických látek, vyjádřených jako BSK₅, neboť jejich část byla odbourána již přímo ve stokové síti. S tím souvisí i vyšší podíl dusíkatých látek, které jsou při rozkladu organických látek uvolňovány.

Z porovnání skutečného vyhodnoceného zatížení ČOV a jejího návrhového projektovaného zatížení vyplývá, že s výjimkou ukazatele P_c se reálné průměrné zatížení ve všech sledovaných ukazatelích pohybuje v rozmezí 80 – 90 % návrhové kapacity. ČOV tudíž v průměru disponuje volnou látkovou kapacitou na úrovni cca 1 000 EO.

Z detailnějších provozních informací o průtocích ve dnech odběrů vzorků však vyplývá, že krátkodobé denní zatížení již v současné době přesahuje návrhovou kapacitu ČOV.

Na ČOV je dle údajů provozovatele napojeno cca 4 200 stálých obyvatel. Na jednoho připojeného obyvatele tak připadá v jednotlivých ukazatelích níže uvedený počet ekvivalentních obyvatel (EO).

Počet připojených obyvatel	Znečištění připadající na obyvatele – dle průměru EO/obyvatel					
	CHSK _{Cr}	BSK ₅	NL	N-NH ₄ ⁺	Nc	Pc
4 200	1,2	1,1	1,2	1,8	1,7	0,9

Na 1 fyzického obyvatele připadá zhruba 1,1 EO dle BSK₅. Zjištěná disproporce v produkci zatížení je vysvětlitelná tím, že na kanalizaci jsou napojeni i další obyvatelé v obci, kteří zde nejsou nahlášeni k trvalému pobytu.

6. Množství a kvalita vyčištěných vod

V následujícím oddílu bude pojednáno o množství a kvalitě vyčištěných odpadních vod na odtoku z ČOV.

6.1. Povolení k nakládání s vodami

Požadované množství a kvalita odpadních vod, vypouštěných z ČOV jsou v současné době stanoveny platným vodoprávním povolením č. j. ŽP/S MEUC-055246/2008/V/Čo-R, vydaným dne 11. 5. 2009 s platností do 9. 11. 2020.

Množství odpadních vod

Průměr	Maximum	Maximum roční
12,6 l/s	35 l/s	457 000 m ³ /rok

Kvalita vyčištěných vod

Ukazatel	p	m	Bilanční hodnoty
	mg/l	mg/l	t/rok
CHSK _{Cr}	60	120	27,4
BSK ₅	15	25	6,9
NL	20	35	9,1
Ukazatel	roční průměr	m	Bilanční hodnoty
	mg/l	mg/l	t/rok
N-NH ₄ ⁺	10	20	4,6
Nc	20	35	9,14
Pc	2,5	6	1,14

6.2. Legislativní požadavky

Platné nařízení vlády č. 401/2015 Sb. ukládá pro velikostní kategorie 2 001 – 10 000 EO, do které kapacita ČOV Psáry spadá, povinnost dodržet níže uvedené emisní standardy ukazatelů přípustného znečištění ve vypouštěných odpadních vodách. Pro úplnost jsou v závorkách uvedeny též limity pro nejlepší dostupné technologie (tzv. BAT limity) v příslušné velikostní kategorii.

Ukazatel	Emisní standardy pro kategorii 2 001 – 10 000 EO	
	„p“ (mg/l)	„m“ (mg/l)
CHSK _{Cr}	120 (70)	170 (120)
BSK ₅	25 (18)	50 (25)
NL	30 (20)	60 (30)
N-NH ₄ ⁺	15 (8) *	30 (15) **
Pc	3 (2) *	8 (5)

Legenda:

* hodnota je aritmetický průměr koncentrací za kalendářní rok a nesmí být překročena.

