

MORAVSKÁ VYSOKÁ ŠKOLA OLOMOUČ

Ústav managementu a marketingu

David Krumel

**Rozvoj stávající a výstavba nové vodohospodářské infrastruktury
na vybraném katastrálním území**

Development of the Existing and Construction of the New Water
Management Infrastructure in the Selected Catastral Area

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Ing. Miroslav Rössler, CSc., MBA

Olomouc 2015

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny informační zdroje. Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze bakalářské práce se shoduje s elektronickou verzí vloženou do IS/STAG.

Ústí nad Labem, 26. 5. 2015

.....

David Krumel

Poděkování

Zde bych rád poděkoval panu RNDr. Ing. Miroslavu Rösslerovi, CSc., MBA za odbornou pomoc a cenné rady při vypracování bakalářské práce. Dále potom společnosti Severočeské vodovody a kanalizace, a.s., za možnost využití interních informačních zdrojů.

Obsah

ÚVOD	8
Vymezení cíle práce	9
1 TEORETICKÁ ČÁST	10
1.1 Charakteristika města Chlumec	10
1.2 PRVKŮK	10
1.2.1 Vodovod	10
1.2.2 Náhradní zdroj a způsob zásobování obyvatelstva pitnou vodou	11
1.2.3 Kanalizace a ČOV	11
1.3 Územní plán	12
1.4 Kanalizační řád pro kanalizační systém města Chlumec	13
1.5 Definice problematiky – kritická místa kanalizační sítě, nevýhody současné ČOV a její současný stav	13
1.5.1 Kritická místa kanalizační sítě	14
1.5.2 Nevýhody současné ČOV	14
1.5.3 Grafy O ₂ a teploty v aktivačních nádržích	15
1.5.4 Současné objemy ČOV	17
1.6 Vyhodnocení dostupných dat	18
1.6.1 ČOV Chlumec	18
1.6.2 Podklady provozovatele	19
1.6.3 Závěr	21
1.7 Návrhové parametry	21
1.7.1 Chlumec a Stradov – r. 2012	21
1.7.2 Chlumec, Stradov, Žandov – výhledový stav	22
2 METODIKA	24

3	PRAKTICKÁ ČÁST	24
3.1	ČOV – technologický výpočet	24
3.1.1	Návrh č. 1 – úprava stávající ČOV	24
3.2	Návrh č. 2 – dostavba AN	28
3.3	Návrhy řešení	31
3.3.1	Kanalizační síť	31
3.3.2	ČOV	31

ÚVOD

Voda je důležitou složkou životního prostředí a významnou částí přírodního bohatství země. Aby se voda v budoucnosti nestala limitujícím faktorem dalšího rozvoje lidstva, je potřeba s ní účelně hospodařit a zároveň ji chránit před nadměrným znečištěním. „Světový oceán obsahuje 1 300 000 000 km² vody, to je 97,22% jejího celkového množství na zemi. Dalších 2,13% vody je vázáno v ledovcích a polárním ledu. Pouze 0,009% vody se nachází ve sladkých jezerech a 0,0001% ve vodních tocích. Celkem jen 2,77% veškeré vody na zemi je voda sladká a z ní je jen asi 0,34% dostupných pro člověka.“¹ Cirkulující zdroje sladké vody (voda v atmosféře se vymění asi 40 x za rok, tj. přibližně jednou za 9 dní, voda v řekách asi 30 x za rok, tj. jednou za 12 dní) jsou ve svých užitkových vlastnostech, tj. v dostupnosti, v místě, v čase, v množství a v kvalitě, zdrojem omezeným a tím i vyčerpatelným.

Dostatek vody vždy rozhodoval o rozvoji osídlení krajiny a České země nebyly výjimkou. K prvotnímu lokálnímu zásobování sloužily zejména studny a jímky, na vzdálenější místa se voda roznášela a rozvážela z řek a potoků. Ve 12. století se objevují první přivaděče vody na našem území. Odvod znečištěných vod byl řešen pomocí otevřených příkopů, které měly za následek morové epidemie. Tento stav přetrval i ve středověku. Za počátek zásobování obyvatelstva vodou z veřejných vodovodů můžeme považovat polovinu 14. století. Ucelený systém zásobování vodou, ale i odvádění znečištěných vod přináší až období renesance. Rozvoj technického myšlení, ale především větší nároky na hygienu a s tím spojená vyšší spotřeba vody přináší rozmach vodárenského stavitelství. Vznikaly technicky vyspělejší gravitační vodovody, vyrůstaly vodárenské věže, části opevnění se využívala jako nadzemní nádrže na vodu aj.

Většina těchto staveb sloužila až do 19. století, kdy se stala naprosto nevyhovující. Následně dochází k zásadním změnám v celém vodárenství. Konec tohoto století a začátek 20. století je považován za vznik moderního vodohospodářského průmyslu.

¹ *Historie kanalizací. Dějiny odvádění a čištění odpadních vod v Českých zemích.* Praha: MILPO, 2002, 7 s., 1. vydání, ISBN 80-86098-25-7

Základy systémů, zásobování obyvatelstva pitnou vodou a odvádění, ale především zpracování odpadních vod, jsou využívány až do dnešní doby.

Vymezení cíle práce

Výrobním odvětvím našeho národního hospodářství je i vodní hospodářství, které tvoří soubor organizací, jejichž hlavní náplní jsou vodohospodářské činnosti.

Pracuji v jedné z největších vodárenských společností na severu Čech, která se mimo jiné zabývá zásobováním pitné vody a odváděním a zpracováním odpadních vod. Z tohoto důvodu jsem se rozhodl zabývat níže popsaným tématem.

Cílem této práce je vybrané katastrální území obce Chlumec. Zaměřím se na dosavadní problematiku kanalizačního systému v této obci, tj. definovat nedostatky kanalizační sítě, ale také čistírny odpadních vod (dále jen ČOV).

Následně se budu snažit najít taková řešení, která umožní napojení dalších obyvatel dle požadavku obce, odstranit resp. omezit nátok dešťových vod do splaškové kanalizace a zajistit čištění odpadních vod ze spádového území v souladu s platnou legislativou.

Nalezená řešení budou postoupena k dalšímu posouzení pro případné reálné využití.

1 TEORETICKÁ ČÁST

Pojmy:

1.1 Charakteristika města Chlumeč

Obec Chlumeč leží asi 5km severně od Ústí nad Labem, na úpatí Krušných hor, v nadmořské výšce 220 – 280 m n. m. Město tvoří 6 částí: Chlumeč, Stradov, Žandov, Český Újezd, Střížovice, Hrbovice a 6 katastrálních území o celkové plošné výměře 12,88 km². K 1. 1. 2016 měl Chlumeč 4 423 obyvatel. ²

Jedná se o obec s 347 rekreačními objekty, v obci jsou objekty s ubytovací kapacitou 45 lůžek. Zástavba je soustředěná, obec je zastavěna rodinnými a panelovými domy. Obcí protéká Ždírnický potok, který náleží do povodí Ohře, v obci se nenachází požární nádrž. Oblast spadá do ochranného pásma vodního zdroje Chlumeč.

