



SFC Umwelttechnik

clean water for the world

ČOV Znojmo

TECHNICKÁ ZPRÁVA

C-TECH™ - METODA CYKlickÉ AKTIVACE KALU

Verze 03
30.11.2020

OBSAH

1.	SFC UMWELTTECHNIK KONTAKTNÍ ÚDAJE	3
2.	TERMÍNY A ZKRATKY	4
3.	ÚVODNÍ SLOVO	5
4.	C-TECH - POPIS TECHNOLOGIE	6
4.1	Biologický SELEKTOR-Zóny	7
4.2	OUR-Řízení	8
4.3	Dekanter	8
5.	CYKLY METODY C-TECH	10
5.1	Cyklus PLNĚNÍ/PROVZDUŠOVÁNÍ	10
5.2	Cyklus USAZOVÁNÍ	10
5.3	Cyklus ODTAH/DEKANTACE	10
5.4	Jednoduchý provoz C-TECH- technologie	12
6.	VÝHODY C-TECH	13
6.1	Mimořádné výhody při návrhu C-TECHu oproti jiným biologickým čistírnám	13
6.2	Výhody proti konvenčním čistírnám s technologií aktivovaného kalu	14
7.	NAVRŽENÁ OPATŘENÍ	15
7.1	Obecně	15
7.2	Cíl	15
8.	NÁVRHOVÁ DATA (DATA PRO DIMENZOVÁNÍ)	16
8.1	Použitá data	16
8.2	Přítok do ČOV	16
8.3	Předčištění	18
8.4	Návrhové hodnoty pro dimenzování – parametry na přítoku, koncentrace a zatížení	19
9.	CELKOVÁ KONFIGURACE ČISTÍRNY	22
10.	TECHNICKÁ DATA	23
10.1	Jemné česle	23
10.2	Lapák písku a tuku	23
10.3	Hrubé odkalení	24
10.4	C-TECH Systém	25
10.4.1	C-TECH návrhová data pro dimenzování	25
10.4.2	Srážení fosforu	26
10.4.3	C-TECH produkce kalu	27
10.4.4	Systém provzdušování nádrží C-TECH	28
10.4.5	Dmychadla	30
10.4.6	Ekonomické srovnání	31

10.4.7	Dekanter	32
10.5	Kalová linka	32
10.6	Řízení a měřicí přístroje	32
10.6.1	Měřicí přístroje	32
10.6.2	Řízení	32

1. SFC Umwelttechnik kontaktní údaje

SFC Umwelttechnik GmbH
Julius-Welser-Straße 15
5020 Salzburg
Österreich

Tel.: +43 (0) 662 43 49 02
Fax: +43 (0) 662 43 49 02 – 8

E-Mail: office@sfcu.at
Homepage: www.sfcu.at

2. Termíny a zkratky

BSB	Biologická spotřeba kyslíku
BWL	Bottom Water Level (nejnižší hladina vody)
CSB	Chemická spotřeba kyslíku
F/M ratio	Food-to-Microorganism Ratio (zatížení kalu)
Fc	Faktor bezpečnosti pro uhlík
Fn	Faktor bezpečnosti pro dusík
MLSS	Mixed Liquor Suspended Solids (koncentrace aktivovaného kalu)
O&M	Operation & Maintenance (provoz a obsluha)
OUR	Oxygen Uptake Rate (míra absorpce kyslíku)
PAO	Phosphorus Accumulating Organism (organismy akumulující fosfor)
PCS	Process Control System (řídící systém procesu)
EGW	Ekvivalentní obyvatelé
Q d	Denní přítok
RAS	Return Activated Sludge (vratný kal)
SAS	Surplus Activated Sludge (přebytečný kal)
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SFCU	Zkratka pro SFC Umwelttechnik GmbH
AfSt	Odfiltrovatelné nerozpuštěné látky
TKN	Kjeldahl dusík celkový
T-N	Dusík celkový
T-P	Fosfor celkový
TWL	Top Water Level (výška hladiny vody)
KA	ČOV

3. Úvodní slovo

C-TECH je technologie firmy SFC Umwelttechnik GmbH pro čištění průmyslových a komunálních odpadních vod. Tato technologie je nejpokrokovější metoda cyklické aktivace kalu s četnými jedinečnými vlastnostmi a bezpočtem referencí po celém světě.

Předkládaný dokument má obsáhle objasnit technologii C-TECH a její přednosti.

Název projektu: ČOV Znojmo
Země: Česká republika
Zákazník: VAK Znojensko

Upozornění:

Tento dokument je důvěrný a příjemcem smí být použit jen pro předkládaný projekt. V době vytvoření dokumentu byly veškeré informace, data a návody aktuální.

Rozmnožování tohoto dokumentu nebo částečné / celé použití obsahu není bez písemného souhlasu firmy SFC Umwelttechnik GmbH dovoleno.

4. C-TECH - popis technologie

Metoda C-TECH je nejpokrokovější SBR-System na světě s technologií cyklické aktivace kalu, sloužící k čištění odpadních vod.

SBR (Sequencing-Batch-Reactor) je cyklický proces úpravy odpadní vody s biologickým čištěním odpadní vody a odsazením aktivovaného kalu v jedné nádrži, s provozováním na principu vzduť. Hlavní rozdíl mezi C-TECHem a jinými SBR-Systemy je biologický SELEKTOR na straně přítoku do nádrže, do kterého je zaveden vratný kal z části hlavního provzdušování a to za účelem potlačení vzplývavého kalu. Umožňuje také současnou Nitrifikaci / Denitrifikaci v provzdušované části nádrže a zlepšuje biologické odstraňování fosforu.

Druhý rozdíl oproti jiným SBR-Systemům je OUR-Regulace k regulaci intenzity provzdušování tak, aby intenzita odpovídala skutečným požadavkům procesu (podle přítoku a znečištění).

Třetí hlavní vlastností je speciální konstrukce DEKANTERU s motorovým pohonem, který odtahuje vyčištěnou vodu z nádrží bez nerozpuštěných látek.

V konečném součtu poskytuje C-TECH velký počet procesních výhod oproti běžným technologiím při úspoře místa až 50% a při značné úspoře finančních nákladů.

