



DANIEL-LM s.r.o. — AquaTech North Bohemia

Kvartérní dočištění odpadních vod nové generace

B2B průvodce pro rozhodování – z čeho se technologie skládá, jak čištění probíhá a co přesně řeší (i pro čtenáře bez technického vzdělání)

Doplněno v této verzi: rozšířen bod TU Liberec 2023 o konkrétní srovnávací test bakteriální kontaminace po 14 dnech; přidána sekce „Balance látek“ (CHSK progrese + odpadní proudy) pro technicky orientované čtenáře; upozornění na chybu v obrázku u sekce Regenerace (interní kód „AC Polish“ z jiného prospektu – je potřeba obrázků v Gamma verzi nahradit).

Shrnutí pro rozhodovatele

Co to je

Koncový, doplňkový (kvartérní) stupeň čištění, instalovaný až za stávající mechanicko-biologickou čistírnou.

Co to NENÍ

Náhrada čistírny odpadních vod. Bez funkční biologické ČOV před ním tento stupeň nedává smysl.

Co řeší navíc

Rozpuštěné stopové látky – rezidua léčiv, hormony, pesticidy a další mikropolutanty, na které běžná ČOV nebyla navržena.

Z čeho se skládá

(1) přiřivení stávající biologie prospěšnými bakteriemi, (2) volitelné jemné keramické síto, (3) jádro – patentovaný český adsorbent z uhlíkových nanotubic ART CARBON®.

Ověřeno

Laboratorní kolonový test na ÚČOV Praha – Císařský ostrov odstranil 35 z 37 nalezených léčivých reziduí zcela, zbylé dvě výrazně omezil.

Orientační provoz

Přímé náklady cca 3 Kč na 1 m³ vyčištěné vody (bez servisu a obsluhy).

Instalace

Retrofit bez přestavby stávající linky, stavebnicové řešení, bypass pro servis.

Problém, který řešíme

Revidovaná směrnice EU 2024/3019 zavádí u velkých čistíren povinný kvartérní (4.) stupeň čištění, jehož úkolem je odstraňovat mikropolutanty. Konvenční čistírny na tento typ zátěže nebyly navrženy:

Mikropolutanty

Léčiva, hormony, pesticidy a PFAS („věčné chemikálie“), které běžnou čistírnou z velké části procházejí beze změny.

Moderní zátěž

Mikroplasty, metabolity léčiv a antimikrobiální rezistence, se kterými se legislativa teprve vyrovnává.

Limity ≠ čistota

Voda splňující stávající limity není totéž co voda zbavená stopových látek.

Rozsah biologie

Biologický stupeň řeší BSK, CHSK, dusík a fosfor – ne rezidua v koncentracích ng/l až µg/l.

Přítok → biologický stupeň (aktivace) → odtok (stále s mikropolutanty) → recipient. Rizika se tímto řetězcem přenášejí do recipientu a dál do ekosystému – chybí stupeň, který cíleně řeší rozpuštěné stopové látky a má doložitelnou bilanci vstupu a výstupu.

Co tato technologie NENÍ

Tato technologie NENAHRAZUJE čistírnu odpadních vod ani její biologický stupeň.

Instaluje se až za stávající mechanicko-biologické čištění – tedy poté, co voda už prošla usazováním, biologickým odbouráním organiky (BSK, CHSK) a odstraněním dusíku a fosforu. Jejím úkolem je zachytit to, co běžná ČOV svým určením nesleduje: rozpuštěné stopové látky v koncentracích ng/l až µg/l – rezidua léčiv, hormony, pesticidy a další mikropolutanty.

Bez fungující biologické čistírny před tímto stupněm technologie nefunguje a nedává smysl ji instalovat samostatně.

Z čeho se technologie skládá

Skládá se ze tří stavebních bloků, prostřední je volitelný – technologie se přizpůsobuje konkrétní čistírně, ne naopak.

1 Příživění stávající biologie

Do aerační nádrže, kterou už vaše čistírna má, se dávkuje vybrané prospěšné bakteriální kmeny (např. *Bacillus subtilis*) – funguje to jako výživový doplněk pro bakterie, které tam už pracují. Nejde o novou technologii navíc, ale o vylepšení té, kterou už provozujete: rychlejší rozklad organiky, lepší usazování kalu, méně zápachu.