Předpokládá se velký nárůst trvale žijících obyvatel a nárůst rekreačních objektů. V obci nejsou pracovní příležitosti.

1.2 PRVKÚK³

1.2.1 Vodovod

Obec Chlumeč je zásobována vodou ze skupinového vodovodu Telnice. Zdrojem vody je VDJ Chlumeč AKU – 2 x 500 m³ (250,00 / 255,00 m n. m.), ze kterého se čerpá pomocí ČS Chlumeč do VDJ Chlumeč Horka – 2 x 150 m³ (284,00 / 287,30 m n. m.) a do VDJ Chlumeč nový – 2 x 750 m³ (305,70 / 310,70 m n. m.). Do VDJ Chlumeč AKU přitéká voda z VDJ Telnice. Do VDJ Chlumeč nový je svedena voda z prameniště Chlumeč. Dále je možno zásobovat obec Chlumeč z vodárenského systému města Ústí nad Labem z VDJ Střížovická Hora. Obec Chlumeč je rozdělena na dvě tlaková pásma. Na vodovod je napojeno 100 % obyvatel. Majitelem vodárenského zařízení je

² CHLUMEC oficiální stránky města, [online], Město Chlumeč, 2016, [Citace: 6.1.2016], Dostupné na WWW: <http://www.mesto-chlumece.cz/>

³ Srov. Ústecký kraj, *Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Ústeckého kraje (PRVKÚK)*, <http://www.kr-ustecky.cz/plan-rozvoje-vodovodu-a-kanalizaci-usteckeho-kraje-prvkuk/d-828508>

Severočeská vodárenská společnost a.s. a majetek provozují Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.

1.2.2 Náhradní zdroj a způsob zásobování obyvatelstva pitnou vodou

Pro zajištění náhradního zásobování vodou byly vytipovány zdroje Sebužín, Ostrov, Tlučeň. V samotné obci se nenachází náhradní zdroj pitné vody. Cisterny ze závodu Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. budou v maximálním množství 15l/den/obyvatele zajišťovat nouzové zásobování pitnou vodou. Tento způsob zásobování bude doplněn o nabídku balené vody. Z veřejného vodovodu bude zajištěna distribuce pouze užitkové vody. O využívání zdrojů pro zásobení užitkovou vodou se bude postupovat podle nařízení územně příslušného hygienika.

1.2.3 Kanalizace a ČOV

Obec Chlumeč má splaškovou kanalizaci ukončenou ČOV Chlumeč a z části jednotnou kanalizaci. Majitelem ČOV a kanalizace je Severočeská vodárenská společnost a.s. a majetek provozují Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Mechanicko–biologická ČOV je nízko-zatěžovaná se třemi oxidačními příkopy a se 4 dosazovacími nádržemi typu Dortmund. Je tvořena linkou hrubého předčištění Fontana R, které sestává ze samočisticích česlí, lisu na shrabky, lapáku písku. Kalové hospodářství je tvořeno kalojemem užitného objemu 100 m³ a 10 ks kalových polí. Recipientem je Ždírnický potok.

Projektované parametry

Q = 17,70 l/s

Qroční = 559 545 m³/rok

BSK5 přítok = 167 mg/l

BSK5 přítok = 93,22 t/rok

NL přítok = 277,23 mg/l

NL přítok = 154,75 t/rok

BSK5 odtok = 16,70 mg/l
 BSK5 odtok = 9,32 t/rok
 NL odtok = 19,89 mg/l
 NL odtok = 11,10 t

Výkonové parametry

	přítok	odtok
Počet EO =	2861	
Qroční =	259 545 m ³ /r	
Qdenní =	711,02 m ³ /d	
Q =	8,23 l/s	
BSK5 prům. =	241,40 mg/l	4,6 mg/l
BSK5 =	62,65 t/rok	1,19 t/rok
CHSK prům. =	490,90 mg/l	26 mg/l
CHSK =	127,41 t/rok	6,75 t/rok
NL prům. =	244,30 mg/l	6 mg/l
NL =	63,41 t/rok	1,56 t/rok
N-NH ₄ =	2,17 mg/l	
N-NH ₄ =	0,56 t/rok	
P celk. =	7,85 mg/l	5,36 mg/l
P max. =	2,04 t/rok	1,38 t/rok

1.3 Územní plán⁴

Město Chlumeč má zpracovaný návrh územního plánu z října 2013. Tento návrh se zabývá základní koncepcí územního rozvoje obce, ale také ochranou a rozvojem hodnot dané lokality. Dále pak koncepčně řeší urbanizaci obce, veřejnou infrastrukturu, uspořádání krajiny, ale i vodní režim.

⁴ CHLUMEC oficiální stránky města, [online], Město Chlumeč, 2016, [Citace: 6.1.2016], Dostupné na WWW: <http://www.mesto-chlumeč.cz/>

Územní plán vymezuje plochy pro zvýšení retenční schopnosti území, jsou to suché poldry na Ždírnickém potoce. V nově zastavovaných územích je nutnost vytvářet prostory (místa) pro zasakování srážkových vod – není zde navržena samostatná stoková síť dešťové kanalizace.

Z hlediska zásobování pitnou vodou je stanoveno využívat stávající zdroje, které jsou co do kapacity i kvality dostačující.

S rozvojem kanalizace se počítá pouze v místní části Žandov. V ostatních místních částech budou odpadní vody zachycovány v bezodtokových jímkách. Jednotlivé objekty musí dešťové vody likvidovat na pozemcích daných nemovitostí. Dešťové vody z veřejných ploch a komunikací budou zasakovány co nejbližší místu jejich spadu nebo svedeny do vhodných blízkých recipientů.

V územním plánu se počítá s přepojením kanalizační sítě v Chlumci na kanalizační síť, respektive ČOV Ústí nad Labem.

1.4 Kanalizační řád pro kanalizační systém města Chlumec

Obecně se Kanalizačním řádem nazývá dokument, kterým je řízen provoz kanalizace pro veřejnou potřebu v obci a to dle § 14, odst. 3 zákona č. 274/2001 Sb. Tento dokument a ostatní smlouvy o odvádění odpadních vod tvoří právní podstatu pro vypouštění odpadních vod do veřejné kanalizace. Kanalizační řád stanovuje nejvyšší přípustnou míru znečištění a nejvyšší přípustné množství odpadních vod vypouštěných do kanalizace. Cílem Kanalizačního řádu je vytvořit takové podmínky, které zajistí plynulé a bezpečné odvádění odpadních vod, jejich čištění a dodržení povolení vodoprávního úřadu k vypouštění odpadních vod do povrchových vod.

Z výše uvedeného vyplývá, že Kanalizační řád pro obec Chlumec obsahuje informace dané zákonem aplikované na konkrétní kanalizační síť.

1.5 Definice problematiky – kritická místa kanalizační sítě, nevýhody současné ČOV a její současný stav

1.5.1 Kritická místa kanalizační sítě

Kanalizační systém Chlumce je relativně nový – převážná většina stávajících stok byla, dle údajů v GIS, vybudována v 70. a 80. letech 20. století. Systém byl zřejmě budován jako v zásadě oddílný – splaškové vody měly být svedeny na ČOV Chlumec a vody srážkové do městem protékajícího recipientu – Chlumeckého potoka.