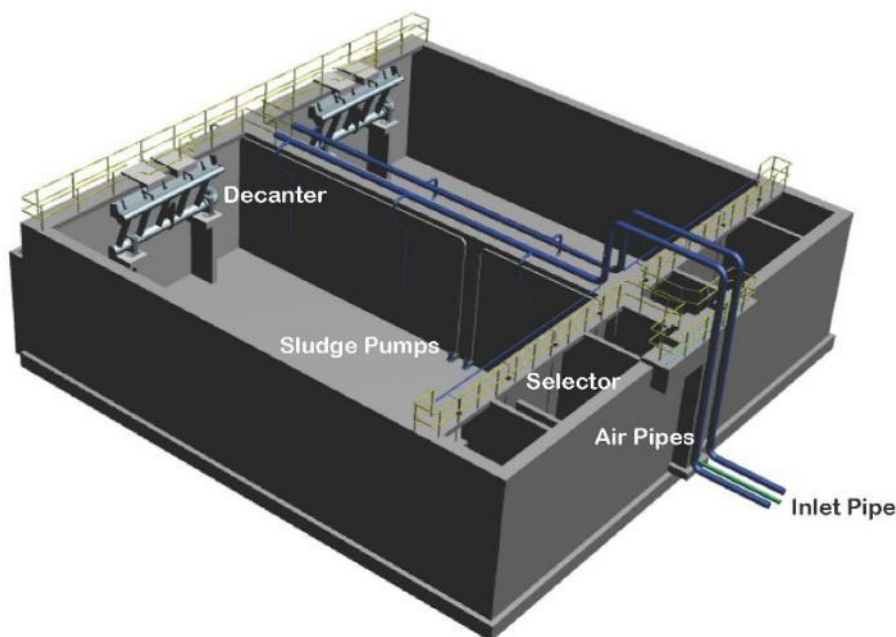


Abb. 1. Charakteristické C-TECH nádrže s hlavními znaky

4.1 Biologický SELEKTOR-Zóny

Integrovaní speciálního biologického SELEKTORU do systému C-TECH ho odlišuje od všech ostatních technologií. Na základě této procesní vlastnosti není anoxická fáze v cyklu potřebná.

Biologický SELEKTOR zjednodušuje řízení procesu a zaručuje biologickou selekci převážně vločkovitými mikroorganismy.

Biologický SELEKTOR funguje při hluboce anoxických až anaerobních reakčních podmínkách, přičemž lehce odbouratelné rozpuštěné organické frakce v odpadní vodě (CHSK a BSK) se rychle odbourají enzymatickými transferními mechanismy bakterií.

Vysoké zatížení kalu v selektoru potlačuje růst vláknitých bakterií. V zásadě mají vláknité bakterie větší specifický povrch než bakterie formující se do vloček. Proto rostou vláknité bakterie při nízkém přísunu živin (poměr F/M nebo zatížení kalu) lépe než bakterie vločkovité. SELEKTOR generuje pro bakterie vysoký přísun živin, tímto se výhoda vláknitých bakterií ztrácí a bakterie formující se do vloček rostou lépe než bakterie vláknité. Typické hodnoty pro kalový index (SVI-hodnoty) leží u C-TECH-Systému pod 100 ml/g, se špičkovými hodnotami až 50 ml/g.

Vločkové bakterie umožňují současnou Nitrifikaci / Denitrifikaci v provzdušované části nádrže C-TECH. Nitrifikace se koná na povrchu vločky, přičemž denitrifikace uvnitř vločky. Proto nejsou potřeba žádná míchadla a žádné dodatečné cykly k denitrifikaci, což proces vcelku velmi zjednodušuje.

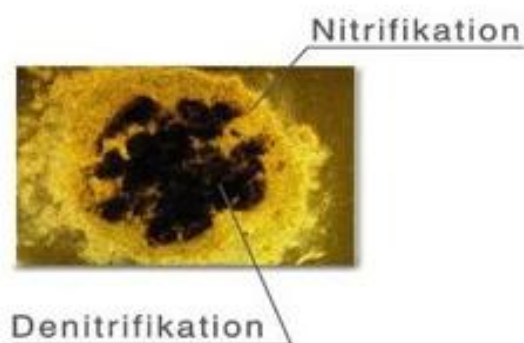


Abb. 2. Typické bakterie vytvářející makrovločky u technologie C-TECH

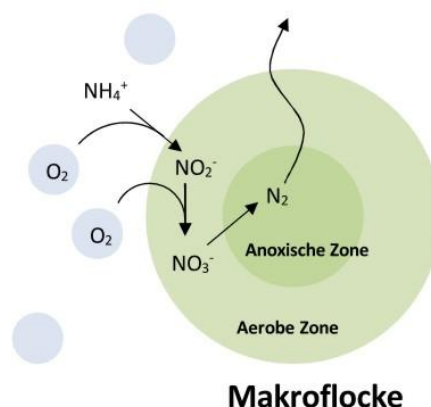


Abb. 3. Nitrifikace / Denitrifikace

Kombinace podmínek anaerobních (SELEKTOR) a aerobních (provzdušovaná část nádrže C-TECH) zvyšuje růst organismů akumulujících fosfor (PAO). Tyto bakterie mohou přijímat více fosforu, což se označuje jako "zvýšený biologický příjem fosforu" (Bio-P).

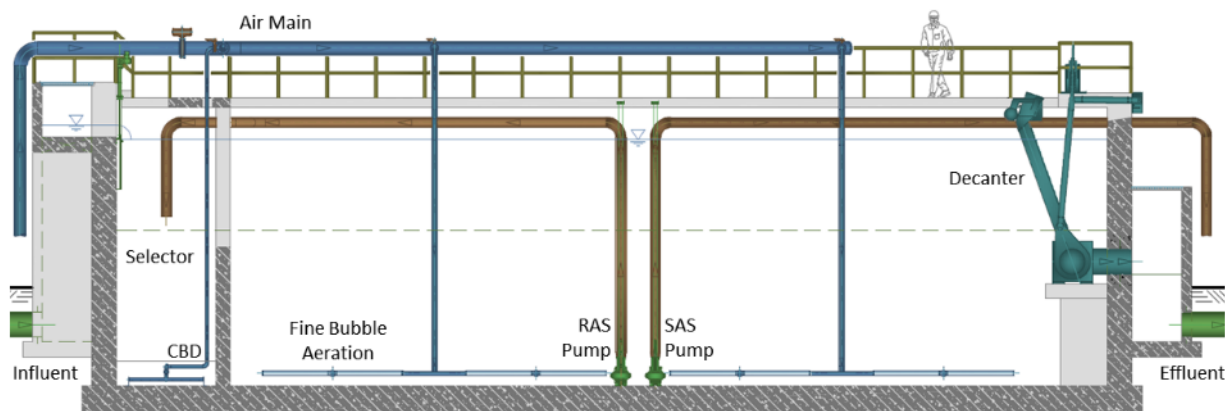


Abb. 4. Schematické zobrazení jedné C-TECH nádrže

4.2 OUR-Řízení

OUR-Řízení (Oxygen Uptake Rate – Míra absorpce kyslíku) používá měření rozpuštěného kyslíku, aby byl zabezpečen přísun kyslíku do procesu, jehož množství odpovídá přítoku a znečištění. Takto je potřeba kyslíku pro biomasu měřena během procesu v samotných nádržích a použita nakonec jako parametr řízení pro automatické řízení doby cyklu provzdušování a míry provzdušování.

