

JAK SI (PO)ŘÍDIT BČOV 30 let zkušeností z čištění odpadních vod v HČR

Ivan Nesládek
05/08/2025



Huhtamaki

Cíl prezentace

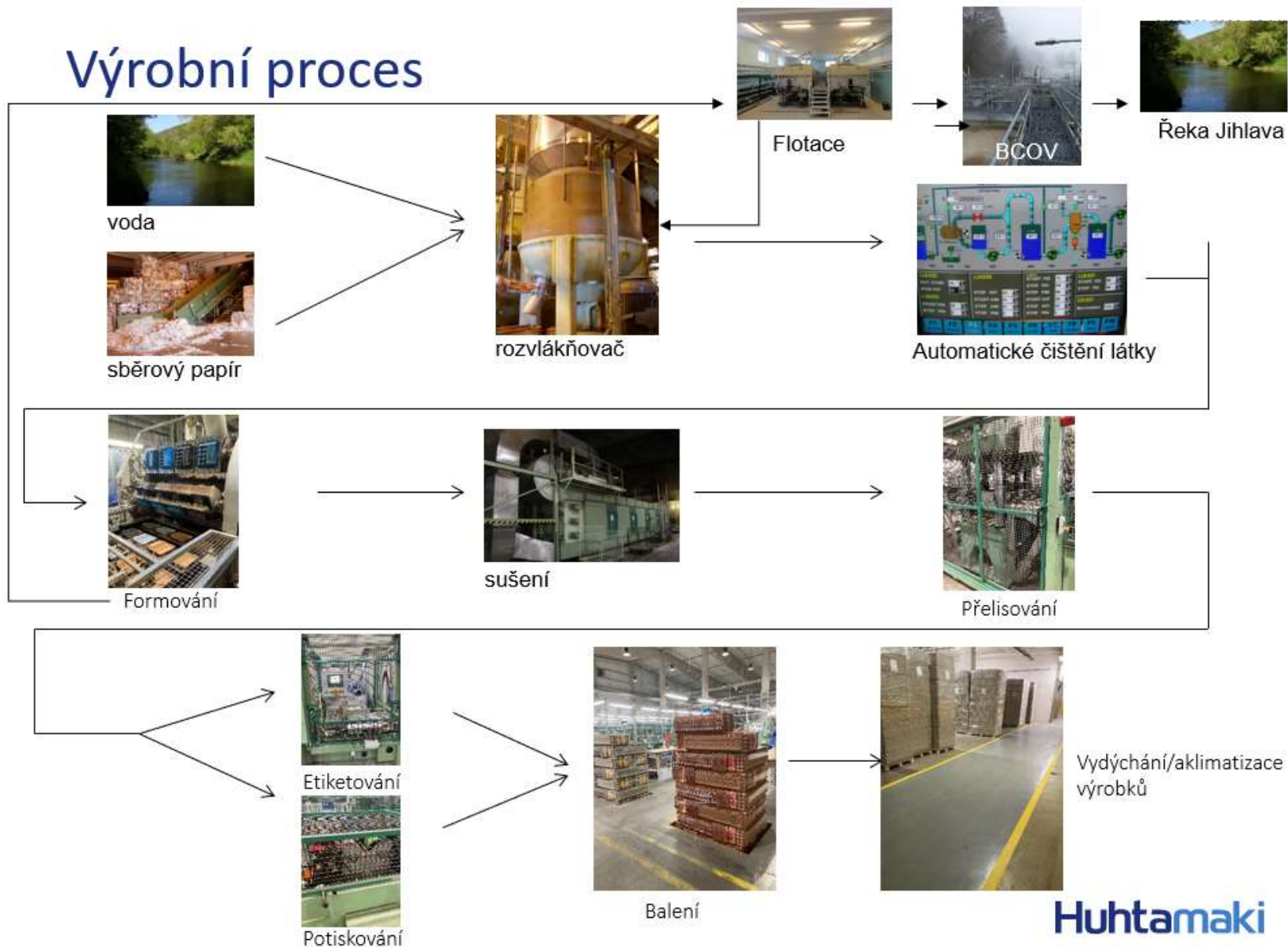
- Shrnutí téměř 30 let čištění vody v HČR při výrobě nasávané kartonáže

Představení společnosti - Historie

- První zmínka o firmě rok 1690
- Historie nasávané kartonáže se začala psát v 50. letech 20 století
- Konec výroby papíru 2000 a velký rozvoj firmy pod VanLeer/Huhtamaki
- Současnost:
 - 13 výrobních linek
 - 100% sběrový papír
 - 270 zaměstnanců
 - roční objem vyrobených výrobků
 - což je více než 36 000 t
 - 14 zemí Evropy – kruh o poloměru 900 km



