

E0270 TECHNOLOGIE A NÁSTROJE OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Technologie čištění vod

RNDr. Mgr. Michal Bittner, Ph.D.

Čistírny průmyslových vod

Průmyslové odpadní vody – vznikají při použití vody ve výrobních procesech a v zemědělství

Specifika průmyslových odpadních vod

- znečištění

- převážně organicky znečištěné - průmysl potravinářský, papírenský, farmaceutický, textilní, koželužský
- převážně anorganicky znečištěné - průmysl hutní, keramický, sklářský, těžba a úprava rud, výroba hnojiv, povrchová úprava kovů, anorganická chemie

- množství a rovnoměrnosti vypouštění

- recyklace vody, schopnost použité technologie šetřit vodu
- směnnost provozu

Čistírny průmyslových vod

Charakter netoxických znečišťujících látek

Znečišťující látky	Příklady
ROZPUŠTĚNÉ	
Organické	
- Biologicky rozložitelné	Cukry, mastné kyseliny, aminokyseliny
- Biologicky obtížně nerozložitelné	Azobarviva, ligninsulfonové a humínové kyseliny
Anorganické	Těžké kovy, chemikálie
NEROZPUŠTĚNÉ	
Organické	
- Biologicky rozložitelné	Škrob, bakterie
- Biologicky nerozložitelné	Papír, plasty
- Usaditelné	Celulózová vlákna
- Neusaditelné	Bakterie, papír
- Koloidní	Bakterie
- Plovoucí	Papír, oleje, tuky
Anorganické	
- Usaditelné	Písek, hlína
- Neusaditelné	Brusný prach

Čistírny průmyslových vod

Charakter toxických znečišťujících látek

- ↪ **biologicky rozložitelné (fenol, formaldehyd)**
- ↪ **biologicky obtížně rozložitelné (pesticidy, organochlorované uhlovodíky)**

Čistírny průmyslových vod

Metody čištění průmyslových OV

- ↪ Neexistuje jediný ekonomicky přijatelný universální proces, kterým by bylo možné odstranit všechny formy znečištění
- ↪ Nutnost kombinace několika zcela procesů (jednotkových operací)
- ↪ Volba zařazení jednotlivých procesů záleží na charakteru znečištění, přičemž proces
 1. musí být účinný a měl by být ekonomicky přijatelný
 2. neměl by být příliš náročný na spotřebu energií
 3. neměl by být zdrojem vnosu dalších znečišťujících látek (Cl⁻, SO₄²⁻ ...)

Čistírny průmyslových vod

Společné čištění MOV a POV

Optimální řešení – pokud to podmínky alespoň trochu dovolují

Hlavní výhody:

1. úspora investičních a provozních nákladů při výstavbě a provozu jedné velké čistírny než dvou menších
2. možnost získání dokonalejší technologie čištění a kvalifikovanější obsluhy pro velkou čistírnu
3. splaškové vody mají přebytek dusíku a fosforu, kterých bývá u průmyslových OV málo
4. ředěním průmyslovými OV vodami splaškovými se sníží koncentrace některých toxických látek u průmyslových OV, čímž se umožní jejich biologické čištění

Nevýhody:

1. toxické látky v průmyslových OV – problémy s čištěním
2. sankce za nedodržení limitů kanalizačního řádu

Čistírny průmyslových vod

Oddělené čištění POV

Mechanické čištění

- ↪ všechny již dříve zmíněné způsoby
- ↪ + filtrace, vakuová odparka (destilace, odpařování vody)

Biologické čištění

- ↪ - všechny již dříve zmíněné způsoby aerobní či anaerobní

Chemické čištění

- ↪ srážení
- ↪ oxidace a redukce
- ↪ čiření
- ↪ neutralizace

Čistírny průmyslových vod

Biologické čištění - Srovnání aerobního a anaerobního způsobu čištění

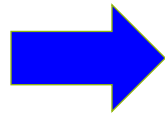
Aerobní	Anaerobní
Rychlejší	Pomalejší
Více kalu	Méně kalu
Větší spotřeba energie	Menší spotřeba energie
Není produkován zdroj energie	Je produkován CH ₄
Více účinné při nižším CHSK	Více účinné při vyšším CHSK
Spolehlivější	Sklon k tvorbě nánosů
Méně vhodné pro odstranění patogenů a parazitů	Účinnější pro odstranění patogenů a parazitů