Aktuální potřeba kyslíku pro proces může být snadno vyměřena skrze tuto míru absorpce kyslíku biomasy. Tato metoda je opatřením pro hospodárné a účinné využití energie. Provozem-OUR lze dosáhnout úspory energie minimálně 15%.

4.3 Dekanter

Každá nádrž obsahuje minimálně 1 (u velkých zařízení může být počet vyšší) DEKANTER s motorovým pohonem, který odtahuje během cyklu odtahu (Dekanter-cyklus) vyčištěnou vodu z nádrže. Každý dekanter je opatřen jednoduchým přepadem, který je spojen řadou spádových trub s centrálním otáčivým hlavním potrubím. Každý přepad je opatřen hranou proti plovoucímu kalu, aby se pevné látky nedostaly při dekantaci/odtahu do odtoku.

Centrální hlavní roura nesou ložiska. Tato hlavní roura je spojena s odtokovou rourou, která vede podél zadní stěny nádrže C-TECH. Rychlost dekanteru je regulována frekvenčním měničem.

Mechanika provozu zaručuje kontrolovaný odtok až do dosažení zvolené výšky hladiny, tímto je garantován kontinuální odtok během celého cyklu odtahu (Cyklus – Dekantace). DEKANTER se pohybuje po zvolenou nastavenou dobu od nejvyšší hladiny po nejnižší.

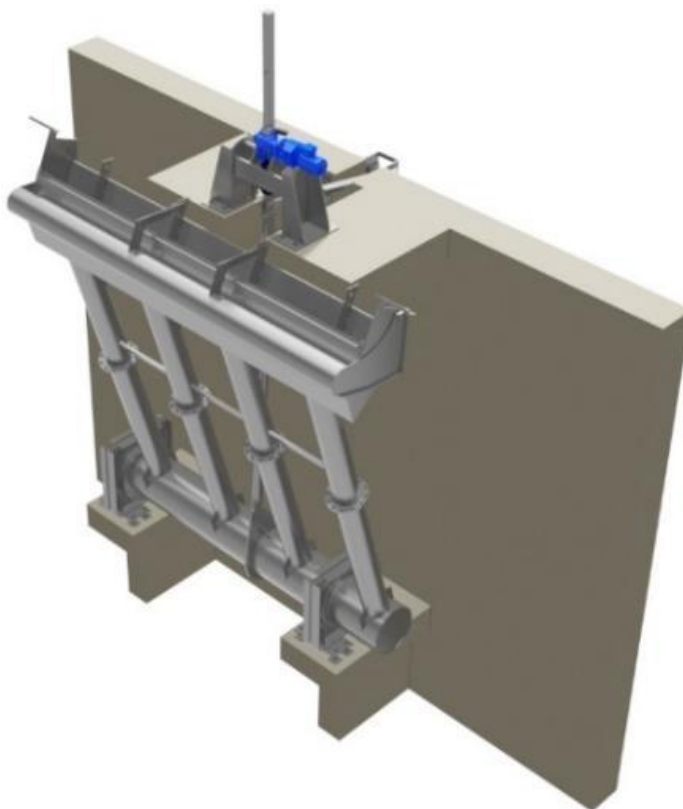


Abb. 5. Schematické zobrazení Dekantru

5. Cykly metody C-TECH

U C-TECH-Systému se jedná o metodu úpravy odpadní vody s variabilním objemem v kombinaci s biologickým SELEKTOREM a ŘÍZENÍM – OUR. Součástí technologie jsou následující znaky procesu:

5.1 Cyklus PLNĚNÍ/PROVZDUŠOVÁNÍ

Provzdušování se vztahuje na dobu, po kterou je přiváděn vzduch během přítoku odpadní vody do nádrže. Modus provzdušování může být nastaven nadřazeným SCADA (= Supervisory Control And Data Acquisition – nadřazené řízení a evidence dat) individuálně na skutečnou potřebu (kolísavý přítok a kolísavé zatížení). Během cyklu Plnění/Provzdušování stoupá hladina vody v nádrži od spodní hladiny až k horní hladině podle skutečného přítoku. Provoz s nižším zatížením/znečištěním než bylo projektováno, bude typicky vyžadovat nastavení doby a intenzity cyklu provzdušování prostřednictvím OUR.

Během doby cyklu Plnění/Provzdušování je vrácen vratný kal ze zóny provzdušování do biologického SELEKTORU.

5.2 Cyklus USAZOVÁNÍ

Cyklus usazování začíná po cyklu Plnění/Provzdušování, za účelem oddělení kalu od upravené odpadní vody.

Usazením kalu se vytvoří vrstva kalu a zóna čisté vody.

Usazený kal vykazuje u typických komunálních čistíren odpadních vod průměrnou koncentraci biomasy asi 8-10 g/l.

5.3 Cyklus ODTAH/DEKANTACE

Během odtahu není žádný přítok do nádrže. Krátce po ukončení cyklu usazování sjíždí DEKANTER ze své parkovací pozice až k hladině v nádrži a vyčká zde do začátku Cyklu-Dekantace.

Po předem nastavený čas cyklu odebírá DEKANTER čistou vodu od horní hladiny až ke spodní hladině, potom se vrací přes reverz pohonu zpět do své parkovací polohy.

Přebytečný kal je na konci Cyklu-Dekantace z C-TECH nádrže transportován k dalšímu zpracování.

Všechny shora uvedené fáze v jednom sledu tvoří cyklus, který se pak opakuje.