Tento předpoklad ale nebyl, z blíže neznámých důvodů, důsledně naplněn v celém povodí. Jednoznačně oddílnou kanalizaci dnes má cca 78% povodí ČOV.

Na zbývajících území jsou vedeny:

- buď pouze jednotné stoky (ulice Skřivánčí, Sadařská, Nad Školou, Holubova a Ústecká v napojení ulice Nad Horkou),
- nebo je sice proveden oddílný systém, ale s nedůsledným až chaotickým napojením splaškových a dešťových přípojek na obě paralelně vedená potrubí.

Podrobným průzkumem provozovatele v únoru až březnu 2014 se podařilo „pseudooddílné“ povodí omezit pouze na oblasti ulice Tuchomyšlské a přilehlého úseku ulice Nad Horkou, tj. na cca 4% povodí. V ulicích Krušnohorské a Ladově nebylo napojení přípojek na stoku opačné soustavy zjištěno a povodí 9 dle situace tak má oddílný systém.

Do stokové sítě Chlumce se v současné době čerpají splaškové vody ze Stradova (ČSOV Stradov u Chabařovic). Malé povodí (č. 11) v oblasti křižovatky ulic Ústecká a Pod Horkou má stávající jednotnou kanalizaci, svedenou v současné době přímo do recipientu.

Kanalizace je v majetku SVS a.s. a provozovatelem jsou Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.

1.5.2 Nevýhody současné ČOV

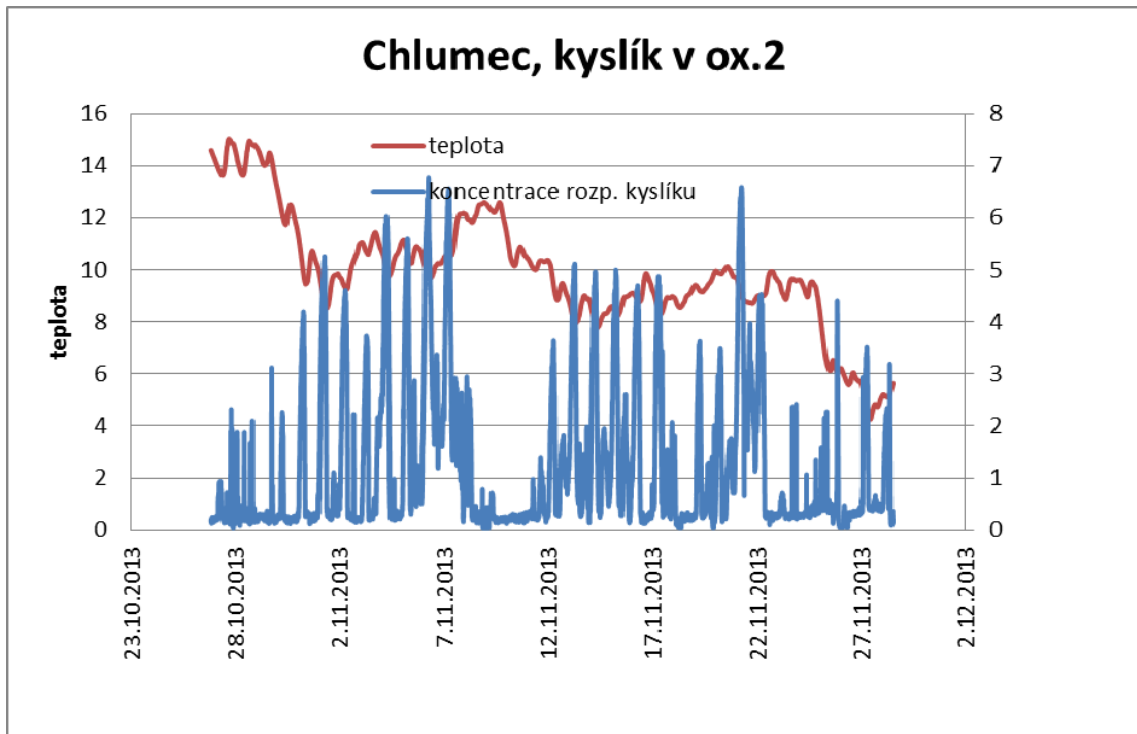
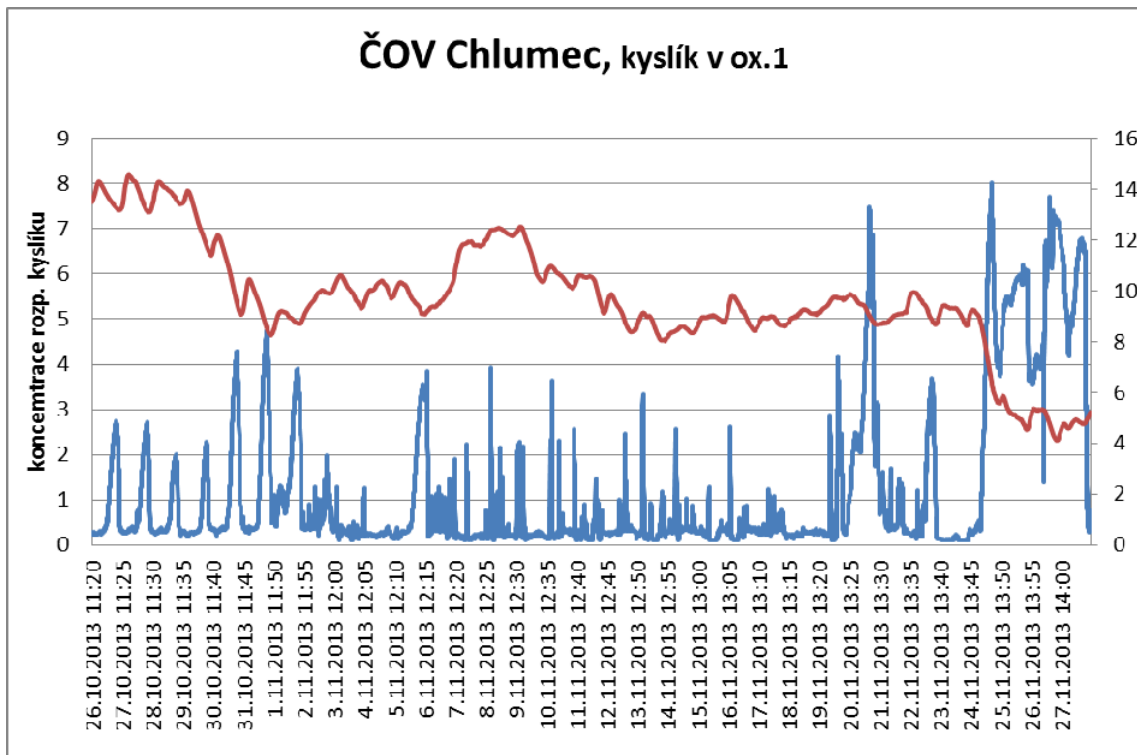
- ČOV je hydraulicky přetěžovaná – není důsledně dodržen systém oddílné splaškové a dešťové kanalizace.