Hlouběji (pro techniky): interně PS01. CHSK typicky klesá z 45 na 15 mg/l ještě před mechanickou filtrací. Zlepšení sedimentace a zhutnění kalu o 20–30 %, vyšší obsah kyslíku v aeraci o 25–30 %, nižší produkce sirovodíku a koroze zařízení.

2 Jemné síto (volitelné)

Keramická membrána z karbidu křemíku s velikostí pórů cca 0,1 mikrometru – zhruba tisíckrát tenčí než lidský vlas. Zachytí zbylé pevné částice a většinu bakterií, než voda postoupí k hlavnímu kroku. Pokud je voda z vaší čistírny už dostatečně čirá, nebo už máte membránový systém, tento krok se dá vynechat – snižuje to investici.

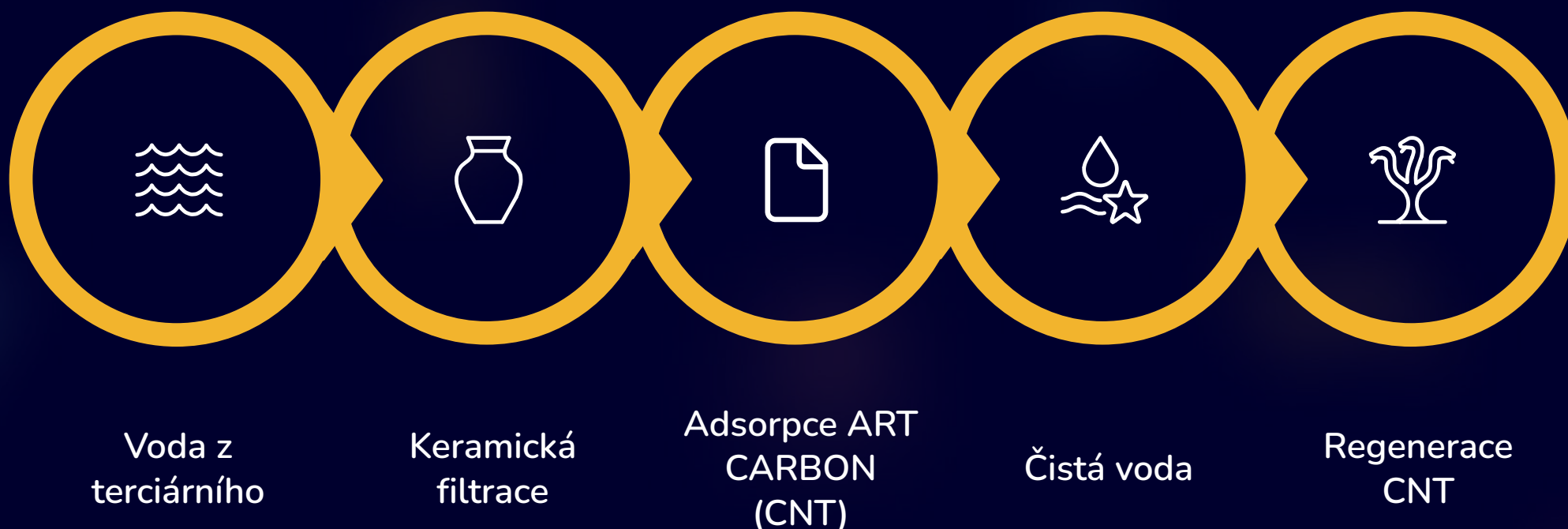
Hlouběji (pro techniky): interně PS02. Spotřeba energie 40–80 W/m³ při správně dimenzovaných čerpadlech. Životnost dle konfigurace až v řádu dvou desítek let. Zachycený kal se vrací do aerobní části čistírny.

3 Uhlíková „mucholapka“ — jádro technologie

Patentovaný český materiál na bázi uhlíkových nanotubic ART CARBON®. Klasické aktivní uhlí funguje jako houba – nečistoty musí difundovat dovnitř pórů, což trvá minuty. Nanotrubice fungují jinak: díky obrovskému vnějšímu povrchu se léčiva, hormony a pesticidy zachytávají přímo na povrchu vlákna, prakticky okamžitě – jako na mucholapce, ne v houbě. Materiál je navíc přirozeně antimikrobiální, takže se na něm netvoří biofilm.