Systém se 4-nádržemi se 4-hodinovým cyklem

Plnění / Provzdušování		Usazování	Dekantace	Nádrž 1
Usazování	Dekantace	Plnění / Provzdušování		Nádrž 2
Dekantace	Plnění / Provzdušování		Usazování	Nádrž 3
Provzdušování	Usazování	Dekantace	Plnění	Nádrž 4
1,00	2,00	3,00	4,00	Čas [h]

Abb. 6. Časové schéma typického zařízení se 4-nádržemi s kontinuálním přítokem a odtokem

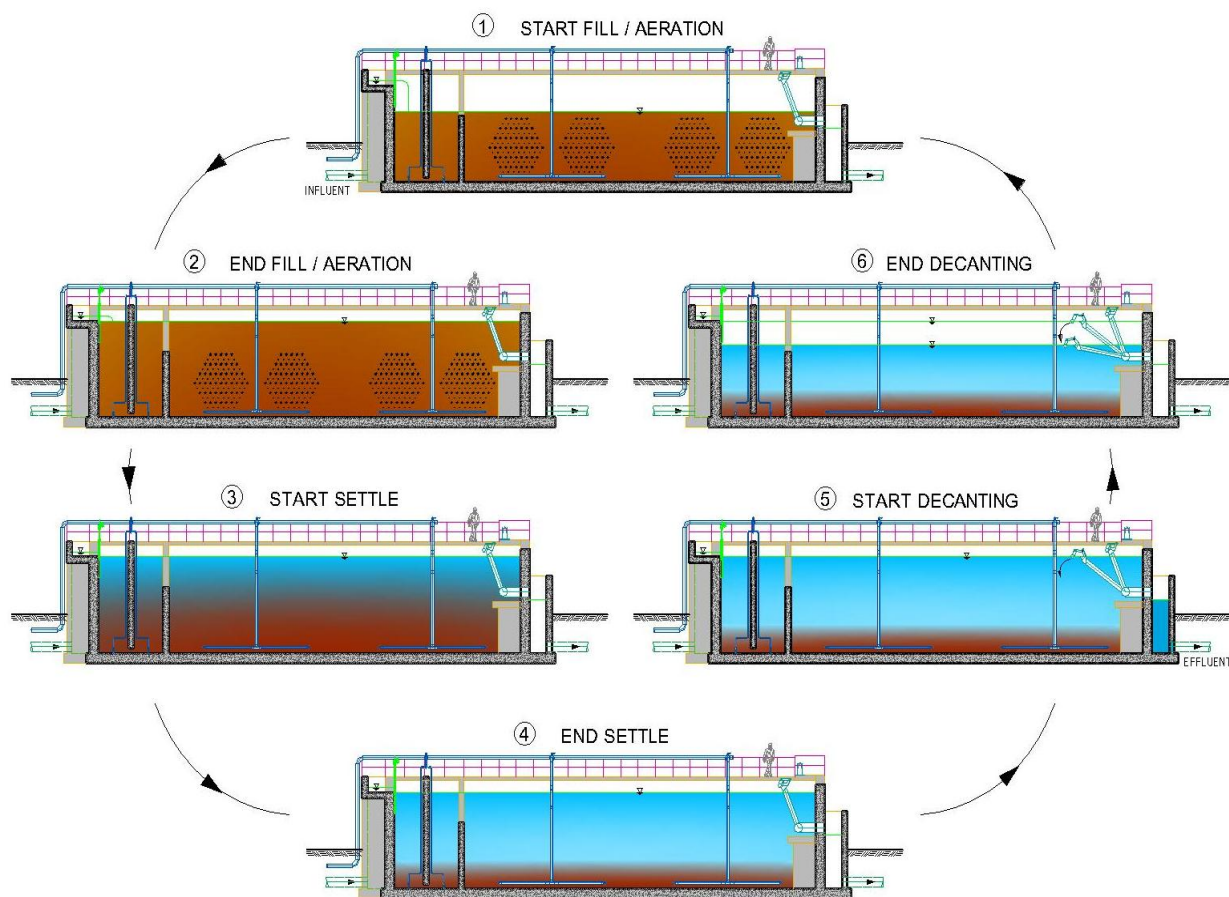


Abb. 7. C-TECH Cyklus

5.4 Jednoduchý provoz C-TECH- technologie

Řízení čistírny je plně automatické. Všechna zařízení v C-TECH-nádržích jako dekanter, čerpadla, ventily, dmychadla apod., stejně tak i cykly jsou řízeny automaticky systémem (SPS = **S**peicher**P**rogrammierbare **S**teuerung, paměťové programovatelné řízení).

Funkce a časy cyklu pro každou nádrž jsou zobrazeny na monitoru.

Trvání a intenzita provzdušování je regulována prostřednictvím OUR přes stejné řízení SPS.

Rozdílná znečištění a rozdílné přítoky během dne mohou být přes řízení SPS ovládány a tím pracuje systém vždy v energeticky hospodárném režimu.

Následující obrázek ukauje jednoduchost celého C-TECH systému. Je zde jen velmi omezený počet agregátů a komponentů, které musí být řízeny systémem SPS.