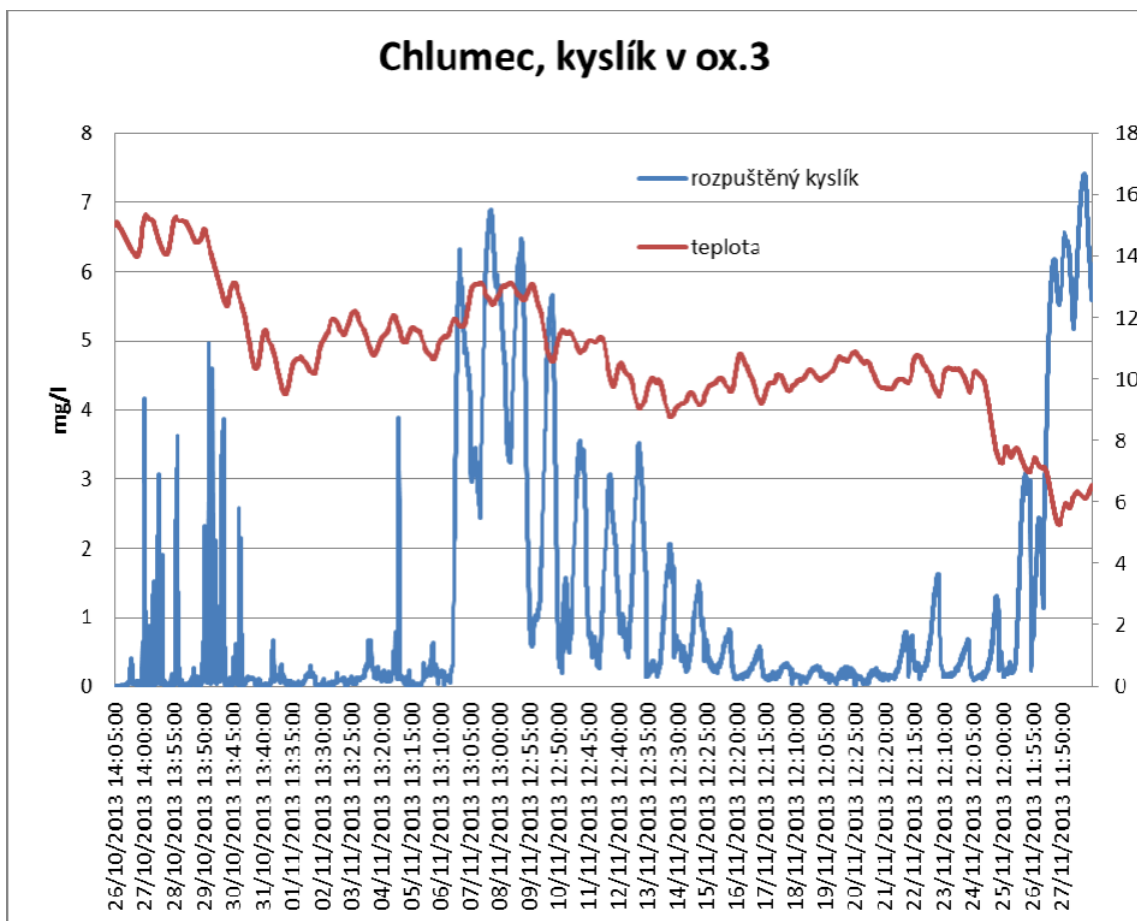
- Strojně stírané česle – tvoří slabé místo, vzdouvá se hladina a odlehčuje se před ČOV na kanalizační síti.
- Nedostatečná kapacita hrubého předčištění – jsou zde strojní česle šířky 400 mm ve žlabu šířky 500 mm – dochází ke vzdouvání vody a do AN se dostávají nečistoty, které ucpávají potrubí na DN a zároveň jsou jednou z příčin zvyšování hladiny.
- Přítok na ČOV překračuje max. kapacitu ČOV, přitéká až 100 l/s a způsobuje to vzdouvání vody a vytékání revizními šachtami na ČOV a zároveň velké kolísání hladiny u AN3 se zatápěním ox. bubnů a vyvolání následných poruch na zařízení.
- Chybí obtok biologického stupně.
- Stávající rozdělovací objekt je nevyhovující – je přetěžován zejména oxidační příkop AN3.
- ČOV neplní kvalitu odtoku v parametru N-NH₄⁺, aktivační nádrže jsou nedostatečně provzdušňované - ČOV má nedostatečnou OC při instalaci současných ox. bubnů (8 kusů).
- Zaměřením byly zjištěny rozdílné výšky dna a hladiny u jednotlivých AN1 až AN3.
- ČOV vyžaduje nové vystrojení lapáku písku a těžení písku mamutkou s kompresorem do nového separátoru písku. Původní pračka písku je využita pro zkapacitnění česlí.
- Stávající dávkování síranu železitého není regulováno dle přítoku a tudíž nezajišťuje kvalitu odtoku v parametru Pcelk.
- Dále chybí automatické řízení množství vratného kalu do AN dle průtoku.
- Chybí také míchadlo v kalojemu a je nutná výměna trubních rozvodů v kalojemu – přívod, odtok a přepad.

1.5.3 Grafy O₂ a teploty v aktivačních nádržích

Grafy vycházejí z podkladů z kyslíkových sond v období od 26. 10. 2013, do 28. 11. 2013 ve 3 aktivačních nádržích. V těchto grafech je zaznamenán výrazný pokles teploty vody v aktivačních nádržích. Průměrné hodnoty O₂ v AN1 = 1,21 mg/l, v AN2 = 1,19 mg/l a v AN3 = 1,16 mg/l. Průměrná teplota v aktivačních nádržích se

pohybovala pod 10°C. Vyhodnocení dalších měsíců 02/2014 a 03/2014 bylo zjištěno, že množství rozpuštěného kyslíku je závislé na teplotě a největší deficit kyslíku je v oxidačním příkopu AN3 zejména při vyšších teplotách, tj. v letním období.





1.5.4 Současné objemy ČOV

Data byla získána z původní projektové dokumentace z roku 1969 a 1970 – I. etapa a také z PD dostavby 3. linky z roku 1976 – 2. etapa.