Hlouběji (pro techniky): interně PS03–PS07. Dvě provozní konfigurace – paralelní kolony s ventilovým přepínáním (jedna vždy v provozu, druhá v regeneraci), nebo náplavová adsorpce na keramickém filtru pro vyšší a kolísavé průtoky. Kontaktní doba v jednotkách sekund až nižších desítkách sekund.

Jak probíhá čištění — krok za krokem



1. Voda přitéká z terciárního stupně vaší stávající čistírny – v tuto chvíli je už zbavená většiny znečištění, zbývají jen rozpuštěné stopové látky.
2. (Volitelně) projde jemným keramickým sítím, které zachytí poslední pevné částice a většinu bakterií.
3. Projde přes uhlíkové nanotrubičky – buď v kolonách, nebo v náplavové vrstvě. Kontakt trvá řádově sekundy až jednotky minut, ne desítky minut jako u konvenčních technologií typu ozonizace + aktivní uhlí.
4. Vyčištěná voda odchází k vypouštění do recipientu, případně k dalšímu využití (recyklaci).
5. Jakmile se nanotrubičky postupně nasytí, samy se na místě vyperou (regenerují) zředěným roztokem na bázi lihu – nemusí se nikam odvážet ani nahrazovat. Roztok prochází přes integrovanou reverzní osmózu: cca 90 % se vrací zpět do procesu, zbylý koncentrát se zachycenými látkami (řádově 0,02 l na 1 m³ vyčištěné vody) se odváží k likvidaci.

Kam se to instaluje

Předčištění → Aktivace (biologický stupeň) → Terciární stupeň → Kvartérní dočištění → řízený výtok / recyklace.

Pozice v lince

Instaluje se až za terciárním stupněm stávající čistírny – modulární konfigurace podle průtoku (m^3/h , l/s).

Bypass režim

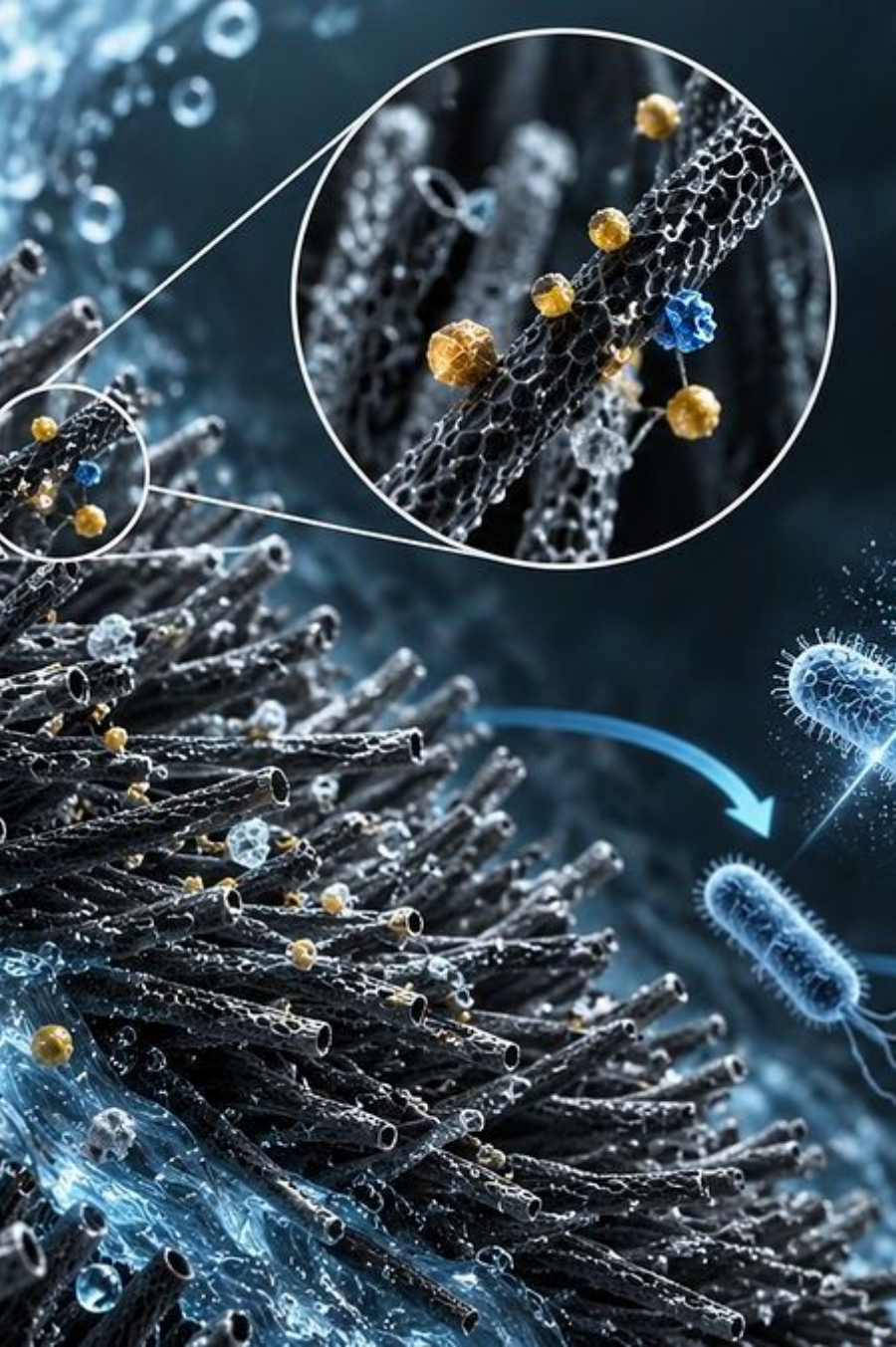
Bypass režim pro servis, řízený provoz podle aktuálního zatížení.