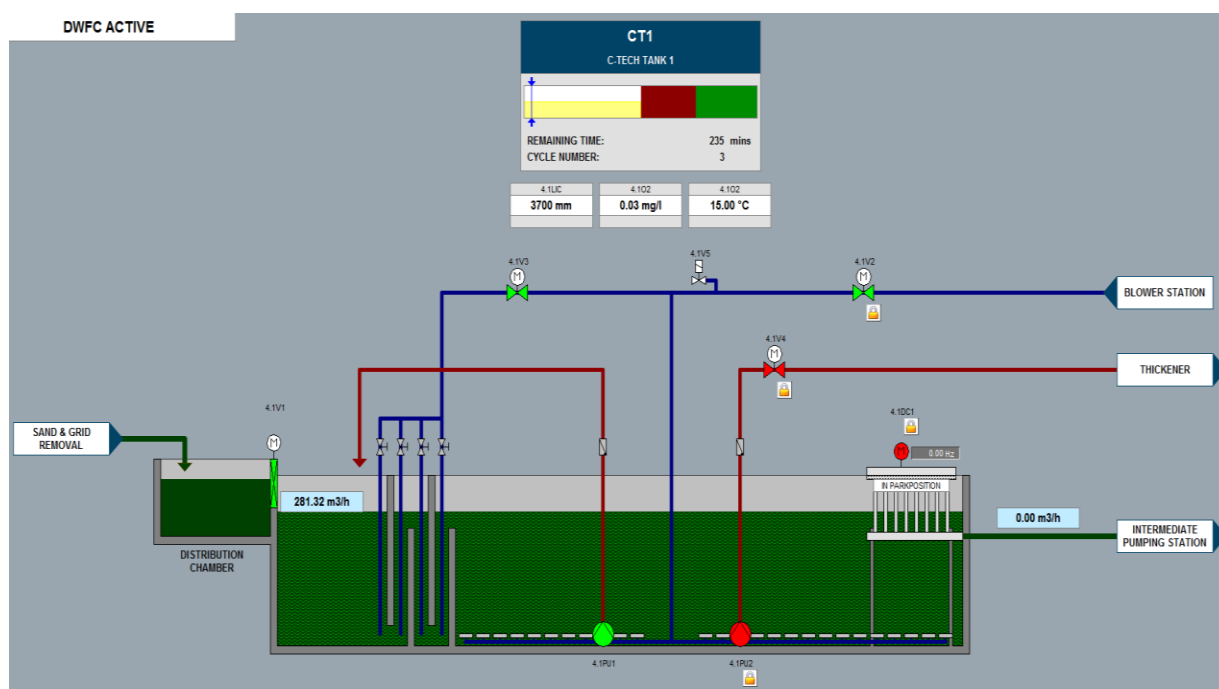


Abb. 8. Fotografie obrazovky C-TECH SCADA

6. Výhody C-TECH

6.1 Mimořádné výhody při návrhu C-TECHu oproti jiným biologickým čistírnám

- C-TECH nádrže lze postavit jednodušeji než kombinaci složenou z usazovacích nádrží, biologických nádrží a dosazovacích nádrží. Zde je možno ušetřit až 50% záboru místa a i výrazně šetřit náklady.
- C-TECH-provoz sám napomáhá potlačit vláknité bakterie. K tomu je zde navíc biologický selektor jako část systému, který představuje nejúčinnější prostředek k potlačení oněch druhů mikroorganismů, jež tvoří vlákna.
- C-TECH disponuje současnou Nitrifikací a Denitrifikací bez míchacího zařízení a poskytuje odpovídající bezpečnost, která je pro provoz takových zařízení požadována.
- Mechanické vybavení systému je redukováno na minimum. Pro celé zařízení to znamená pak nízké náklady na údržbu a servis.
- Nejsou zde potřeba žádné extra vyrovnávací nádrže, nádrže na kal a čerpací stanice, žádné oddělené stanice pro zpětná vedení, žádné komplikované sběrné a přepravní kanály a žádná míchadla.
- C-TECH technologie má mnoho referencí pro stávající velké čistírny.

6.2 Výhody proti konvenčním čistírnám s technologií aktivovaného kalu

Vedle specifických výhod uvedených v kap. 6.1 má C-TECH oproti konvenčním systémům s aktivovaným kalem následující výhody:

- C-TECH má variabilní objemy pro biologické čištění a sedimentaci. Je zde velká flexibilita, když dojde k neplánovaným přítokům nebo se liší znečištění na přítoku od běžné reality (jde předejít vzplývavému kalu).
- C-TECH funguje s OUR-Kontrolou v nádrži, která sleduje skutečnou biologickou aktivitu mikroorganismů. Toto vede k redukování provozních nákladů, zvýšené účinnosti čištění a exaktně k potřebnému provzdušování aktivovaného kalu.
- C-TECH není citlivý na špičkové přítoky a znečištění, protože se časové cykly C-TECHu mohou upravit na přítoková množství a znečištění. Špičkové přítoky nemají tak žádný vliv na výkonnost C-TECH Systému.
- V každé nádrži C-TECH je recirkulační čerpadlo, které dopravuje kal zpět do SELEKTORU. Tak lze dosáhnout vysokého počátečního zatížení kalu a vystříhat se tak vzplývavému kalu.
- C-TECH vyžaduje díky SELEKTORU a současně nitrifikaci a denitrifikaci jen málo elektromechanického vybavení. Tímto je celý proces C-TECH jednoduchý a náklady na údržbu a opravy jsou tímto nízké.
- C-TECH může objevit na začátku cyklu toxický přítok a tak mohou být zavedena včas odpovídající opatření, aby se zabránilo následnému poškození biocenózy celé čistírny.
- Žádné dosazovací nádrže. Usazování kalu je plně bez rušivých proudů. Proto není možné vyplachování kalu.
- Není zde potřebný žádný anooxický cyklus a žádná anoxická zóna s míchadly.

7. Navržená opatření

7.1 Obecně

Jak bylo ve zprávě o vyhodnocení dat (*Bericht SFC Umwelttechnik Datenauswertung und technischer Kurzbericht Version 01, dd. 24.06.2019/Zpráva SFC Umwelttechnik Vyhodnocení dat a Krátká technická zpráva Verze 01,z 24.06.2019*) zmíněno, je ČOV Znojmo již 20 let úspěšně v provozu. Od té doby se však data surové odpadní vody na přítoku změnila a je třeba očekávat nové směrnice ohledně požadavků na čištění (minimální teploty pro dimenzování). Mechanicky a elektricky je zařízení již v letech a potřebuje proto obnovu mechanického, elektrického a řídicího vybavení a i měřících přístrojů.

V neposlední řadě nastal i technický pokrok, který přináší výhody, úsporu energie, lepší výkonnost strojů a zařízení.

7.2 Cíl

Cílem této zprávy je tedy prokázat, že ČOV Znojmo dovede v této výzvě velmi dobře obstát a i nadále plnit svoji úlohu totiž, že bude nakládat s odpadními vodami z města Znojma a jeho okolí podle nejnovějšího stavu techniky.

K tomu je však potřeba obnova a modernizace.

Potřebné kroky jsou popsány v následující zprávě.

Hlavní očividný poznatek je, že koncentrace CHSK (CSB) a NL (AfSt) jsou nepřírozeně velké. Jedna z nejdůležitějších změn je, že se tyto parametry musí na přítoku do aktivace redukovat.

Stávající zařízení splňovalo po léta svého provozu požadavky dle zákona a to i přes částečně masívní překračování hodnot zatížení, na které bylo zařízení dimenzováno.

Neexistuje zde žádný důvod či podnět, aby zařízení bylo ve své konfiguraci zpochybňováno či měněno.

A neexistuje s jistotou žádná potřeba nahradit technologii C-TECH jinou technologií nebo přistoupit k výstavbě nového zařízení!

8. Návrhová data (data pro dimenzování)

8.1 Použitá data

Základem pro nové dimenzování je vyhodnocení dat (z originálů záznamů provozních dat) ČOV Znojmo.

Byla vzata data z posledních let (říjen 2016 – březen 2019). Viz. „Technická krátká zpráva; Verze 01“ z 24.06.2019.

Tato data byla porovnána s hodnotami, které byly základem pro prováděcí projekt v letech 1994 -1999.

8.2 Přítok do ČOV

Vyhodnocení shora uvedené ukázalo následující:

Přítoky jen velmi zřídka dosáhnou hydraulické kapacity zařízení, čímž není potřeba dále vést o tomto jednání.

Naproti tomu se masivně zvýšila koncentrace a znečištění. I s tímto bylo v původním plánování počítáno avšak u jednotlivých parametrů se tak drastický vývoj nepředpokládal.