Oxidační příkop AN1

Užitný objem: 450 m³

Hloubka vody: 1,27 m

Oxidační příkop AN2

Užitný objem: 406 m³

Hloubka vody: 1,02 m

Oxidační příkop AN3

Užitný objem: 684 m³

Hloubka vody: 1,05 m

Vertikální dosazovací nádrže DN1 a DN 2

Vnitřní půdorysné rozměry: 4,8 x 4,8 m

Světlá hloubka: 5,1 m

Celková plocha 2 ks DN 46,08 m²

Vertikální dosazovací nádrže DN 3 a DN 4

Vnitřní půdorysné rozměry: 5,4 x 5,4 m

Světlá hloubka: 5,7 m

Celková plocha 2 ks DN 58,32 m²

Kalajem

Užitný objem: 100 m³

Vnitřní průměr: 5,35 m

Světlá hloubka: 4,8 m Max. hladina: 4,2 m

1.6 Vyhodnocení dostupných dat

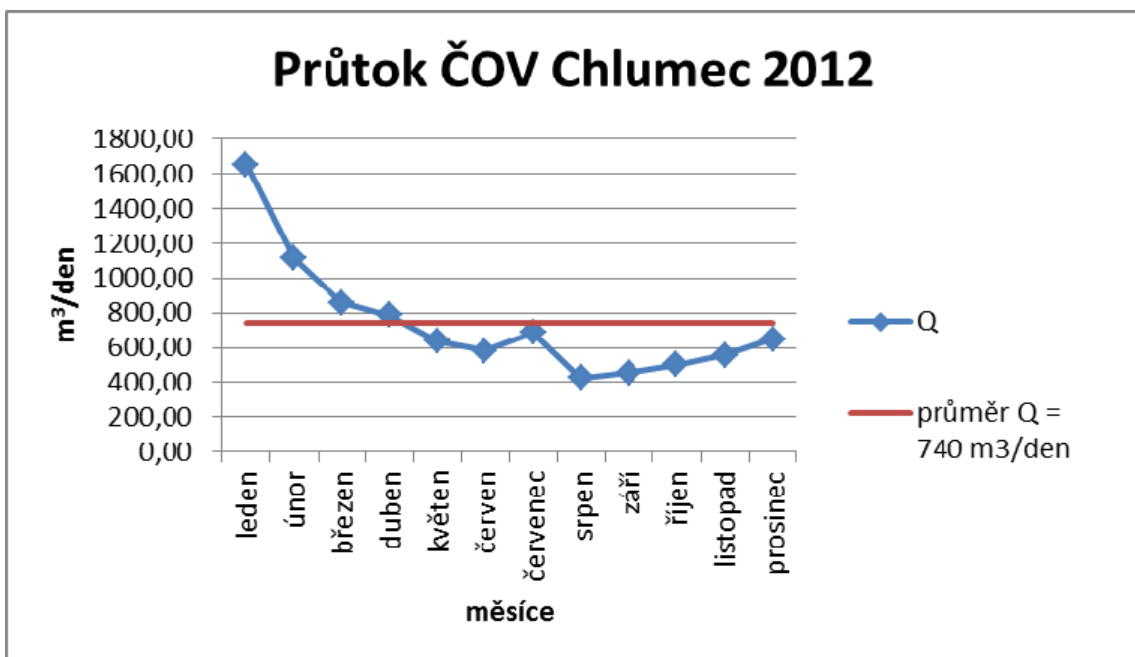
1.6.1 ČOV Chlumec

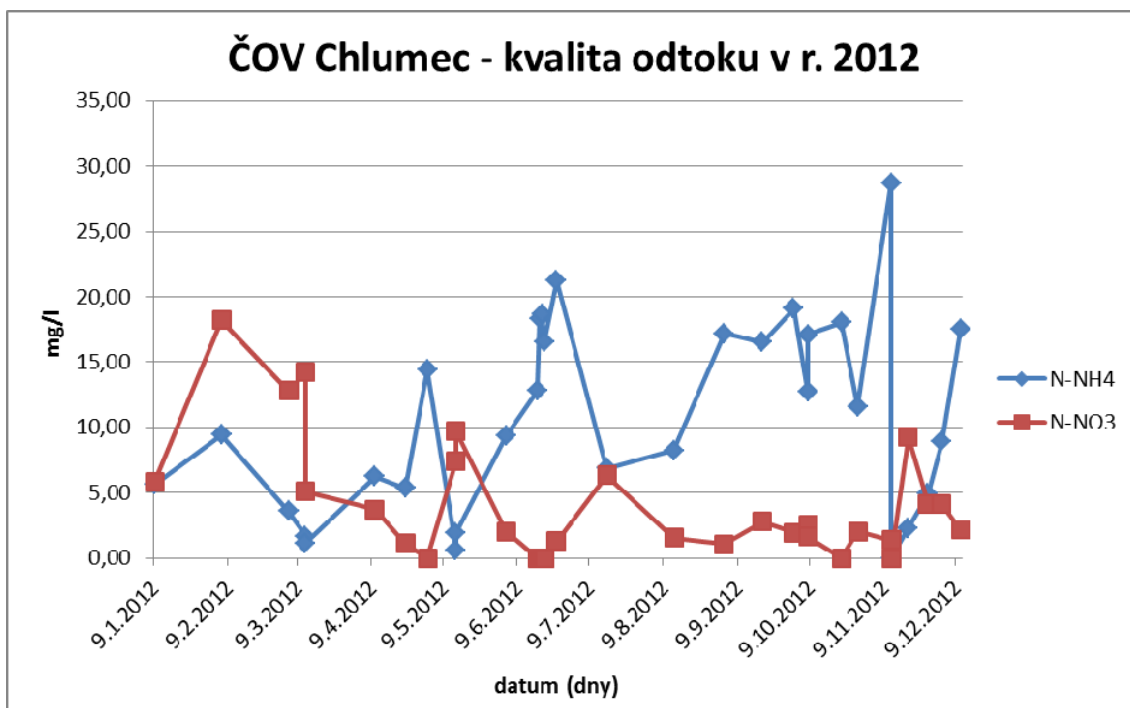
Na základě povolení k vypouštění vyčištěných odpadních vod do povrchových vod je současná velikost ČOV 3600 EO.

1.6.2 Podklady provozovatele

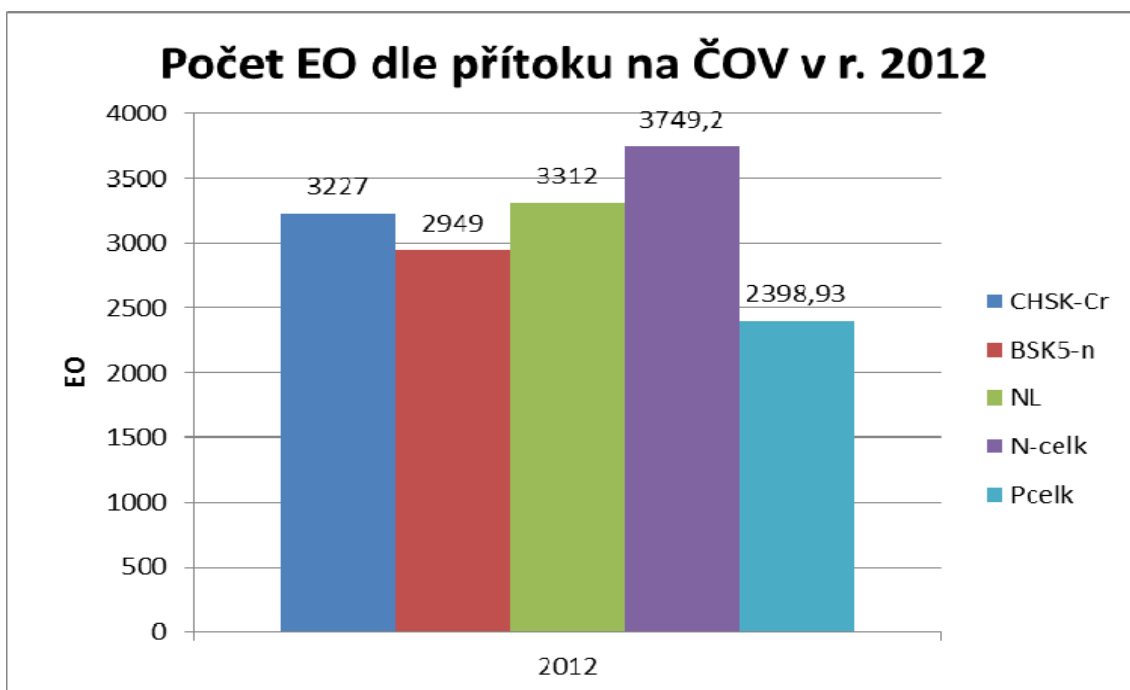
Pro vyhodnocení ČOV Chlumeč byly použity provozní výsledky z roku 2012. Na níže uvedeném grafu jsou vidět zvýšené průtoky v období leden až březen a následné stabilizování. Průměrný průtok činí cca 740 m³/d.