Výrobní proces



Denní výkon 100 t z toho 80 t šedého programu
20t bílého programu

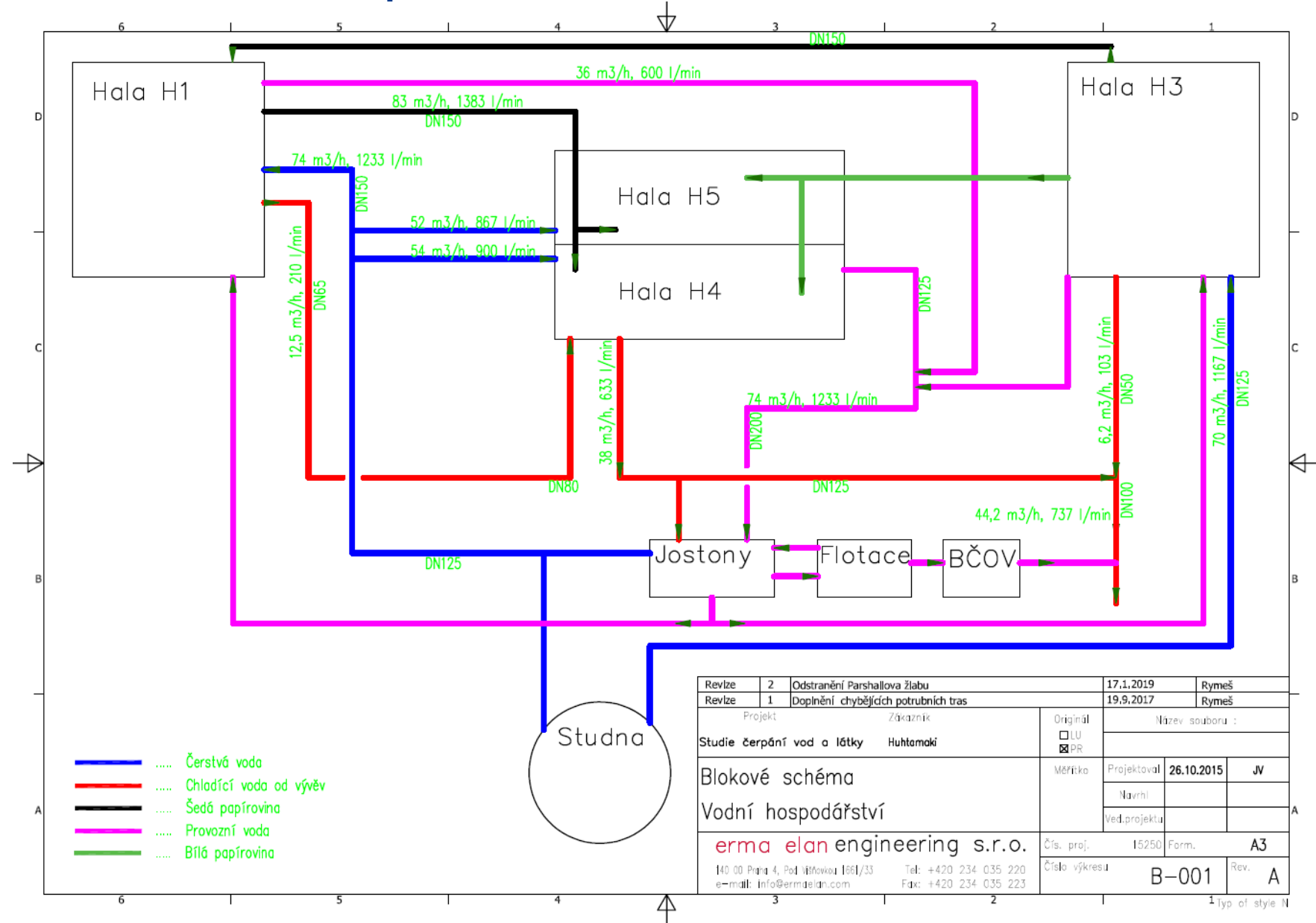
Vypouštěná voda z BČOV 2,1-2,5 m³/t



Huhtamaki

Huhtamaki

Představení společnosti – Vodní okruh



Historie čištění vod HČR v bodech a datech

- Instalace DORR – odstranění zbytkových vláken cca 1980 – po vyčištění voda odcházela do toku
- Ukončení výroby papíru 2000
- Využití jostonů po PS3 jako vyrovnávací nádrže vodního systému pro nasávanou výrobu
- Oddělení vod – své okruhy má voda technologická, chladicí, dešťová a voda ze soc. zařízení – 2001/2002. Aktualizace řídicího systému pro vodní okruh.
- Instalace membránové čistírny odpadních vod 2002-2003 – po najetí nutná „dotace lihem“ - malé zatížení. Velké problémy po rozšíření výroby – abnormální tvrdost, problémy se zápachem sirovodíku, velký problém s čištěním membrán – nutné výměny po cca 1 roce, 2016-2018 nutná pomoc čištění vod odvozem vod na BČOV Třebíč (všední den cca 7-10 cisteren po 10 m3) – Nelze zvednout průtok 5-6 m3/h. Aktualizace řídicího systému pro vodní okruh.
- Instalace flotace 11/2014 – vyřazení DORR (dnes jako emergency pond při ročních odstávkách). Druhá aktualizace řídicího systému pro vodní okruh a BČOV.
- Výstavba a najetí nové čistírny odpadních vod - najetí obou linek 05/2019

Flotace HCR		
Počet linek	2	
V provozu	1 - střídání po 6 měsících	
Výkon jedné linky	42	m3/h
Nátok NL	600-900	mg/l
Nátok Zákal	cca 1000	FNU
Přepad NL (papír. Filtr)	15-35	mg/l
Přepad NL (skleněný filtr)	60-90	mg/l
Přepad zákal	100-250	FNU
Flotát konz.	3-12	g/l
Flotát popel	cca 50	%