Zatímco u parametrů BSB₅ (BSK₅), T-N (N_{celk}), T-P (P_{celk}), a také pro EW 60 (EO 60) byl očekávaný vývoj naplněn, u parametrů AFS (NL) a CSB (CHSK) došlo k drastickému zvýšení koncentrace.

V následující tabulce jsou uvedeny 85%-ní hodnoty jako momentální přítok do aktivace (C-TECH):

Přítok	Průměr	6.810	m³/d
	85%	7.705	m³/d
BSB ₅ /BSK ₅	Průměr	4.627	kg/d
	85%	6.296	kg/d
CSB/CHSK	Průměr	11.791	kg/d
	85%	17.633	kg/d
AFS/NL	Průměr	9.271	kg/d
	85%	14.564	kg/d
T-N *) /Ncelk	Průměr	838	kg/d
	85%	1.089	kg/d
T-P/Pcelk	Průměr	112	kg/d
	85%	160	kg/d
PE 60/EO60	Průměr	76.764	Osob
	85%	104.800	Osob

*) vč. 10% zpětného zatížení z kalového hospodářství

Čísla ukazují, že pro intenzifikaci čistírny je nutné, aby byly hodnoty NL a CHSK redukovány.

Pro nové dimenzování zařízení jsou stěžejní tato 2 kritéria:

- Před přítokem do aktivace (C-TECH) je třeba navrhnout hrubé odkalení (viz. níže)
- U všech ostatních parametrů je třeba dbát na to, aby zůstaly na 85%-ních hodnotách – tyto jen sotva překročí denní hodnoty – většinou se pohybují pod nimi. Pro budoucí vývoj není tedy potřeba počítat s masivním nárůstem znečištění. To by naopak mohlo vést k nebezpečnému předdimenzování zařízení.

Níže uvedená tabulka ukazuje rozdíl mezi průměrnou hodnotou a 85%-ní hodnotou:

	Průměrná hodnota		85%-ní	
	kg/d	%	kg/d	%
BSB ₅ /BSK ₅	4.627	100	6.296*	136,06
CSB/CHSK	11.791	100	17.633	149,55
AFS/NL	9.271	100	14.564	157,10
T-N/N _{celk}	838	100	1.089	129,88
T-P/P _{celk}	112	100	160	142,97

* k hodnotě znečištění BSK₅ viz. poznámka v bodě 8.4

8.3 Předčištění

Jak bylo výše zmíněno, musí se snížit před vtokem do aktivace zatížení NL a CHSK. To se stane nejjednodušeji pomocí tzv. Hrubého odkalení. To se však musí provést tak, aby nebylo dosaženo účinnosti „opravdových“ usazovacích nádrží. Redukovány mají být pouze parametry NL a CHSK. Při dlouhých dobách zdržení se musí vyloučit, aby se poměr C/N nezměnil v neprospěch fungování eliminace dusíku. Toho se může dosáhnout především volbou odpovídající krátké doby zdržení.

Hrubé odkalení musí být v každém případě opatřeno By-passem.

Pro jednotlivé parametry jsou stanoveny následující účinnosti odstranění*:

BSB ₅ /BSK ₅		30%
CSB/CHSK		30%
AFS/NL		50%
T-N/Ncelk		10%
T-P/Pcelk		10%

* Dle Pracovní sešit „Arbeitsblatt DWA – A131 Juni 2016“ pro t_A 0,75-1h

8.4 Návrhové hodnoty pro dimenzování – parametry na přítoku, koncentrace a zatížení

Z výše uvedeného vycházejí pro aktivaci následující návrhové hodnoty:

Množství odpadní vody:

Q_d	m ³ /d	7.500
$Q_{TW, max} / Q_{spl, max}$	m ³ /h	1.080
$Q_{RW, max} / Q_{dešť, max}$	m ³ /h	1.800

Parametry znečištění:

BSB ₅ / BSK ₅	kg/d	6.172*
CSB/CHSK	kg/d	12.343
AFS/NL	kg/d	7.282
T-N/Ncelk	kg/d	980
T-P/Pcelk	kg/d	144

Pro dimenzování byly stanoveny ještě také následující zatěžovací případy:

- Teplota odpadní vody 9°C – kritérium pro odstranění dusíku
- Teplota odpadní vody 22°C pro zajištění max. množství vzduchu

** pokud by byly vzaty hodnoty z vyhodnocení dat, byla by hodnota BSK₅ po hrubém odkalení jen 4.407 kg/d (6.296 kg – 30%).*

Hodnota pro dimenzování byla zvýšena z následujícího důvodu:

Vyhodnocení dat (říjen 2016 – březen 2019) ukazuje, že poměr CHSK k BSK je 2,8 : 1.

Normální poměr bývá však 2 až 2,1 : 1.

Hodnoty na odtoku z ČOV Znojmo však také ukazují, že CHSK je velmi dobře biologicky odbouratelné. Hodnota BSK byla tedy poopravena v poměru 2:1 k CHSK., aby bylo možné doložit, že zařízení je schopno i toto zvýšené znečištění zvládnout. Pokud se v praxi ukáže, že znečištění bude v parametru BSK nižší, znamená to v konečném důsledku jen bezpečnost navíc.

8.4.1 Očekávané hodnoty na odtoku

Očekávaný ODTOK za nádržemi C-TECH		
CSB/CHSK	mg/l	≤50
BSB ₅ /BSK ₅	mg/l	≤16
AFS/NL	mg/l	≤15
NH ₄ -N	mg/l	≤5,1 ²⁾
T-N/Ncelk	mg/l	≤ 10
T-P/Pcelk	mg/l	≤ 2,0 ⁴⁾

2) při teplotě dimenzování 9 °C a za deště

4) s chemicko-simultanním srážením fosforu

Upozornění:

Uvedené odtokové hodnoty se opírají o výpočet a odhad, který byl stanoven na základě současných dat na odtoku ze stávajícího biologického čištění a platí jen za následujících předpokladů:

- Hodnoty CSB/CHSK, BSB₅/BSK₅, AFS/NL, T-N/Ncelk, T-P/Pcelk na přítoku nejsou vyšší jak návrhové hodnoty pro dimenzování.
- Teplota na přítoku není ani nižší ani vyšší než návrhová teplota pro dimenzování.
- Hodnota pH v přítoku do C-TECH leží mezi 6,8 – 7,5.
- Alkalita v přítoku není nižší jak 7,5 mmol/L.
- Přítok neobsahuje ani toxické ani závadné substance, které by mohly bránit biologické aktivitě, obzvláště nitrifikaci.

9. Celková konfigurace čistírny

V následujícím je popsán celkový koncept čistírny – v této zprávě jsou, jak již bylo zmíněno, pojednány určité technologické stupně.