Pro nejlepší dostupné technologie nevyhovuje kvalita odtoku v parametru N-NH₄⁺, kde průměr je 8 mg/l a maximum 15 mg/l, přičemž nesplňuje současné povolení (roční průměr = 15 mg/l a m = 30 mg/l). Především v letním období jsou hodnoty N-NH₄ nad hranicí 15 mg/l.





Na níže uvedeném grafu je zatížení ČOV dle BSK5 2949 EO a dle Ncelk. 3749 EO.



1.6.3 Závěr

Předložené podklady ukazují, že ČOV je v současné době v kategorii nad 2000 EO, kde je požadovaná stabilní nitrifikace se simultánním srážením fosforu. To v současném povolení na vypouštění s platností do 31. 12. 2020 není uvedeno. ČOV je přetěžována dešťovými vodami, které natékají oddílnou splaškovou kanalizací. Zatížení ČOV dle přítoku je nejvyšší v parametru Ncelk. – 3749 EO.

1.7 Návrhové parametry

1.7.1 Chlumeč a Stradov – r. 2012

Průtoky za bezdeští			
	ČSN	Hodn	Jednot
Počet obyvateľ trvale bydl. napojených na kanalizaci		4257	
Specifická spotřeba na 1 trvale bydlícího obyvatele včetně vybavenosti		100	l/(os*d)
Součinitel denní nerovnoměrnosti,	kd,m	1,4	
Součinitel hodinové nerovnoměrnosti,	kh,m	2	
Procento balastních vod z Q24m a Q24p		75	%
Průměrný denní přítok od obyvateľstva	O24,m	425,7	m3/d
Přítok balastních vod	OB	319,3	m3/d
Průměrný denní přítok	O24	745,0	m3/d
Průměrný denní přítok	O24	31,0	m3/h
Průměrný denní přítok	O24	8,6	l/s
Maximální denní přítok od	Od,m	596,0	m3/d
Maximální denní přítok	Od,m	915,3	m3/d
Maximální denní přítok	Od	38,1	m3/h
Maximální denní přítok	Od(č)	10,6	l/s
Maximální hodinový přítok od	Oh,m	49,7	m3/h
Maximální hodinový přítok	Oh	63,0	m3/h
Maximální hodinový přítok	Oh(č)	17,5	l/s
Minimální přítok	Omin	23,9	m3/h
Minimální přítok	Omin(6,6	l/s

Průtoky za deště			
		Hodnoty	Jednotky
Navržený přítok na ČOV (eventuelně)	Odešť(č)	360.0	m ³ /h
Přítok na ČOV	Odešť(č)	100.0	l/s
Navržený přítok na biologii	Obio	144.0	m ³ /h
Přítok na biologii	Obio	40.0	l/s
Odlehčení v ČOV		60.0	l/s

Látkové zatížení			
	ČSN	Hodnoty	Jednotky
Průměrný denní přítok	O24	745.0	m ³ /d
Maximální denní přítok	Od=Ov	38.1	m ³ /h
Maximální přítok na ČOV za deště	Odešť	360.0	m ³ /h
Maximální hodinový přítok	Oh	63.0	m ³ /h
Maximální přítok na biologii za deště	Obio	144.0	m ³ /h
Minimální přítok	Omin	23.9	m ³ /h
BSK5	BSK5	177.0	kg/d
		237.6	mg/l
CHSK	CHSK	387.0	kg/d
		519.5	mg/l
Nc	Nc	41.2	kg/d
		55.3	mg/l
Pc	Pc	6.0	kg/d
		8.1	mg/l
NL	NL	182.0	kg/d
		244.3	mg/l
Počet připojených obyvateľ	O	4257	
Počet ekvivalentních obyvatel, BSK5 60	EO	2950	
Nadmořská výška ČOV		210	m n.m.
Průměrná teplota OV	T	15	°C
Minimální teplota OV	Tmin	10	°C
Maximální teplota OV	Tmax	20	°C
Počet dní v roce s teplotami nižšími jak		120	d

1.7.2 Chlumeč, Stradov, Žandov – výhledový stav

Průtoky za bezdeští			
	ČSN	Hodnoty	Jednotky
Počet obyvateľ trvale bydl. napojených na kanalizaci		5109	
Specifická spotřeba na 1 trvale bydlícího obyvatele včetně vybavenosti		100	l/(os*d)
Součinitel denní nerovnoměrnosti.	kd,m	1,4	
Součinitel hodinové nerovnoměrnosti.	kh,m	2	
Procento balastních vod z O24m a O24p		75	%
Průměrný denní přítok od obyvateľstva	O24,m	510,9	m ³ /d
Přítok balastních vod	OB	383,2	m ³ /d

Průměrný denní přítok	Q24	894,1	m3/d
Průměrný denní přítok	Q24	37,3	m3/h
Průměrný denní přítok	Q24	10,3	l/s
Maximální denní přítok od obyvatele	Od,m	715,3	m3/d
Maximální denní přítok	Od,m	1098,5	m3/d
Maximální denní přítok	Od	45,8	m3/h
Maximální denní přítok	Od(č)	12,7	l/s
Maximální hodinový přítok od obyvatele	Oh,m	59,6	m3/h
Maximální hodinový přítok	Oh	75,6	m3/h
Maximální hodinový přítok	Oh(č)	21,0	l/s
Minimální přítok	Omin	28,7	m3/h
Minimální přítok	Omin(č)	8,0	l/s

Průtoky za deště			
		Hodnoty	Jednotky
Přítok na ČOV	Odešť	360,0	m3/h
Přítok na ČOV	Odešť(č)	100,0	l/s
Navržený přítok na biologii	Obio	144,0	m3/h
Přítok na biologii	Obio	40,0	l/s