Retrofit

Nevyžaduje přestavbu stávající linky.

Stavebnicové řešení

Jednotlivé provozní bloky lze podle potřeby vynechat.



Co to řeší navíc

Uhlíkové nanotrubicе pracují ve stejném stupni dvěma souběžnými mechanismy:

Chemie

Adsorpce mikropolutantů na povrchu nanotubic: léčiva, hormony, pesticidy a další rozpuštěné organické látky.

Mikroorganismy

Elektrostatické přitažení a kontaktní narušení buněčné membrány. Materiál bakterie nekrmí a netvoří se na něm biofilm.

Ověřené výsledky v praxi

ÚČOV Praha – Císařský ostrov

Laboratorní kolonové ověření na vzorku odpadní vody. Z 37 identifikovaných léčivých reziduí (API) bylo 35 odstraněno zcela, zbylé dvě výrazně omezeny. Jednorázová zkouška na konkrétním vzorku, nelze bez dalšího ověření zobecňovat na jinou vodu.

Stejný test — virologie

Rotavirus A klesl z 8 milionů částic/ml na vstupu na nulu na výstupu (analýza Virologický ústav LF MU Brno).

TU Liberec, nezávislé testy

Při shodném kontaktním čase (10 minut) dosahuje granulované aktivní uhlí jen 12–47 % účinnosti ART CARBON® – jde o relativní poměr obou materiálů při stejném čase, ne o absolutní míru odstranění.

TU Liberec, komparativní test 2023

U kartuše s uhlíkovými nanotubicemi nebyly po 1 000 l filtrace ani po 14 dnech stání ve vodě zjištěny žádné E. coli, koliformní bakterie, Pseudomonas aeruginosa ani jiné kultivovatelné bakterie; u srovnávaných kartuší s běžným aktivním uhlím se po stání objevila bakteriální kontaminace.

Samostatná realizace — sanace zaplavené studny

Koliformní bakterie klesly z 20 500 na 12 MPN/100 ml, počet kolonií z $>10^6$ na 2 200 KTJ/ml při 36 °C (protokol mikrobiologické analýzy, VŠCHT Praha 2022).

PFAS a TFA

Účinnost se stanovuje látkově specificky pro konkrétní vodu v rámci pilotního ověření – obecné procento zde záměrně neuvádíme.

Regenerace, cirkularita a odpad

Regenerace na místě

Regenerace probíhá přímo v areálu čistírny – adsorbent se neodváží ani nevyměňuje.

Ověřená životnost

Ověřeno 32 regeneračních cyklů v laboratorních zkouškách se zachovanou funkcí materiálu; provozní životnost pro konkrétní vodu stanovuje pilot.