Čistírny průmyslových vod

Typické schéma procesu čištění PVO

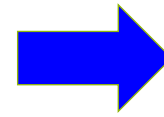
Předčištění

Fyzikální /
chemické čištění,
separace tuhé fáze



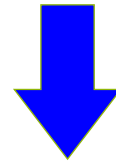
Čištění

Biologické čištění
Aerobní /
anaerobní čištění /
kontinuální



Dočištění

Filtrace,
absorpce



Vypouštění
čistých
výtoků

Malé čistírny průmyslových vod

Technické parametry malých ČOV

- ↪ obce, městské části a menší města
 - do cca 5.000 ekvivalentních obyvatel (EO)
 - resp. 1.250 – 2.500 m³.h⁻¹
- ↪ rodinné domy

Specifika malých čistíren

- ↪ silně nerovnoměrný nátok v průběhu dne
- ↪ množství balastních vod
- ↪ proti velkým ČOV chybí
 - primární sedimentace
 - samostatná stabilizace kalu

Malé čistírny průmyslových vod

Přirozené biologické čištění (1)

Závlaha - nejstarší způsob, využívá živiny obsažené v odpadní vodě, aplikované vody musí splňovat přísné zemědělské požadavky na znečištění

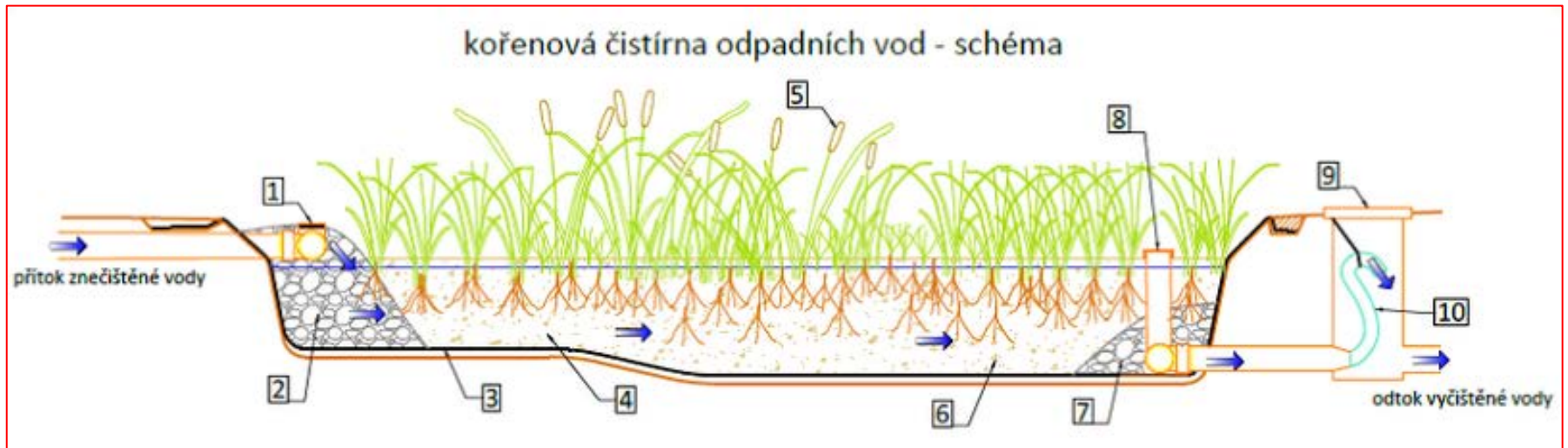
Biologické rybníky - nádrže o velké rozloze a malé hloubce, samočisticí proces je zintenzívněn stálým provzdušňováním, u některých typů i možnost nasazení vybrané vhodné rybí osádky



Malé čistírny průmyslových vod

Přirozené biologické čištění (2)

Kořenové čistírny - využívají přírodních pochodů probíhajících v kořenech rostlin, určeny pro malé obce, významně snížená účinnost v zimních obdobích