** hodnota platí pro období, ve kterém je teplota odpadní vody na odtoku z biologického stupně vyšší než 12 °C

Z porovnání legislativních požadavků s podmínkami platného vodoprávního povolení vyplývá, že hodnoty požadované platným povolením byly v ukazateli CHSK_{Cr}, BSK₅ a NL stanoveny zhruba na úrovni limitů pro nejlepší dostupné technologie v velikostní dané kategorii. Výše limitů pro ukazatele N-NH₄⁺ a Pc byla stanovena v intervalu běžných emisních limitů a limitů BAT.

Oproti požadavkům platné legislativy byly navíc stanoveny i odtokové limity celkového dusíku, který je legislativně limitován až pro kategorii nad 10 000 EO. Výše limitů byla stanovena v rozmezí emisních limitů a limitů pro nejlepší dostupné technologie pro kategorii ČOV 10 001 – 100 000 EO.

6.3. Současné množství a kvalita vyčištěných vod

Tato kapitola se zabývá hodnocením reálně vypouštěného množství odpadních vod a jejich kvality včetně porovnání dostupných provozních údajů s požadavky platného vodoprávního rozhodnutí. Hodnotícím obdobím bylo shodně jako v předchozím textu rozmezí let 2015 – 2017.

Množství vyčištěných vod

Roční množství vypouštěných odpadních vod bylo podrobně statisticky vyhodnoceno v kapitole č. 5.1. Naměřené skutečné roční průtoky v porovnání s požadovaným maximálním průtokem dle platného povolení k nakládání s vodami jsou uvedeny v následující tabulce.

Sledované období	2015	2016	2017	Požadavek VH rozhodnutí
Průtok (m ³ /rok)	346 977	348 555	378 794	457 000

Z tabulky je patrné, že ve všech letech sledovaného období nebyl překročen povolený maximální objem vypouštěných vod.

Kvalita vyčištěných vod

V následující tabulce jsou základní statistické parametry souboru naměřených dat o kvalitě vyčištěné vody ve sledovaném období let 2015 - 2017, dále je zde vypočteno bilanční zatížení pro celkový průměrný průtok a dosažená účinnost čištění v jednotlivých ukazatelích.

Ve sledovaném období bylo provedeno celkem 48 stanovení. Vzorky byly odebírány jako 24 hodinové, typu B, nabírané automatickým vzorkovačem.

Ukazatel	Počet měření	Průměr	Medián	Max.	Min.	Bilance podle průměru	Účinnost podle průměru
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		
CHSK _{Cr}	36	25	25,5	54,0	14,0	9,05	95,9
BSK ₅	36	1,9	1,8	4,2	1,0	0,68	99,4
NL	36	7,2	6,0	20,0	3,0	2,64	97,5
N-NH ₄ ⁺	36	0,5	0,2	2,8	0,1	0,16	99,3
N _{celk.}	36	18,7	19,2	23,1	13,8	6,71	76,1
P _{celk.}	36	1,7	1,7	3,4	0,7	0,61	82,6

Z předchozí tabulky vyplývá, že účinnost odstraňování látkového znečištění ve všech sledovaných ukazatelích byla setrvale velmi vysoká během celého sledovaného období.

Odstraňování organického znečištění, vyjádřeného jako CHSK_{Cr}, resp. BSK₅ probíhalo s účinností převyšující 95 %, resp. 99 % a kvalita vyčištěných vod s vysokou rezervou splňovala požadavky vodoprávního povolení. Velmi uspokojivě probíhala dle doložených rozborů i separace nerozpuštěných látek, avšak z některých rozborů byly patrné i mírně zvýšené úniky aktivovaného kalu, způsobené krátkodobou nižší hydraulickou stabilitou dosazovacích nádrží či vyšší provozní sušinou v aktivaci. Hodnota „m“ ve výši 35 mg/l však překročena nebyla.

Pokud se týká průběhu nitrifikačních procesů, lze na základě provedených rozborů konstatovat velmi uspokojivý průběh odstraňování amoniakálního dusíku s průměrnou účinností přesahující 99 %. K uvedenému stavu výraznou měrou

přispívá ta skutečnost, že teplota odpadních vod se i v zimním období udržuje nad 10 °C a nedochází tak ke zpomalení či zastavení nitrifikace s nutností jejího opětovného náběhu a stabilizace.