Látkové zatížení			
	ČSN	Hodnoty	Jednotky
Průměrný denní přítok	Q24	894,1	m3/d
Maximální denní přítok	Od=Ov	45,8	m3/h
Maximální přítok na ČOV za deště	Odešť	144,0	m3/h
Maximální hodinový přítok	Oh	75,6	m3/h
Maximální přítok na biologii za deště	Obio	144,0	m3/h
Minimální přítok	Omin	28,7	m3/h
BSK5	BSK5	216,0	kg/d
		241,6	mg/l
CHSK	CHSK	465,0	kg/d
		520,1	mg/l
Nc	Nc	49,4	kg/d
		55,3	mg/l
Pc	Pc	7,2	kg/d
		8,1	mg/l
NL	NL	220,0	kg/d
		246,1	mg/l
Počet připojených obyvateľ	O	5109	
Počet ekvivalentních obyvatel, BSK5 60	EO	3600	
Nadmořská výška ČOV		210	m n.m.
Průměrná teplota OV	T	15	°C
Minimální teplota OV	Tmin	10	°C
Maximální teplota OV	Tmax	20	°C

2 METODIKA

3 PRAKTICKÁ ČÁST

3.1 ČOV – technologický výpočet

3.1.1 Návrh č. 1 – úprava stávající ČOV

- Pro 3600 EO.
- Max. průtok biologickým stupněm: 40 l/s.
- Využití všech tří stávajících oxidačních příkopů se simultánní denitrifikací a nitrifikací.
- Zachování stávajících dosazovacích nádrží i chemické eliminace fosforu.

Stáří kalu a produkce přebytečného kalu				
Potřebná denitrifikační kapacita		DK	0,068	
Navržený poměr VD/(VN+VD)	VD/(VN+	VD/VBB	0,5	
Skutečná denitrifikační kapacita		DK	0,150	
Navržené stáří kalu	Ox	tTS	25,00	d
Navržená produkce přebytečného		ÚSB	184,0	kg/d
Organický podíl přebytečného kalu			65	%

Simultánní srážení fosforu a dosrážení (Fe)				
Poměr Pc ke srážení/BSK5 přivedené do aktivace			0,009	
Potřebné množství kovu			5,1	kg/d
Spotřeba Fe ₂ (SO ₄) ₃			18,3	kg/d
Spotřeba 41% roztoku Fe₂(SO₄)₃			29,0	l/d
Součinitel pro maximum Pc			1,15	
Součinitel pro minimum Pc			0,60	
Velikost maximální dávky			1,4	l/h

Velikost minimální dávky			0,7	l/h
Produkce kalu ze srážení Pc, ATV A131,		USp	12,9	kg/d
Únik kalu odtokem z DN			16,3	kg/d
Produkce přebytečného kalu v aktivaci		Usakiv	196,9	kg/d
Produkce přebytečného kalu v ČOV		US	180,6	kg/d

Při dodržení dávkování 41% roztoku $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ bude spotřeba 29 l/d.

Z tohoto důvodu bude potřeba dvouplášťové nádrže užitého objemu 10 m³ na cca 11 měsíců.

Simultánní srážení fosforu a dosrážení (Al)				
Poměr Pc ke srážení/BSK5 přivedené do aktivace			0,009	
Potřebné množství kovu			2,5	kg/d
Spotřeba $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$			29,6	kg/d
Spotřeba 50 % roztoku $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$			45,5	l/d
Součinitel pro maximum Pc			1,15	
Součinitel pro minimum Pc			0,60	
Velikost maximální dávky			0,7	l/h
Velikost minimální dávky			0,3	l/h
Produkce kalu ze srážení Pc, ATV		USp	10,0	kg/d
Únik kalu odtokem z DN			16,3	kg/d
Produkce přebytečného kalu v aktivaci		Usakiv	194,0	kg/d
Produkce přebytečného kalu v ČOV		US	177,7	kg/d

Při dodržení dávkování 50% roztoku $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ bude spotřeba 45,5 l/d.

Z tohoto důvodu bude potřeba dvouplášťové nádrže užitého objemu 10 m³ na cca 7 měsíců.

Aktivační nádrž				
Navržená koncentrace kalu v AN	X	TSbb	3,2	kg/m ³
Navržený objem aktivace	VAN	VBB	1540	m³
Objem denitrifikace	VD	VD	770	m³

Objem nitrifikace	VN	VN	770	m3
Látkové zatížení kalu, BSK5	BX	Bts	0,044	kg/(kg*d)
Objemové látkové zatížení, BSK5	BV	Br	0,140	kg/(m3*d)
Flexibilní objem % z D			0,00	%
Objem denitrifikace bez Dfl	V(D-Dfl)		770,0	m3
Doba kontaktu v denitrifikaci, Ov	tD	t	4,10	h
Doba kontaktu v denitrifikaci bez Dfl,	t(D-Dfl)		4,10	h
Doba kontaktu v denitrifikaci, Obio	tDbio		2,69	h
Doba kontaktu v denitrifikaci bez Dfl,	t(D-		2,69	h
Minimální doba kontaktu v			0,50	h
Objem nitrifikace s Nfl	V(N+Nfl)		770	m3
Doba kontaktu v nitrifikaci, Ov	tN	t	4,10	h
Doba kontaktu v nitrifikaci s Nfl, Ov	t(N+Nfl)		4,10	h
Doba kontaktu v nitrifikaci, Obio	tNbio		2,69	h
Doba kontaktu v nitrifikaci s Nfl,	t(N+Nfl)bi		2,69	h
Minimální doba kontaktu v			1,50	h

Dosazovací nádrž - vertikální				
Objemové zatížení kalem		qSV	600	l/(m2*h)
Kalový index	KI	ISV	120	ml/g
Doba zahušťování		tE	2	h
Srovnávací objem		VSV	384	l/m3
Koncentrace kalu u dna		TSBS	10,50	kg/m3
Součinitel vyjadřující vyklízení kalu			0,70	
Koncentrace kalu v recirkulaci		TSRS	7,35	kg/m3
Recirkulační poměr externí		RV	0,771	
Recirkulační poměr externí, min-max,			0,5/0,5 - 1,5/-	
Recirkulované množství externí,		QreATV	58,3	m3/h
Recirkulované množství externí,		QreČSN	35,3	m3/h
Navržené recirkulované množství		Qre	63,2	m3/h
Minimální recirkulované množství		Qremin	28,7	m3/h
Maximální recirkulované množství externí za deště	(0,7*X*Qbio)	Qremax	63,1	m3/h

Celkový užitný objem AN: 1540 m³

Oxidační příkop AN1 - Užitný objem: 450 m³

Oxidační příkop AN2 - Užitný objem: 406 m³

Oxidační příkop AN3 - Užitný objem: 684 m³

Výpočet OCp a OCst, TNV 75 6613 a množství vzduchu			
Standardní OC maximální zvolená podle	OCstmax	950,4	kg/d
Standardní OC průměrná zvolená podle ATV	OCstprům	828,2	kg/d
Standardní OC minimální zvolená podle	OCstmin	635,0	kg/d

	AN1	AN2	AN3	
Standardní OC maximální	277,7	250,6	422,1	kg/d
Standardní OC průměrná	242,0	218,3	367,9	kg/d
Standardní OC minimální	185,6	167,4	282,0	kg/d

Kal ke stabilizaci			
Sušina směsného surového kalu		180,64	kg/d
Koncentrace směsného surového kalu		0,73	%
Objem směsného surového kalu		24,75	m ³ /d
Koncentrace po odběru kalové vody		2,5	%
Objem kalu po odběru kalové vody		7,23	m ³ /d
Objem kalové vody		17,52	m ³ /d
Navržený objem celkový		100,00	m ³
Skutečná doba uskladnění		6,26	d

3.2 Návrh č. 2 – dostavba AN

- Pro 3600 EO
- Max. průtok biologickým stupněm: 40 l/s.
- Dostavba dvojlinky aktivačních nádrží s předřazenou denitrifikací a nitrifikací s jemnobublinnou aerací.
- Budou využity stávající dosazovací nádrže, doplňuje se chemická eliminace fosforu.