Parametry nové BČOV		
Denní průtok	200-240	m3/den
Vyp. Voda	2,1-2,4	m3/t
Celkový objem	1800	m3
Hloubka	6,5	m
Zatížení kalu	0,06-0,075	kg B SK5/kg den
Nátok CHSK	5000-7500	mg/l
Nátok BSK5	cca 3800	mg/l
Nátok NL	15-25	mg/l
Odtok CHSK	90-130	mg/l
Odtok BSK5	6-24	mg/l
Účinnost CHSK	97-98,8	%
Účinnost BSK5	99,3-99,8	%
Odtok zákal	2-5	FNU
Odtok Tvrdost	40-60	°dH
Odtok NL	5-15	mg/l

Parametry okružové vody			
	Šedá	Bílá (přepad flotace)	Jedn.
teplota	45-55	45-55	°C
pH	6,4-7	6,4-7	
Vodivost	2500-3500	2500-3500	uS cm-1
NL	600-800	25	mg/l
CHSK	5500-7000	5500-7000	mg/l
Ca2+	400-600	400-600	mg/l
Tvdost	60-100	60-100	°dH

Aktuální změna IPPC č. 26 07/2025

Zdroj vypouštění	Množství	Emisní limit			
		ukazatel	„p“ (mg/l)	„m“ (mg/l)	max. t/rok
BČOV Vypouštění technologických odpadních vod z BČOV do povrchových vod vodního toku Jihlava v hydrologickém pořadí povodí č. 4-16-01-0830, v km vodního toku 105,17892 (pravý břeh) a číslo hydrogeologického rajonu 655, k. ú. Nová Ves u Třebíče, p. č. 1104/2, souřadnice X, Y určené v souřadnicovém systému S-JTSK, X: 1147507.69; Y: 657284.86	$Q_{prům} = 3,5 \text{ l/s}$ $Q_{prům} = 300 \text{ m}^3/\text{den}$ $Q_{max} = 4,17 \text{ l/s}$ $Q_{max} = 360 \text{ m}^3/\text{den}$ $Q_{max} = 10800 \text{ m}^3/\text{m}^2$ $Q_{max} = 131400 \text{ m}^3/\text{rok}$	ukazatel	„p“ (mg/l)	„m“ (mg/l)	max. t/rok
		BSK ₅	35 (1912)	50	3,3
		CHSK _{Cr}	200	300	26,3
		NL	30	40	3,9
		AOX	1,0	1,5	0,13
		P _{oxik}	sledovat		
		N-NH ₄ ⁺			
		N _{celk}			

Historie čištění vod HČR v bodech a datech

Typ čistírny	Rok	VV	výroba	tvrdost	Flotace CHSK	Flotace Ca	Δ Ca (Flot.-odtok)	Vysrážený CaCO ₃	prům. průtok	Zatížení BČOV	výroba	zatížení	Procento bílé	zatížení BČOV
		m3/t	t/rok	oDH	mg/l	mg/l	mg/l	kg/den	m3/den	kg BSK ₅ /den	t/den	kg BSK ₅ /t výr.	%	Kg BSK ₅ kg/den
M e m b r á n o v á	2005	2,86	17068	46,7	1521	317,0	28,4	9,3	131,4	102	46,8	2,18		
	2006	2,82	17120	51,4	1716	336,5	37,2	12,2	131,1	113	46,9	2,42		
	2007	2,43	18948	72,1	2298	455,9	122,4	38,4	125,4	145	51,9	2,79		
	2008	1,77	18434	81,8	2738	525,8	180,4	40,6	90,0	122	50,5	2,42		
	2009	2,66	17031	54,3	1837	372,2	33,1	10,0	121,3	114	46,7	2,44		0,042
	2010	2,78	17025	69,2	2517	447,1	103,8	32,6	125,7	163	46,6	3,50		0,047
	2011	2,16	18930	63,9	2507	418,7	78,3	21,8	111,4	140	51,9	2,71		0,045
	2012	2,34	19368	72,0	2811	470,1	83,5	25,9	124,0	175	53,1	3,29	16,39	0,055
	2013	2,08	20973	79,6	3055	524,3	120,0	35,9	119,5	183	57,5	3,18	16,02	0,062
	2014	1,55	21272	109,2	4256	709,9	332,2	75,1	90,4	192	58,3	3,30	16,35	0,067
	2015	2,11	24076	66,7	4516	439,0	81,3	28,2	138,8	314	66,0	4,76	16,39	0,100
	2016	1,86	26014	75,7	5619	481,0	120,3	39,7	131,9	372	71,3	5,23	16,99	0,126
	2017	1,51	28201	90,4	6404	550,9	181,0	46,2	102,1	374	77,3	4,84	19,17	0,124
1 linka nové BČOV	2018	1,27	29014	106,9	7258	635,6	288,1	55,3	76,8	366	79,5	4,61	19,60	0,091
2 linky nové BČOV	2019	1,88	32144	78,3	6283	458,8	22,3	9,7	174,1	520	88,1	5,91	19,40	0,061
	2020	2,61	33540	63,5	5570	367,5	17,2	10,4	241,4	735	93,9	7,82	20,18	0,062
	2021	2,41	32671	76,1	6005	447,4	22,1	13,4	240	759	92,0	8,25	20,51	0,068
	2022	2,53	33009	82,1	5936	493,0	27,8	16,1	231	742	91,4	8,11	19,78	0,069
	2023	2,22	33171	89,0	6078	533,6	32,0	16,4	205	724	93,4	7,74	19,60	0,058
	2024	2,21	34711	92,2	6243	557,9	35,2	18,7	212,6	728	97,8	7,45	18,55	0,066
	2025	2,13	20352	78,1	6495	437,5	16,8	9,0	215,4	717	96,0	7,47	19,96	0,069