Eliminace celkového dusíku probíhala s účinností okolo 76 % a průměrná dosahovaná hodnota nepřekročila roční průměr ve výši 20 mg/l. Zde je však potřeba podotknout, že ČOV nebyla v souladu s dříve platnou i současně platnou legislativou navržena na zvýšené odstraňování celkového dusíku, které není pro velikostní kategorii do 10 000 EO požadováno. Současná účinnost na úrovni cca 75 % je pro daný typ technologie s předřazenou denitrifikací prakticky limitní.

Odstraňování celkového fosforu probíhalo s účinností okolo 83 % za pomoci aplikace chemického srážení, což dokázalo zajistit požadovanou průměrnou hodnotu na úrovni pod požadovaným limitem 2,5 mg/l.

Z provozních údajů vyplývá, že požadavky platného vodoprávního rozhodnutí jsou ve všech ukazatelích splněny, a to nejen limity koncentrační (hodnoty „p“, „m“), ale i bilanční hodnoty vypouštěného znečištění.

K výše uvedeným skutečnostem je však nutné podotknout, že odběry vzorků byly evidentně prováděny v bezdeštném období při správné funkci ČOV a nepostihují tudíž provozní stavy za zvýšeného hydraulického zatížení.

7. Teplota aktivační směsi

Účinnost a rychlost biologických čistících procesů výrazným způsobem závisí na teplotě přiváděných odpadních vod a tedy teplotě aktivační směsi. Teplota výrazně ovlivňuje především procesy nitrifikace amoniakálního dusíku a je tudíž významným technologickým parametrem při návrhu, resp. posuzování technologické linky ČOV.

Roční teplotní profil odpadní vody (aktivační směsi) v roce 2007 je uveden v následující tabulce.

Období	Teplota aktivace (°C)		
	Minimum	Průměr	Maximum
leden	12,9	13,8	14,1
únor	10,9	11,8	12,7
březen	12,8	13,3	14,3
duben	13,3	14,9	15,0
květen	15,8	16,9	18,1
červen	17,9	19,6	20,8
červenec	19,8	20,3	19,9

srpen	20,8	21,0	21,7
září	17,6	19,8	21,8
říjen	16,5	17,4	18,4
listopad	13,4	14,9	16,5
prosinec	12,4	12,8	13,4

Z tabulky je patrné, že roční teplotní profil aktivačního systému v roce bez výrazných teplotních extrémů je příznivý a nebude negativně ovlivňovat čistící proces. S ohledem na výše uvedené údaje lze bezpečně uvažovat s minimální návrhovou teplotou na úrovni 10°C. V případě, že ve výhledovém období dojde k připojení nových zdrojů znečištění, odkanalizovaných téměř výhradně oddílnou kanalizační sítí, lze očekávat, že teplotní profil ČOV se ještě posune směrem k vyšším hodnotám.

8. Návrh modernizace ČOV a posouzení její kapacity

V následujícím oddílu je zpracován návrh úprav ČOV zaměřený na výše již avizované navýšení její kapacity pro umožnění napojení dalších zdrojů znečištění v důsledku plánovaného rozvoje lokality a na vyřešení přetrvávajících provozních problémů, plynoucích z nedostatečné hydraulické kapacity ČOV pro zpracování dešťových vod s následkem nadměrného zatěžování relativně málo vodného recipientu. Návrh úprav bude metodicky rozdělen do dvou etap. První etapa bude zaměřena na vyřešení stávajících provozních problémů s dešťovými vodami a obsahem druhé etapy bude koncepční návrh intenzifikace ČOV za účelem navýšení její výhledové kapacity.

8.1. První etapa úprav

Cílem první etapy úprav je vyřešení nedostatečné hydraulické kapacity ČOV a její navýšení s ohledem na požadovanou ochranu recipientu za dešťových stavů. Látková kapacita ČOV nebude níže popsány úpravami nikterak navýšena a zůstane na stávající projektované hodnotě 6 000 EO.