Vodní linka	Stávající	Nová stavba
Čerpací stanice na přítoku	X	
Jemné česle	X	
Lapák písku a tuku	X	
Hrubé odkalení		X
Srážení fosforu (s FeCl_3)	X	
C-TECH Systém	X	
Kalová linka		
Zahušťovací nádrž	x	
Anaerobní vyhnívání	X	
Uskladňovací nádrž	x	
Odvodnění kalu	X	

10. Technická data

10.1 Jemné česle

STÁVAJÍCÍ

Stávající česle jsou přirozeně dítetem svého času. Požadavek na rozteč česlic u jemných česlí se markantně změnil, proto zde musíme doporučit, aby byly česle vyměněny.

Jemné česle by měly mít rozteč 2mm nebo menší. Shrabky by měly být promývány a lisovány. Filtrát z promývání shrabků by měl být veden zpět do přítoku (uhlíkaté látky ve filtrátu jsou významné pro následnou eliminaci dusíku).

10.2 Lapák písku a tuku

STÁVAJÍCÍ

Stávající kruhový lapák písku disponuje konstrukcí, která špatně oděluje písek a tuk. Doporučuje se nahradit stávající lapák písku za nově postavený provzdušňovaný podélný lapák System LONDONG. Tím by se především dostatečně zredukovalo zatížení aktivace tukem a výrazně by se omezilo vymývání písku do aktivace při prudkých deštích.

10.3 Hrubé odkalení

Hrubé odkalení bude instalováno před systém C-TECH-System, aby se na jedné straně zredukovalo znečištění do biologie a na druhé straně, aby se generoval primární kal s vysokým organickým podílem pro anaerobní vyhnívání.

Doba zdržení a eliminace koncentrací na přítoku/znečištění byly počítány podle ATV.

Přítok do hrubého odkalení			
Přítok za bezdeští	m ³ /h	1.080	
Přítok za deště	m ³ /h	1.800	[kg/d]
BSB ₅ /BSK ₅	mg/l	1.176	8.817
CSB/CHSK	mg/l	2.351	17.633
AfSt/NL	mg/l	1.942	14.564
T-N/Ncelk	mg/l	145	1.089
T-P/Pcelk	mg/l	21	160
Eliminace podle ATV			
Doba zdržení	h	0,75 - 1,0	
Redukce BSB ₅ /BSK ₅	%	30	
Redukce CSB/CHSK	%	30	
Redukce AFS/NL	%	50	
Redukce T-N/Ncelk	%	10	
Redukce T-P/Pcelk	%	10	
Návrh velikosti			
Objem hrubého odkalení	m ³	320	
Povrchová plocha	m ²	213	
Počet	Ks	1	
Průměr	m	16,5	
Odtok z hrubého odkalení (= přítok do C-TECH Systému)			
			[kg/d]
BSB ₅ /BSK ₅	mg/l	823	6.172
CSB/CHSK	mg/l	1.646	12.343
AFS/NL	mg/l	971	7.282
T-N/Ncelk	mg/l	131	990
T-P/Pcelk	mg/l	19,2	144
Q d	m ³ /d	7.500	
Přítok za bezdeští	m ³ /h	1.080	
Přítok za deště	m ³ /h	1.800	
Teplota vody Minimum	°C	9	
Teplota vody Maximum	°C	22	

10.4 C-TECH Systém

10.4.1 C-TECH návrhová data pro dimenzování

HYDRAULICKÝ NÁVRH			
Cykly		Bezdeští	Za deště
Provzdušování	h	2,00	0,80
Usazování	h	1,00	1,00
Odtah	h	1,00	0,60
Plnění	h	2,00	0,60
Doba cyklu celkem	h	4,00	2,40
Cykly/d	-	6,00	10,00
Provzdušování/d	h	12,00	8,00
Počet nádrží	-	4	4
ROZMĚRY NÁDRŽÍ C-TECH			
Délka	m	73,00	
Šířka	m	15,50	
Plocha	m ²	1.132	
Maximální hloubka vody	m	5,10	
Hloubka odtahu	m	0,95	
Minimalní hloubka vody	m	4,15	
		Objem na nádrž	Celkový objem
Objem při maximální hloubce vody	m ³	5.771	23.083
Objem při minimální hloubce vody	m ³	4.691	

Přítok do nádrží C-TECH je řízen automatickými stavidly. Tyto se nahradí buď kompletně za nová stavidla, nebo se vymění alespoň pohony.

10.4.2 Srážení fosforu

Odpadní voda	7.500	m ³ /d
BSB _{5 zu} /BSK _{5 přít}	6.172	kg/d
	823	mg/l
T-P _{zu} /P _{celk. přít.}	144	kg/d
	19,2	mg/l
P Inkorporace	2	%
% z BSK _{5 přít}	16,5	mg/l
	123,4	kg/d
P Odtok	2	mg/l
	15,0	kg/d
P ke srážení	5,6	kg/d
□-mol	1,5	
Fe/P	1,8	
Fe ⁺⁺⁺	2,0	mg/l
	15,0	kg/d

10.4.3 C-TECH produkce kalu

Pro výpočet množství kalu byla vzata teplota 9°C

PRODUKCE KALU			
Aerobní stáří kalu	D	8,50	
Celkové stáří kalu	D	17,00	
SVI kalový index	ml/g	100	
MLSS (BWL)	g/l	5,99	
MLSS (TWL)	g/l	4,87	
			kg/d
Biologická produkce kalu	kg/kg BSK	1,06	6.570
Chemická produkce kalu	kg/kg BSK	0,01	37,5
Celková produkce kalu	kg/kg BSK	1,07	6.608
Přebytečný kal celkem	m ³ /d	938	
MLSS/ přebytečný kal	mg/l	7.785	

Kalová čerpadla:

Každá nádrž je vystrojena jedním čerpadlem přebytečného kalu a jedním čerpadlem vratného kalu.

Čerpadlo vratného kalu: $Q = 92 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 2,6 \text{ m}$, kmitočtově řízené

Čerpadlo přebytečného kalu: $Q = 54 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 3,2 \text{ m}$

10.4.4 Systém provzdušování nádrží C-TECH

Stávající provzdušňovací systém má být nový. To se dotkne jak rozdělovacího potrubí v nádrži, tak také samotných provzdušňovacích elementů. Místo dnešních talířů se osadí hadicové provzdušňovače, protože tyto zaručují lepší promíchání obsahu nádrže. Toto se potvrdilo již při mnoha instalacích.

Roštový systém tvořený membránovými provzdušňovači s jemnými póry namontovaný na dně nádrže dodává pro proces potřebný kyslík. Uspořádáním provzdušňovačů se dosáhne úplného promíchání nádrže C-TECH, při minimálním nároku na energii.