Stáří kalu a produkce přebytečného kalu				
Potřebná denitrifikační kapacita		DK	0,068	
Navržený poměr VD/(VN+VD)	VD/(VN+	VD/VBB	0,3	
Skutečná denitrifikační kapacita		DK	0,130	
Navržené stáří kalu	Ox	tTS	25,00	d
Navržená produkce přebytečného kalu		ÜSB	184,0	kg/d
Organický podíl přebytečného kalu			65	%

Simultánní srážení fosforu a dosrážení (Fe)				
Poměr Pc ke srážení/BSK5 přivedené do aktivace			0,009	
Potřebné množství kovu			5,1	kg/d
Spotřeba Fe ₂ (SO ₄) ₃			18,3	kg/d
Spotřeba 41% roztoku Fe ₂ (SO ₄) ₃			29,0	l/d
Součinitel pro maximum Pc			1,15	
Součinitel pro minimum Pc			0,60	
Velikost maximální dávky			1,4	l/h
Velikost minimální dávky			0,7	l/h
Produkce kalu ze srážení Pc, ATV		USp	12,9	kg/d
Únik kalu odtokem z DN			16,3	kg/d
Produkce přebytečného kalu v aktivaci		Usakiv	196,9	kg/d
Produkce přebytečného kalu v ČOV		US	180,6	kg/d

Při dodržení dávkování 41% roztoku $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ bude spotřeba 29 l/d.

Z tohoto důvodu bude potřeba dvouplášťové nádrže užitého objemu 10 m³ na cca 11 měsíců.

Aktivační nádrž				
Navržená koncentrace kalu v AN	X	TSbb	3,5	kg/m ³
Objem aktivace, ČSN	VAN	VBB	1406	m ³
Objem denitrifikace	VD	VD	422	m ³
Objem nitrifikace	VN	VN	984	m ³

Dosazovací nádrž - vertikální				
Objemové zatížení kalem		qSV	600	l/(m ² *h)
Kalový index	KI	ISV	120	ml/g
Doba zahušťování		tE	2	h
Srovnávací objem		VSV	420	l/m ³
Koncentrace kalu u dna		TSBS	10,50	kg/m ³
Součinitel vyjadřující vyklízení kalu			0,70	
Koncentrace kalu v recirkulaci		TSRS	7,35	kg/m ³
Recirkulační poměr externí		RV	0,909	
Recirkulační poměr externí, min-max,			0,5/0,5 - 1,5/-	
Recirkulované množství externí,		QreATV	68,7	m ³ /h
Recirkulované množství externí, ČSN-		QreČSN	41,6	m ³ /h
Navržené recirkulované množství		Qre	72,1	m³/h
Minimální recirkulované množství		Qremin	33,9	m ³ /h
Maximální recirkulované množství externí za	(0,7*X*Qb io)	Qremax	72,0	m ³ /h

Celková plocha DN: 104,4 m²

Externí recirkulace: 72,1 m³/h

Vertikální dosazovací nádrže DN1 a DN 2

Celková plocha 2 ks DN: 46,08 m²

Externí recirkulace pro 2 DN: 31,8 m³/h
 Externí recirkulace pro 1 DN: 15,9 m³/h = 4,4 l/s

Vertikální dosazovací nádrže DN 3 a DN 4

Celková plocha 2 ks DN: 58,32 m²
 Externí recirkulace pro 2 DN: 40,3 m³/h
 Externí recirkulace pro 1 DN: 20,2 m³/h = 5,6 l/s

Výpočet OC_p a OC_{st}, TNV 75 6613 a množství vzduchu			
Aktivace bez regenerace (D+N), N			
Standardní OC maximální zvolená podle	OC _{stmax}	950,3	kg/d
Standardní OC průměrná zvolená podle	OC _{stprům}	827,9	kg/d
Standardní OC minimální zvolená podle	OC _{stmin}	635,0	kg/d
Hloubka vody v nitrifikaci	H	4,50	m
Navržená hloubka vody v nitrifikaci	H	4,50	m
Výška elementů nade dnem - dle výrobce		0,25	m
Hloubka ponoření aeračních elementů	H _a	4,25	m
Maximální dodávka vzduchu celková	Q _{vzmax}	610,6	m ³ /h
Průměrná dodávka vzduchu celková	Q _{vz}	516,4	m ³ /h
Minimální dodávka vzduchu celková	Q _{vzmin}	377,7	m ³ /h

Kal ke stabilizaci			
Sušina směsného surového kalu		180,64	kg/d
Koncentrace směsného surového kalu		0,73	%
Objem směsného surového kalu		24,75	m ³ /d
Koncentrace po odběru kalové vody		2,5	%
Objem kalu po odběru kalové vody		7,23	m ³ /d
Objem kalové vody		17,52	m ³ /d
Navržený objem celkový		100,00	m ³
Skutečná doba uskladnění		6,26	d

3.3 Návrhy řešení

3.3.1 Kanalizační síť

Cílem navržených opatření je zamezit nebo alespoň v maximální možné míře omezit nátoky dešťových vod do kanalizační sítě, která je zakončená ČOV Chlumec. Tzn. odstranit chybná napojení dešťových a splaškových přípojek na stoky opačného systému a zároveň napravit úseky jednotné kanalizace, které nesou systematicky vyřešeny.

Nátok na ČOV přes OK v ul. V Aleji

Přímý nátok na ČOV

3.3.2 ČOV

Návrh počítá se třemi variantami. První a druhá varianta se zabývají přestavbou stávající ČOV, třetí varianta počítá se zachováním hrubého předčištění a následným přečerpáváním odpadních vod do kanalizačního systému v Ústí nad Labem zakončeném ČOV Neštěmice.

Varianta č. 1 – nezbytné úpravy ČOV

Tato varianta řeší nedostatky současné ČOV tak, aby byly splněny požadované kvalitativní limity na odtoku. Úpravy byly navrženy na cílový stav 3600 EO a max. průtok 40 l/s. Podmínkou je dořešení kanalizačního systému.

Varianta č. 2 – dostavba ČOV

Tato varianta řeší nedostatky současné ČOV a počítá s dostavbou aktivačních nádrží na cílový stav 3600 EO a max. průtok 40 l/s. Podmínkou je dořešení kanalizačního systému.

Varianta č. 3 – přečerpávání odpadních vod do kanalizačního systému v Ústí nad Labem

Řešení spočívá v úpravě stávajících dosazovacích nádrží, zrušením ČOV a vybudováním nové přečerpávací stanice. S tím souvisí položení nového trubního vedení z Chlumce do Ústí nad Labem. Podmínkou je dořešení kanalizačního systému.