Návrhová hydraulická kapacita ČOV činí v současné době cca 30 l/s a z pohledu ochrany recipientu za dešťových stavů se jeví jako nedostatečná. Jednotnou kanalizační sítí přitéká relativně velké množství dešťových vod, z nichž je značný podíl, přesahující 30 l/s, přiváděn bez jakéhokoliv předčištění přímo do recipientu.

Technologická linka biologické části ČOV v současném uspořádání neumožňuje z důvodu omezených dimenzí dosazovacích nádrží zvýšení její hydraulické kapacity. Problematické je rovněž zvýšení hydraulické kapacity mechanického stupně, realizovaného kompaktní jednotkou integrovaného hrubého předčištění. Ve stavebním objektu, kde je tato jednotka umístěna, není dostatečný prostor pro osazení rozměrově výrazně větší jednotky s vyšší hydraulickou kapacitou.

Z uvedených důvodů navrhujeme řešit zvýšení hydraulické kapacity ČOV výstavbou nového objektu dešťové zdrže, kde bude první podíl nejvíce znečištěných srážkových vod zachycen a následně převeden zpět na ČOV a vyčištěn.

Dešťová zdrž bude realizována jako částečně nadzemní železobetonový monolitický objekt, situovaný na volném prostranství v areálu ČOV. Odpadní vody budou do dešťové zdrže řízeně čerpány novým čerpadlem o výkonu cca 30 l/s ze vstupní čerpací stanice před ČOV. Navrhovaný užitný objem dešťové zdrže bude činit při vnějších rozměrech 6 m x 8 m cca 100 – 120 m³. Za předpokladu, že do dešťové zdrže bude čerpáno cca 30 l/s dešťových vod, poskytne její objem akumulaci kapacitu na cca 1 h nejvíce znečištěných srážkových vod. Alternativně lze výkon čerpání zvýšit na cca 50 l/s a dobu čerpání zkrátit na cca 35 minut. Po naplnění akumulaci kapacity zdrže bude čerpání zastaveno a relativně čisté dešťové vody budou odlehčovány přímo do recipientu, obdobně jako je tomu v současnosti. Po odeznění srážkových událostí a snížení průtoku ČOV na běžné bezdeštné hodnoty bude akumulovaná odpadní voda řízeně přečerpávána zpět do čerpací stanice před ČOV a spolu s přítékajícími vodami přiváděna na mechanicko-biologickou linku a vyčištěna. Za účelem odstranění usazeného sedimentu na dně dešťové zdrže bude nádrž vybavena vyplachovací klapkou. Vyprazdňování dešťové zdrže bude řízeně probíhat v době minimálního denního zatížení ČOV, a to buď čerpáním nebo řízeným vypouštěním.

Za dešťových událostí bude po dobu cca 1 h ČOV schopna zachytit srážkové průtoky v množství cca 60 l/s, což významně přispěje k ochraně recipientu. Po naplnění dešťové zdrže a zachycení nejvíce znečištěného podílu dešťových vod budou již srážkové vody zhruba odpovídat svojí koncentrací běžným povrchovým vodám a jejich přímé vypouštění do recipientu nezpůsobí jeho nadměrnou zátěž.

8.2. Druhá etapa úprav

Hlavním cílem druhé etapy úprav je posílení látkové kapacity ČOV a zlepšení průběhu procesu separace aktivovaného kalu. Tato etapa intenzifikace zajistí zvýšení hydraulické kapacity biologické části ČOV a rovněž i další posílení jejího mechanického stupně.

Hlavní ideou zvýšení hydraulické i látkové kapacity biologického stupně je získání dalšího užitného objemu aktivačních nádrží demontáží stávajících vestavěných dosazovacích nádrží a výstavbou nového, vhodně dimenzovaného separačního stupně.