SELEKTOR je vybaven hrubobublinnými provzdušňovači, aby se zabránilo usazování kalu v SELEKTORU během nízkých přítoků.

Návrhová teplota pro výpočet potřeby kyslíku je 22°C.

KYSLÍK PRO PROCES			
		Za bezdeští	Za deště
Kyslík pro proces vč. fc, fn	kg O ₂ /d	10.631	10.631
Kyslík pro proces vč. fc, fn	kg O ₂ /h.nádrž	221,5	332,2
STANDARDNÍ MNOŽSTVÍ KYSLÍKU			
		Za bezdeští	Za deště
Hloubka provzdušování	m	4,37	4,37
Teplota	°C	22	22
O ₂ -Koncentrace v nádrži	mg/l	2,0	2,0
O ₂ -Nasycení při T°C	mg/l	8,67	8,67
Alpha	-	0,65	0,65
Standard O ₂	kg/d	21.256	21.256
Standard O ₂ vč. fc, fn	kg/h.nádrž	442,8	664,2

Cykly:

Za bezdeští

F/A		S	D	Nádrž 1
S	D	F/A		Nádrž 2
D	F/A		S	Nádrž 3
F/A	S	D	F/A	Nádrž 4
60	120	180	240	Čas [min]

Za deště

F/A	A	S	D	Basin 1
S	D	F/A	A	Basin 2
D	F/A	A	S	Basin 3
A	S	D	F/A	Basin 4
60	120	144	Time [min]	

Legenda: A Provzdušování (bez přítoku)
F/A Plnění (Přítok)/Provzdušování
S Usazování
D Odtah vody

10.4.5 Dmychadla

Stávající dmychadla pro proces jsou tak konfigurována, aby jedna „Soustava dmychadel“ obstarala střídavě 2 nádrže C-TECH.

Dmychadla jsou řízena frekvenčním měničem a jsou aktivována podle aktuálně naměřené hodnoty kyslíku v nádrži (PID-Regulace).

Nyní se každá sestava dmychadel skládá ze 2 dmychadel s jedním společným Stand-by, celkem je instalováno 5 dmychadel.

Do budoucna by měla být pro každý pár nádrží instalována 3 dmychadla. Tím se optimalizuje požadavek na přívod vzduchu a společné dmychadlo Stand-by pak odpadne.

Byly prověřeny 2 varianty:

1.	Rotační dmychadlo	Výhoda	Nižší pořizovací cena
		Nevýhoda	Vyšší provozní náklady
2.	Šroubový kompresor	Nevýhoda	Vyšší pořizovací cena
		Výhoda	Nižší provozní náklady

viz. srovnání 10.4.6

Obecná data pro dmychadla:

Výkon dmychadel			
		Cyklus za bezdeští (TWF)	Cyklus za deště (RWF)
Vzduch celkem *	Nm ³ /d	244.800	262.400
Vzduch na nádrž *	Nm ³ /d	61.200	65.600
	Nm ³ /h	5.100	8.200
Počet dmychadel v provozu	-	4	
Počet dmychadel Stand-by	-	2	
Kapazita na dmychadlo	Nm ³ /h	3.363	
Navýšení tlaku na dmychadlo	Mbar	610	

**) Pozor: uvedená množství vzduchu se opírají o stupeň účinnosti provzdušovacího systému EDI..*

Pro C-TECH je třeba volit dmychadla s podmíněně kolísavým zvyšováním tlaku od 515 – 610 mbar, které je podmíněno měnící se výškou hladiny vody v nádrži.

10.4.6 Ekonomické srovnání

V následující tabulce byly porovnány jak pořizovací náklady tak náklady na běžný provoz.

Pořizovací náklady			
		Kompresor	
Typ		Rotační	Šroubový
Počet	Ks	4+2	4+2
Rozdíl nákladů cca.	€		+ 30.000
Provozní náklady			
		Kompresor	
Typ		Rotační	Šroubový
Počet	ks	4+2	4+2
Nasávací tlak	Mbar	979	979
eff. množství DIN1343 pro průměrné roční zatížení	Nm³/h	1.778	1.778
Jmenovitý výkon	kW	90	75
Stupeň účinnosti motoru	%	95,2	94,7
Spec. spotřeba energie	Wh/Nm³	26,8	21,2
Doba provozu	Bh/a (hod/rok)	8.760	8.760
Srovnávaná doba	Roky	10	10
Náklady na elek. energii	€/kWh	0,096	0,096
Spotřeba energie/rok	kWh/a	1.667.904	1.321.008
Náklady na energii/rok	€/rok	160.119	126.817
Rozdíl/rok	€/rok	+ 33.302	
Rozdíl/10let	€/10let	+ 333.020	
Rozdíl v pořizovacích a provozních nákladech			
Rozdíl/10let	€/10let	+ 303.020	- 303.020

Z výše uvedeného je zřejmé, že vyšší pořizovací náklady na šroubové kompresory budou kompenzovány nižší spotřebou energie již za jeden rok a po 10 letech dojde k úspoře cca. 300.000 €.

10.4.7 Dekanter

Každá nádrž je vybavena jedním dekanterem, který odtahuje vyčištěnou vodu z nádrže.

Stávající dekantery budou zachovány. Zatímco vřetenové převody jsou heště funkční, pohony (motory) a koncové a plovákové spínače musí být vyměněny.

10.5 Kalová linka

Stávající kalová linka ČOV Znojmo není předmětem této zprávy.

10.6 Řízení a měřicí přístroje

10.6.1 Měřicí přístroje

V současné době je C-TECH vybaven měřicími přístroji, které slouží k automatickému provozu zařízení– např.: O₂, teplota, redox, sledování hladiny vody (stav výšky vody). Tyto měřicí přístroje jsou na konci životnosti a je potřeba v průběhu rekonstrukce ČOV vyměnit.

Navrhujeme, aby bylo zařízení vybaveno následujícím měřením:

- Výška vody
- Teplota
- Koncentrace kyslíku
- Obsah sušiny

Dále je potřeba měřit množství vody na přítoku (stav) a také vybavit každou nádrž potrubím přebytečného kalu s indukčním průtokoměrem pro přesné zaznamenávání odtahovaného množství.

10.6.2 Řízení

Aktuální řízení od Bernecker & Rainer slouží již od spuštění stávající ČOV do provozu a musí být tedy nahrazeno. Nejde jen o nastavení na současný stav techniky, ale také o to, že také technická podpora (Support) končí v roce 2020 a nebudou již dostupné náhradní díly.