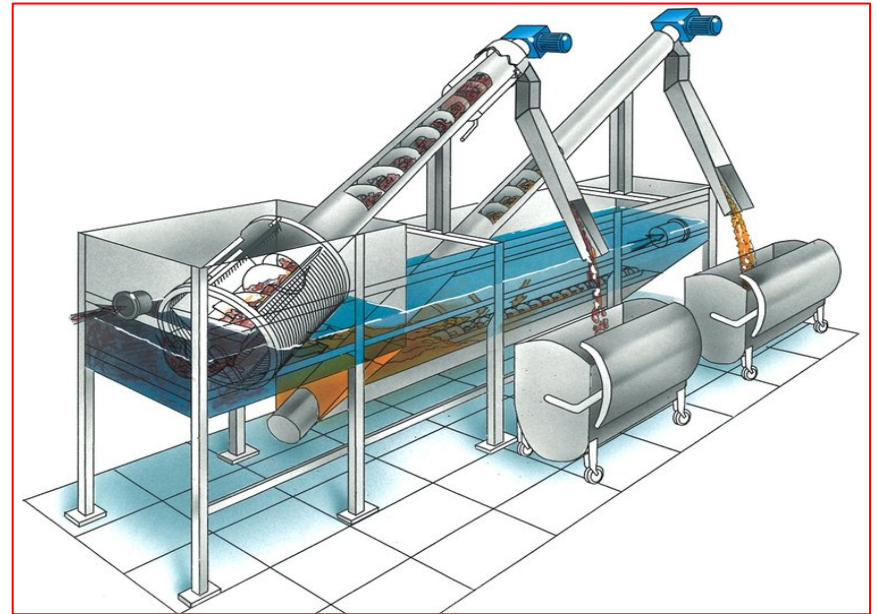




Malé čistírny průmyslových vod

Mechanické čištění

- ↪ možné využít kompaktních zařízení
- ↪ chybí primární sedimentace



Malé čistírny průmyslových vod

Domovní čistírna odpadních vod

A - Usazovací a kalový prostor

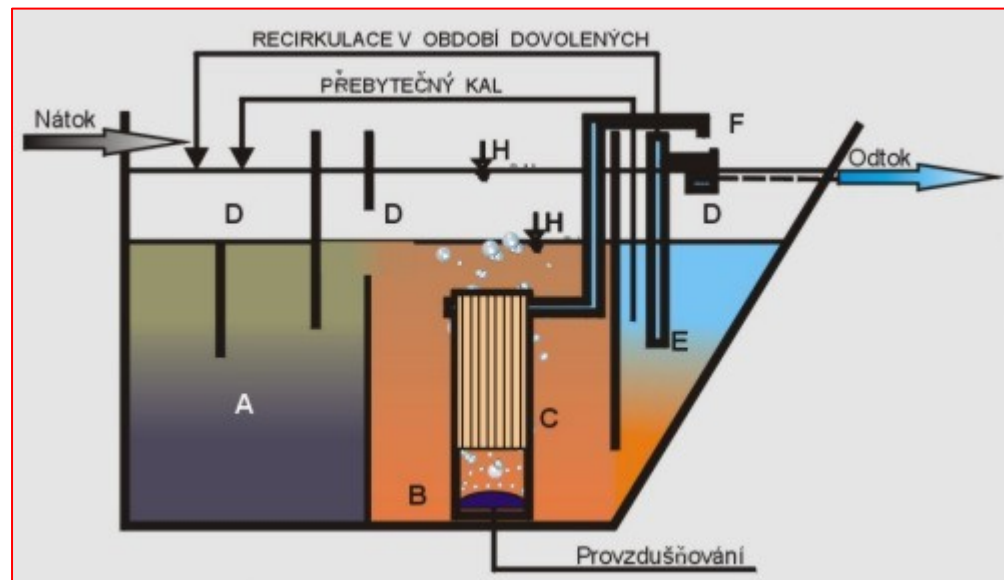
B - Membránový modul

C – Aktivace

D - Akumulační prostor

E - Dosazovací prostor

F - Odtok



Kalové hospodářství

Kalové hospodářství

Zahušťování kalu (1)

Účelem je odstranění části volné vody s případným použitím organických flokulantů

Kal

- ↪ primární – z mechanického čištění
- ↪ biologický (sekundární) – z biologického čištění
- ↪ chemický – (terciární) – z dočištění