Před rokem 2000 VV 45-85 m3/t

Po nájedzu membránové čistírny 2003 zatížení pod 0,04 kg BSK₅/kg den – nutná „dotace“ lihem

Huhtamaki

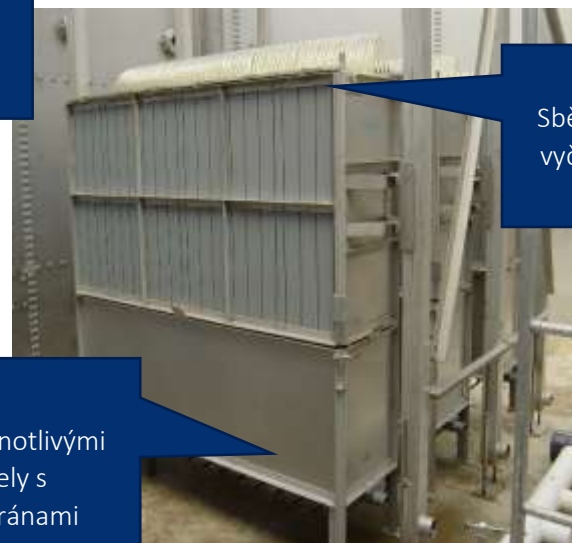
Historie čištění vod



Současná biologická čistírna odpadních vod



Dorr HČR



Membránová čistírna odpadních vod

Co dělat před a při pořízení BČOV a po najetí do provozu

Kroky nutné před pořízením BČOV

- Znat a mít data monitoringu vody, které budu čistit (pH, vodivost, zákal, teplotu, CHSK, BSK5, NL, Tvrdost, množství organických kyselin a případně dalších parametrů – aspoň 1,5 roku sledování buď vlastními silami nebo externí laboratoří)
- Množství vypouštěné vody a musím mít zmapovány toky veškerých vod (v případě, že veškeré vody půjdou do 1 kanálu/trubky – investice o to bude větší)
- BČOV by neměla být průtočná – vhodný rezervoár pro 10-24 h. musím mít na paměti, zda přes BČOV půjdou dešťové vody, pak musím počítat s odlehčením. Zvážit i likvidaci vod ze sociálů/septiků.
- Nutné mít dobrý informační systém – látka – vodní systém – BČOV
- Zadání musí být jasné s jasnými čísly. Projekt musí být nastaven na max. hodnoty. Nutné mít představu o budoucnosti a najít v hodného dodavatele (nejlépe, který již něco v papírenském průmyslu postavil) – ověřit a navštívit jím realizované čistírny. Je chyba zpracovat projekt a realizace někým jiným. Velké problémy při potížích při prokazování „viny“ za případné vady/nedodělky/nefunkčnost čistírny nebo zařízení
- V papírenském průmyslu používat klasické typy dosazováků, v hodné konzultovat rezervy v hydraulickém/látkovém zatížení – obvykle v papírenském průmyslu jsou kaly velmi jemné a viskózní, nutná nejen hloubka, ale hlavně plocha (slabina HČR). Aerační systém radši zvětšit o 15-30% - velké plus v případě HČR. Určitě uvažovat u mikrofiltraci na odtoku (HCR – jednoznačná výhoda). Odvodnění kalu = sítopásový lis – HCR zatím nejlepší řešení. Zatžení BČOV počítat na čistou organickou složku (100-P%)/100. Sledovat N-NO2/N-NO3 provozně pomocí proužků – odhalit nitrifikaci zejména v dosazovacích při velkém obsahu dusíku...
- Dodavatel musí zpracovat projekt a následně stavu řídit; stanovení podmínek předání stavby a spolupráci při najíždění a provozování BČOV
- Mít představu o místě, kam ji chci nainstalovat v závodě. Nutné najít dodavatele kalu na „zajetí“ BČOV,
- **Mít zabezpečené finance, rozhodně uvažovat s více náklady cca 10-20%**
- Mít zabezpečenou obsluhu a technologa – nutné si je vychovat a měli by vzejít od funkcí, které v závodě již něco o vodě vědí – měli by se účastnit již od projektu a být přítomni instalaci technologie
- Mít zabezpečený stavební dozor pro stavbu