Biologická linka čistírny bude i nadále koncipována do třech paralelních linek bez nutnosti provádění jejich dalších stavebních úprav. Zachován zůstane i systém rozdělení nátoky na jednotlivé linky. Demontáží vestavných dosazovacích nádrží bude navýšen užitný objem aktivace o cca 310 m³.

Separací stupeň bude realizován dvěma shodnými dosazovacími nádržemi o celkové užitné ploše cca 150 m². Užitný objem takto dimenzovaných nádrží bude při min. hloubce 4,2 m činit cca 630 m³. Dosazovací nádrže lze realizovat jako kruhové o vnitřním průměru cca 10 m, případně jako podélné o užitných rozměrech cca 6 x 15 m.

Z funkčního hlediska jsou oba typy dosazovacích nádrží rovnocenné, z prostorového hlediska při snaze o udržení maximální kompaktnosti objektů ČOV se jako vhodnější jeví nádrže podélné.

Aktivační směs ze všech tří aktivačních linek bude odtékat do rozdělovacího objektu před dosazovacími nádržemi, kde dojde k uklidnění nátoky a jeho rovnoměrnému rozdělení na dvě paralelní dosazovací nádrže. Dosazovací nádrže v obou variantách budou vybaveny stíracím zařízením dna i hladiny. Hloubka nádrží bude volena tak, aby pro odtok vyčištěných vod bylo možné využít systému vrtaných zanořených rour, usnadňujících oproti klasickým přepadovým hranám údržbu a provoz nádrží.

Vratný kal bude ze dna dosazovacích nádrží odtékat do čerpací jímky vratného kalu a odtud bude čerpán zpět před aktivační linku. Za tímto účelem bude provedena úprava a doplnění stávajícího rozdělovacího objektu před biologickými linkami, kde bude docházet ke smísení vratného kalu s odpadními vodami a následnému rozdělení takto vzniklé směsi na tři aktivační linky.

Popsanými úpravami dojde k navýšení hydraulické kapacity biologické části na cca 40 l/s a zvýšení látkové kapacity až na cca 7 500 EO. Orientační technologické výpočty jsou doloženy v následující kapitole.

Jako součást modernizace ČOV v této etapě lze provést další posílení hydraulické kapacity mechanického stupně ČOV instalací výkonnější jednotky integrovaného hrubého předčištění s kapacitou cca 60 l/s. Jelikož disponibilní prostor pro umístění jednotky ve stávající budově ČOV je pro tento účel nedostatečný, navrhujeme ji umístit vně tohoto objektu na vhodném místě v areálu ČOV, a to nejlépe do lehké montované a zateplené haly umístěné před objektem dešťové zdrže. Dnešní linka hrubého předčištění by byla následně odstavena a zrušena a mechanicky předčištěné vody na nové lince budou přiváděny přímo na biologický stupeň ČOV.

Popsanou modernizací ČOV tak bude docíleno hydraulické kapacity biologické linky na úrovni 40 l/s a mechanického stupně ve výši 60 l/s, což přispěje k dalšímu výraznému zlepšení ochrany recipientu. Provoz dešťové zdrže, navrhované v první etapě úprav, zůstane i nadále zachován.

Další provozní soubory, jako je kalové hospodářství, odvodnění kalu a chemické hospodářství zůstanou po provedení nezbytných úprav zachovány. V rámci provádění modernizace je nutné uvažovat s výměnou a doplněním strojně – technologického vybavení biologické části ČOV, a to zejména aeračního systému, zdrojů vzduchu a míchací techniky. Nově bude do každé biologické linky doplněno čerpadlo vnitřní recirkulace aktivační směsi za účelem podpory průběhu denitrifikačních procesů odstraňování celkového dusíku. Zde je však potřeba mít na paměti, že ani tímto opatřením nelze při daném technologickém uspořádání ČOV docílit výrazně vyšší účinnosti odstraňování celkového dusíku oproti současnému stavu. Průměrnou odtokovou koncentrací celkového dusíku na rozhodnutím požadované hodnotě 20 mg/l považujeme za limitní a její výrazné snížení tudíž nelze ani po provedené modernizaci očekávat.