Bez termické reaktivace

Odpadá termická reaktivace při 700–900 °C, kterou vyžaduje klasické granulované uhlí (při níž se navíc 5–15 % materiálu nenávratně ztrácí).

Cirkularita materiálu

Nanotrubice na konci životnosti lze po regeneraci a dispergaci využít jako aditivum do betonu – u tuhého materiálu tak nevzniká odpad k likvidaci.

Kapalný odpad

Řádově 0,02 l koncentrátu na 1 m³ vyčištěné vody, při zařazeném stupni recyklace regenerátu reverzní osmózou.

Bilance látek — kam se poděje zátěž

Modelová bilance konkrétní testované sestavy ukazuje, jak se znečištění postupně snižuje přes jednotlivé bloky technologie:

CHSK v mg/l	Hodnota
Odtok z biologie	45,0
Po intenzifikaci biologie (blok 1)	15,0
Po keramické ultrafiltraci (blok 2)	10,0
Po adsorpci na ART CARBON® (blok 3)	1,0

Odpadní proudy na 1 m ³ upravené vody	Hodnota
Dávka nanotubic (cirkuluje v procesu)	0,3 kg
Regenerační činidlo (recykluje se)	< 0,2 l
Koncentrát — se stupněm recyklace regenerátu (RO)	0,02 l (0,2 dcl)
Koncentrát — bez stupně recyklace regenerátu	0,2 l (2 dcl)

☐ Hodnoty vycházejí z modelové bilance konkrétní testované sestavy a slouží k orientaci, ne jako projektová garance. Objem koncentrátu závisí na tom, zda je zařazen stupeň recyklace regenerátu reverzní osmózou — obě varianty uvádíme záměrně.

Orientační ekonomika (OPEX)

Položka	Hodnota
Elektrická energie na ultrafiltraci	0,10 kWh/m ³
Ostatní energie na čerpání kapalin	0,50 kWh/m ³
Náklady na energii celkem	cca 2,10 Kč/m ³
Spotřeba chemikálií a regenerace	0,35 Kč/m ³
Recyklace regenerátu	0,40 Kč/m ³
Likvidace koncentrátu	0,05 Kč/m ³
Obměna nanotrubic	0,10 Kč/m ³
Přímé OPEX: řádově 3,00 Kč / m³ vyčištěné vody	3,00 Kč/m³

☐ Orientační kalkulace přímých nákladů výroby. Nezahrnuje servis, údržbu a obsluhu – ty se doplňují podle konkrétní sestavy a provozního režimu.

Jak probíhá spolupráce

01

Technicko-provozní audit

Vstupní data, rozbor vody, hydraulika, cíle.

02

Návrh variant konfigurace

Integrace do stávající linky.

03

Rámcový CAPEX/OPEX

A harmonogram.

04

Pilotní ověření

A laboratorní monitoring.

05

Instalace

Zkušební provoz a předání.



První dva kroky nabízíme jako nezávazné posouzení bez smluvního závazku.

Poctivě — co neslibujeme

Nenahrazuje ČOV

Tato technologie nenahrazuje čistírnu odpadních vod ani její biologický stupeň — je to doplňkový koncový krok.

Není univerzální

Není to univerzální samostatné řešení — konkrétní konfigurace a dávkování se vždy stanovují na základě rozboru vody a pilotního ověření na místě.

PFAS a TFA

Účinnost vůči PFAS a TFA se ověřuje látkově specificky pro danou vodu, ne obecným procentem.

OPEX bez servisu

Uvedené OPEX (3 Kč/m³) jsou přímé výrobní náklady bez servisu, údržby a obsluhy.

Laboratorní výsledky

Uvedené laboratorní výsledky jsou jednorázová měření na konkrétních vzorcích, ne provozní garance pro každou vodu.

Kontakt

DANIEL-LM s.r.o. — AquaTech North Bohemia

Vedení a projekty

+420 777 321 846

Technologie

+420 777 919 877

Obchod

+420 773 992 321

Zahraniční oddělení

+420 730 330 353

info@aquanotech.eu · www.aquanotech.eu

- ❏ Materiál slouží k veřejné prezentaci technologie. Nejedná se o projektovou dokumentaci ani o garanci účinnosti pro každý typ vody. Konkrétní návrh vyžaduje rozbor vody a projektové posouzení.