Kroky po stavbě a najetí BČOV

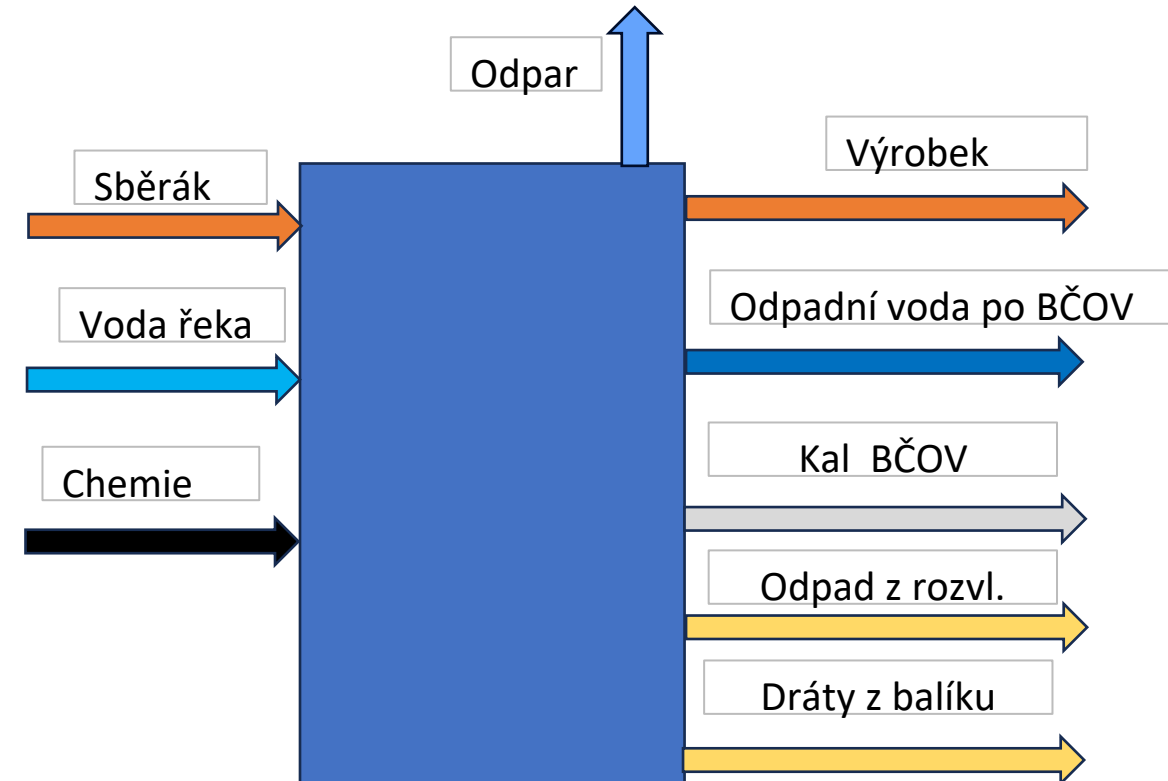
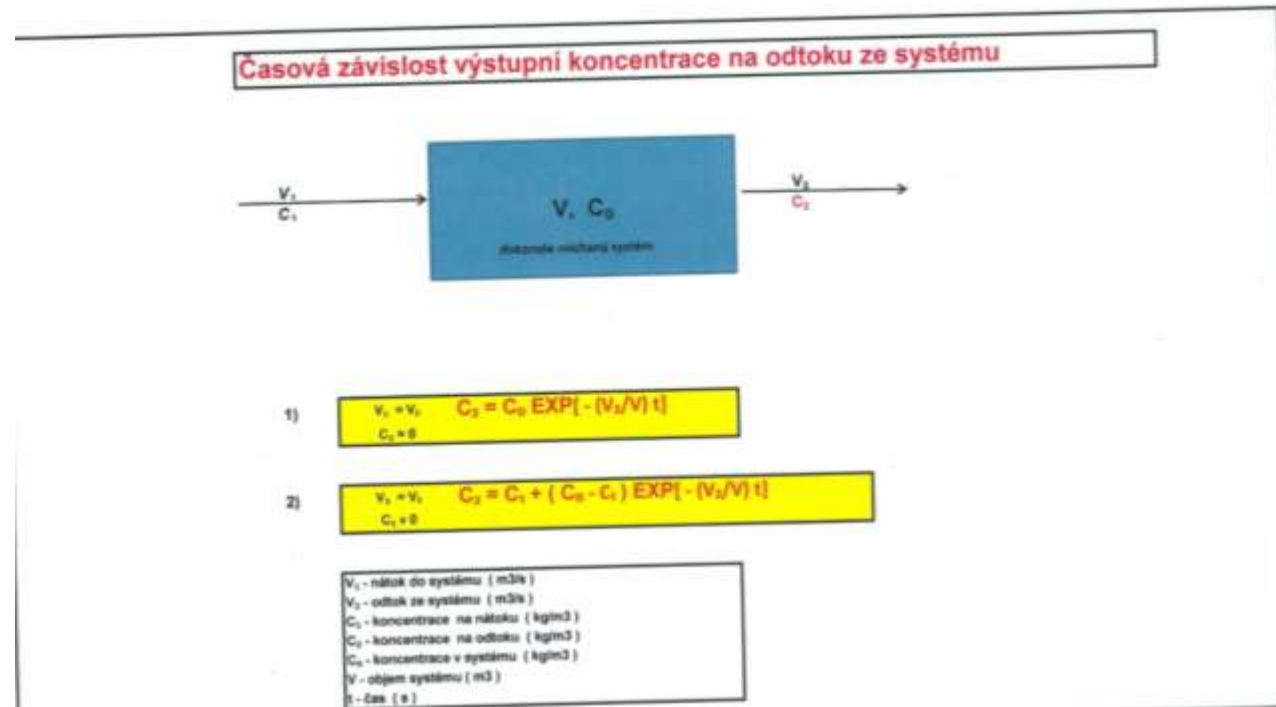
- Stanovit vhodný monitoring, nejlépe vlastními silami (nejlépe přes kyvetové testy). Mít důležitá měřidla průtoků pod kontrolou a metrologickým řízením. Mít pod kontrolou biocidní ošetření vod.
- Najít externí laboratoř pro zákonný monitoring BČOV
- Vyjasnění spolupráce při najíždění s dodavatelem, ujasnit kolaudační řízení
- Mít ujasněnou obsluhu a zastupitelnost (HČR dnes dva technologové, 2 laborantky (znají vody), 2 operátoři + 3 náhradníci)
- Mít zpracovaný jednoznačný provozní řád čistírny spolu s návaznostmi na vodní a látkové okruhy
- BČOV provozovat pod stabilním nátokem, který splní požadavky na provoz a povolené limity
- Monitoring nátoku/odtoku na linkách a ve vodním systému a ostatních souvisejících vod; pravidelné vodní bilance – nejlépe po měsících spolu s monitoringem druhu a množství výroby
- Audity od profesionálů – audit provozních dat a kontrola kalu mikroskopicky 1 – 2x do roka (při potížích častěji)