S ohledem na zajištění správného provozu ČOV doporučujeme pro příjem odpadních vod výhradně využívat svozovou jímku, za tímto účelem vybudovanou. Pro optimální dávkování dovezených vod na ČOV ji navrhujeme vybavit vhodným typem čerpadla. Svazová jímka není principiálně určena pro dovoz vyhníklých kalů ze septiků, které

doporučujeme likvidovat přímo v souboru kalového hospodářství větší ČOV s anaerobním kalovým stupněm. Na ČOV Psáry je možné likvidovat pouze aerobně stabilizovaný kal v čerstvém stavu, který lze napustit přímo do kalových nádrží.

9. Hydraulická a látková kapacita ČOV po intenzifikaci

V následujícím oddílu jsou provedeny technologické výpočty modernizované ČOV s cílem stanovení její reálné hydraulické a látkové kapacity. Při posuzování bylo postupováno dle pokynů, uváděných v platných ČSN a na základě praktických zkušeností zpracovatele.

9.1. Hydraulická kapacita

Hydraulická kapacita biologické linky ČOV je dána především dimenzí separačního stupně, tedy dosazovací nádrže. S ohledem na zajištění spolehlivého průběhu separace aktivovaného kalu i při maximálních dešťových průtocích biologickou částí ČOV na úrovni okolo 40 l/s, byly stanoveny následující dimenze nově navrhovaného separačního stupně:

Dimenze nových dosazovacích nádrží

užitná plocha nádrží

užitný objem nádrží

užitná hloubka nádrží

1 ks

cca 150 m²

cca 630 m³

min. 4,2 m

Základní technologické parametry dosazovací nádrže

Základní návrhové parametry dosazovací nádrže byly prověřeny pro současný průměrný průtok $Q_{\text{prům.}}$ a uvedený maximální dešťový průtok $Q_{\text{maxB.}}$

V poslední řádce tabulky jsou uvedeny doporučené návrhové parametry pro navrhovaný typ dosazovací nádrže.

Veličina	Průtok			Doba zdržení h	Hydraulické zatížení hladiny m ³ /(m ² .h)
	m ³ /den	m ³ /h	l/s		
$Q_{\text{prům.}}$	981,1	40,9	11,4	15,4	0,27
$Q_{\text{maxB.}}$	-	144,0	40,0	4,4	0,96
Doporučené mezní hodnoty zatížení				2,5	1,1

Z předcházející tabulky vyplývá, že navrhovaná dimenze dosazovací nádrže bude dostatečná pro zpracování návrhového maximálního hydraulického zatížení. Užitná hloubka nádrže 4,2 m je v souladu s předpisem ATV-A 131 dostatečná pro vytvoření jednotlivých separačních zón a umožňuje řešení odtoku vyčištěné vody systémem zanořeného potrubí.

9.2. Látková kapacita biologické části ČOV

V následujícím oddílu je provedeno stanovení maximální látkové kapacity biologické linky po provedení její intenzifikace, podrobněji popsané v oddílu č. 8.2.

Výpočty byly provedeny dle doporučeného postupu a návrhových parametrů v souladu s platnými technickými normami (ČSN 75 6401) a provozními zkušenostmi provozovatele se zohledněním místních specifických poměrů –teplota, požadavky platného vodohospodářského rozhodnutí, provoz zařízení na chemické srážení fosforu a další.

Disponibilní užité objemy modernizovaných biologických linek

Po demontáži stávajících vestavných dosazovacích nádrží budou získány níže uvedené užité objemy nádrží biologického čištění.