Nejsou zde vyjmenované veškeré kroky nutné k dobrému projektu BČOV, jsou zde vypíchnuty dle mého názoru ty nejdůležitější.

Co dělat před a při pořízení BČOV a po njetí do provozu – jak monitorovat provoz

Je nutné mít představu o možném kolísání nátokových parametrů na budoucí BČOV. Stanovení frekvence analýz jsme stanovili pomocí rovnice míchané nádoby. Papír rozměňuji ve vodě, kterou musím doplnit – to co odpařím, to co pošlu přes BČOV, ztráty, cca 5% věc výrobcích....

Otázka – pokud dojde ke změně vláken (např. z novin přejdu na karton – kdy je měřitelná změna ustálené hodnoty CHSK když nejistota měření CHSK je 15%?



datum	typ sběrového papíru 3,5 %	pH	vodivost	Rozdíl vodivosti	zákal	CHSK	Ca	Mg	Tvrdost
			uS cm-1	uS cm-1	FNU	mg/l	mg/l	mg/l	°dH
25.09.2019 Alžběta Pospíchalová	WOC	7,78	548	105	1164	422	45,3	21,7	11,4
	Dublett	7,74	557	114	67	677	57,4	12,4	10,9
	Bont	7,79	585	142	403	522	55	23,4	13,1
	Karton	7,64	593	150	507	1409	74,8	15	14
	pitná voda	7,19	443	0	0,87	0	53	13,9	10,6

Co dělat před a při pořízení BČOV a po najetí do provozu – jak monitorovat provoz

Je nutné mít představu o možném kolísání nátokových parametrů na budoucí BČOV. Stanovení frekvence analýz jsme stanovili pomocí rovnice míchané nádoby. Papír rozměňuji ve vodě, kterou musím doplnit – to co odpařím, to co pošlu přes BČOV, ztráty, cca 5% věc výrobcích....Nutno udržovat databázi, kde se sejdou provozní parametry výrobku s kvalitou kalu a vod.

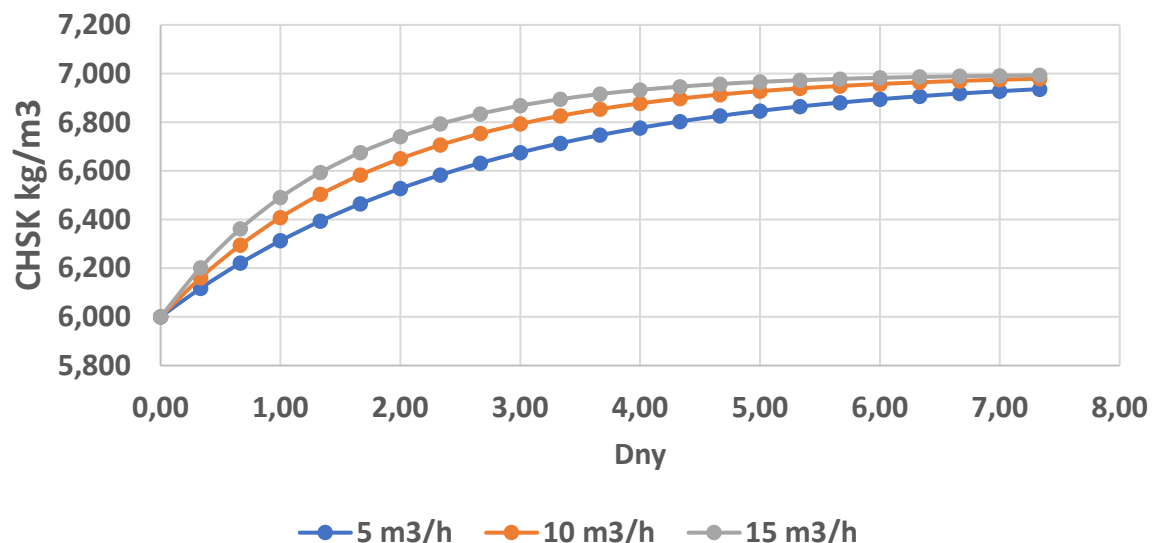
Otázka – pokud dojde ke změně vláken (např. z novin přejdu na karton – kdy je měřitelná změna ustálené hodnoty CHSK když nejistota měření CHSK je +/-15%?

Zadávací parametry: objem systému 800 m³; c(0) 6000, mg/l; C(1) – volím dle odhadu +15% CHSK; c(2) – to je můj zájem počítám změnu v čase . $V(1)=V(2) = \text{co nateče} = \text{odpar} + \text{BČOV}$.

Změna nastane (měřitelná změna) je někde mezi 3-7 dny. Tzn. – monitoring 2x týdně musí stačit. HČR měří nátok/odtok BČOV, vlastnosti kalu, živiny v odtoku 2x týdně, nebo dle potřeby v případě abnormálního výsledku. Je dobré měřit vzorky pro úřední sledování a mít o něm záznam (zejména na začátku najíždění....). Data mám normální, hodnoty nejsou zdvojeny a mohu snadno matematicky modelovat. Toto má smysl, pokud mi denní sledování nikdo nenařídí v rámci IPPC...

Dále je dobré vědět, kolik vzorků musím odebrat, abych prokázal s určitou pravděpodobností (obvykle 95%), že se mi něco děje – využiji postup pro sílu testu. Musím znát střední hodnotu a směrodatnou odchylku a hodnotu průměru po změně....Výsledek pokud mi vyjdou 4 odběry nižší/vyšší než je zvykem něco se děje. Abych mělo jistotu, je nutné mít korelace mezi CHSK/vodivostí/tvrdostí vůči vodivosti – převod chemických analýz na veličiny snadno změřitelné mě může velice snadno pomoci v úvaze, že „se něco děje“. Velmi nebezpečné jsou velmi pomalé plíživé trendy – ty lze odhalit podrobnou statistickou analýzou aspoň čtvrtletních dat. Velmi dobré je umět Vícenásobnou analýzu dat, Korelaci, SVM metodiku, analýzu jednorozměrných dat, nutné vyhodnocovat min. čtvrtletní data.... **Nutné je však umět statistické metodiky správně používat (Ivan Nesládek vyhodnotil za 40 let praxe 2 500 000 dat....)**

Změna CHSK (kg/m³) při koncentrování systému při různých průtocích BČOV



Rozsah výběru a síla
Normální rozd., 1 výběr
Výpočet rozsahu výběru

Název úlohy : Sheet1

Hladina významnosti	0,05
Střední hodnota M	6000
Předpokládaný průměr X	7000
Typ testu	Oboustranný
Nulová hypotéza H0	X = M
Alternativní hypotéza HA	X <> M
Směrodatná odchylka	700
Rozsah výběru	4
Zaokrouhlený rozsah	4
Síla testu	0,8

Rozsah výběru a síla
Normální rozd., 1 výběr
Výpočet rozsahu výběru

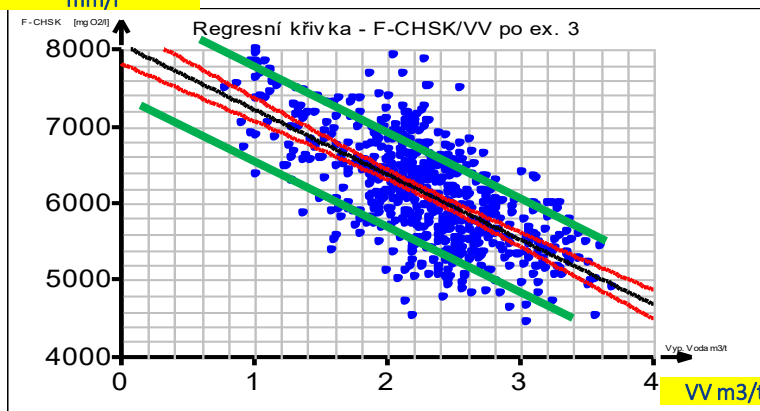
Název úlohy : Sheet1

Hladina významnosti	0,05
Střední hodnota M	6000
Předpokládaný průměr X	7000
Typ testu	Oboustranný
Nulová hypotéza H0	X = M
Alternativní hypotéza HA	X <> M
Směrodatná odchylka	800
Rozsah výběru	5
Zaokrouhlený rozsah	6
Síla testu	0,8