Denitrifikační nádrže	3 ks
užitná hloubka vody	cca 4,8 m
celkový užitný objem	cca 294,7 m ³
Nitrifikační nádrže – objem stávající nitrifikace a dosazovacích nádrží	3 ks
užitná hloubka vody	cca 4,8 m
celkový užitný objem	cca 1 160,2 m ³
Celkový užitný objem aktivace	1 454,9 m³
Poměr anoxických sekcí	20,3 %

Výpočet reálné kapacity modernizované biologické části ČOV byl proveden pro trvale udržitelnou hodnotou sušiny aktivovaného kalu v systému ve výši 4,9 g/l, což dimenze nových dosazovacích nádrží umožňuje a pro dosažení potřebného oxického stáří kalu, zajišťujícího stabilní průběh nitrifikace i při teplotách vyšších nebo rovných 10°C, neboť na základě provozních měření nejsou ani v zimním období zaznamenávány teploty nižší. Ve výpočtu je uvažováno i s produkcí chemického kalu, neboť na ČOV je trvale provozováno zařízení na chemické srážení fosforu síranem železitým.

Stanovení látkové kapacity ČOV bylo provedeno dle níže uvedeného postupu. Ze známého objemu nitrifikačních nádrží a celkového objemu aktivace a zvolené hodnoty návrhové sušiny aktivovaného kalu byla vypočtena oxická a celková zásoba kalu v systému. Z těchto hodnot a zvoleného oxického a celkového stáří kalu byla vypočtena teoretická produkce kalu a z ní bylo na základě koeficientu produkce kalu odvozeno odpovídající látkové zatížení parametrem BSK₅, potažmo počet připojených ekvivalentních obyvatel.

Vstupní parametry pro výpočet

- návrhová teplota aktivační směsi	
minimální	10 °C
- návrhová koncentrace sušiny kalu v aktivaci v zimním období	4,9 kg/m ³

- oxická zásoba kalu	cca 5 685 kg
- celková zásoba kalu	cca 7 130 kg
- stáří kalu	
potřebné minimální oxické stáří kalu dle ČSN pro teplotu 10°C	10,5 d
zvolené návrhové oxické stáří kalu	12,7 d
potřebné minimální celkové stáří kalu dle ČSN pro teplotu 10°C	13,1 d
návrhové celkové stáří kalu	15,9 d

Vypočtené technologické parametry

- průměrná produkce přebytečného kalu vč. kalu chemického	cca 448 kg/d
- průměrná produkce kalu chemického	cca 40 kg/d
- průměrná produkce biologického kalu	cca 408 kg/d
- vypočtený koeficient průměrné produkce kalu	cca 0,9
- přiváděné látkové zatížení dle BSK ₅	cca 453 kg/d
- odpovídající průměrný látkový ekvivalent dle BSK ₅	cca 7 500 EO ₆₀

Z provedeného výpočtu vyplývá, že při výše uvedených technologických parametrech čištění a zajištění kvalitní separace aktivovaného kalu od vyčištěné vody je objem stávajících nádrží biologického čištění dostačující pro zpracování průměrného látkového zatížení na úrovni 7 500 EO₆₀, což představuje oproti současnému stavu kapacitní rezervu cca 1 500 EO₆₀. Při správně navržených dimenzích strojních zařízení (aerační systémy zdroje vzduchu) lze očekávat, že ČOV zvládne krátkodobě zpracovat látkové zatížení na úrovni 8 000 EO jako tzv. týdenní maximum.

Při požadavku na další eventuální výhledové navýšení kapacity ČOV navrhujeme vybudovat novou nádrž oddělené regenerace kalu o užitném objemu cca 300 m³ s předřazenou anoxickou zónou, do které bude čerpán vratný kal a eventuálně i část přítoku mechanicky předčištěných odpadních vod. V případě realizace této varianty doporučujeme dosazovací nádrže vybudovat jako podélné a nádrž regenerace kalu vhodně umístit např. mezi oběma dosazovacími nádržemi tak, aby vznikl kompaktní monoblok, který bude situován na vhodném místě v sousedství dnešního areálu ČOV. Realizací tohoto řešení dojde k navýšení látkové kapacity ČOV až na cca 9 000 EO.