Huhtamaki

Co dělat před a při pořízení BČOV a po njetí do provozu – jak monitorovat provoz

CHSK přepad flotace
mm/l



10.02.2022

CHSK mg/l
ověření modelu
po letech

Proměnná	Odhad	2022
Abs	8041,729048	
Vyp. Voda m3/t	-831,7432169	

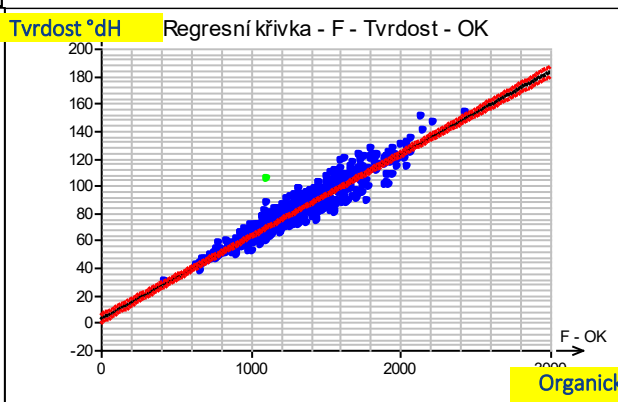
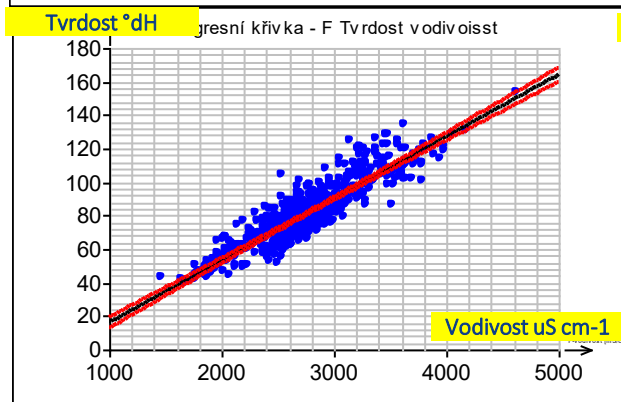
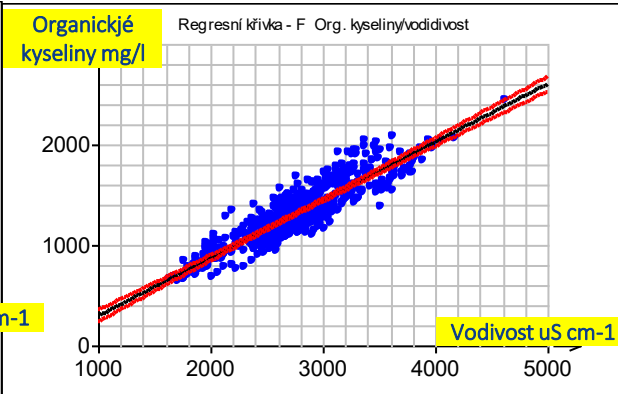
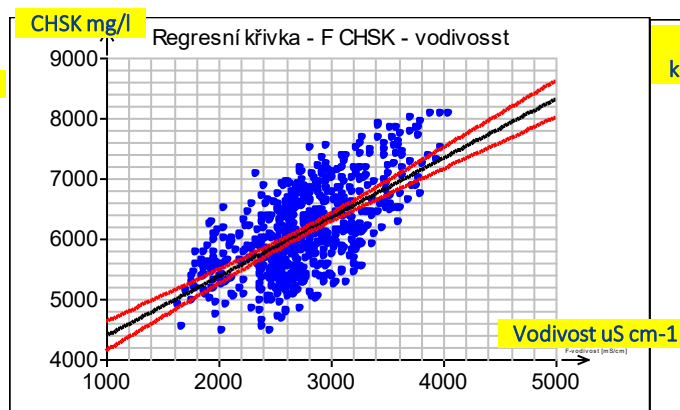
Statistické charakteristiky regrese

Vícenásobný korelační koeficient R :	0,741744331
Koeficient determinace R^2 :	0,550184653
Predikovaný korelační koeficient R_p :	0,296812522
Střední kvadratická chyba predikce MEP :	278922,7403
Akaikeho informační kritérium :	4425,960907

Z dat je možné predikovat vstupní koncentrace CHSK na BČOV (z Vypouštěné vody, zátěže BSK5/t výroby a denního objemu mohu odhadovat chování BČOV velmi přesně).

Model je v podstatě ohraničen (zelené přímky) přesnosti stanovení CHSK $\pm 15\%$.

Na základě tohoto modelu je počítáno rozšíření BČOV pro jednotlivé etapy tak, aby nebyla překročena hranice pro celkové povolené množství odebrané vody 750 000 m3/rok – hodnota 3,6 m3 vypouštěné= vody /t výroby (počítáno se zhoršením zanášky v podobě kartonu – musím udržet vstupní hodnotu do 7000 mg/l CHSK pro dobrou činnost BČOV



Z dat je možné odhadovat chování systému/BČOV hlavně v době kdy není možné mít k dispozici rychle lab. výsledky.

V HČR vše je převedeno na sledování vodivosti a lze predikovat chování BČOV i v závislosti na látce. Pomocí vodivosti mohu rychle odhalit změnu vlastností chemických parametrů, Aniž bych musel dělat chemické analýzy.

U závislosti CHSK vodivost (na flotaci) je kor. koeficient 0,65-0,75.

U ostatních závislostí jsou korelační koef. 0,85-0,9 – as to díky tomu, že byla provedena správná statisticko-technologická rozvaha.

Huhtamaki

Thank You

Contact information

Name | email | phone no.