Způsoby zahušťování

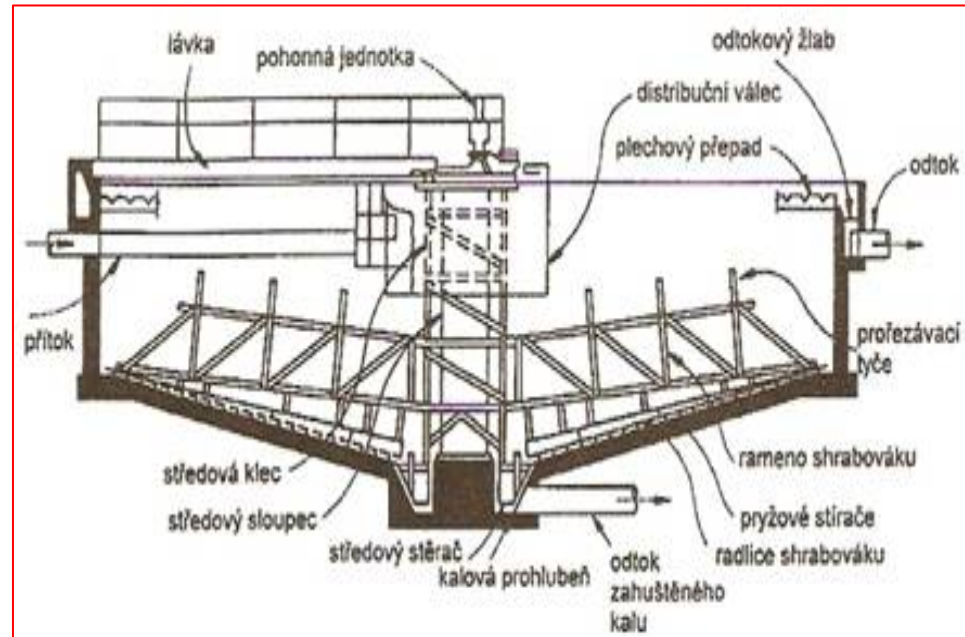
- ↪ gravitační
- ↪ flotační
- ↪ strojní

Kalové hospodářství

Zahušťování kalu (2)

Gravitační zahušťování

- ↪ vhodné pro primární a terciární kal před dávkováním do vyhnívací nádrže
- ↪ kontinuální provoz s pomaloběžným mícháním nádrže
- ↪ doba zdržení – léto 24 h, zima 48 h
- ↪ odsazená voda odtéká pilovým přepadem zpět před usazovací nádrže
- ↪ dosahovaná sušina – 5 – 6 %



Kalové hospodářství

Zahušťování kalu (3)

Flotace

- ↪ vhodné pro biologický (sekundární) kal před dávkováním do vyhnívací nádrže
- ↪ do kalové suspenze vháněn vzduch, na mikrobublinky se nabalují kalové částice, které jsou vynášeny k hladině - zahuštěná plovoucí vrstva se stírá
- ↪ odsazená voda odtéká zpět před usazovací nádrže



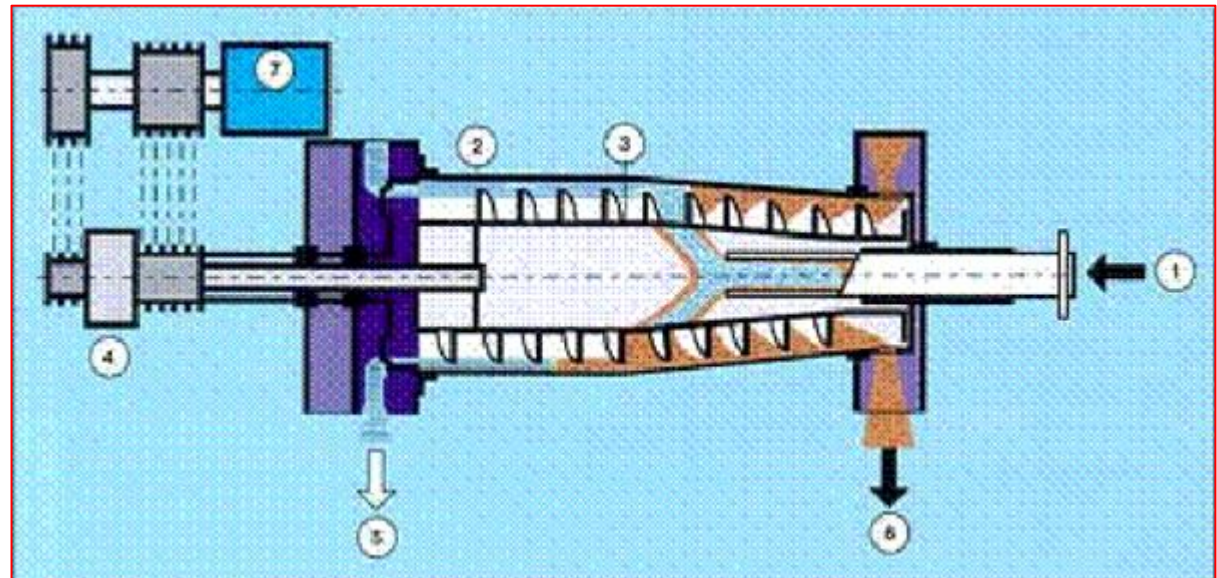
Zahušťovací nádrž, Flotační jednotka ČOV Brno - Modřice

Kalové hospodářství

Zahušťování kalu (4)

Strojní zahušťování

- ↗ zahušťovací odstředivky
- ↗ lyzátovací odstředivky – dezintegrace na menší částičky, zvýšení produkce kalového plynu
- ↗ rotační síta
- ↗ sítopásové lisy





Animation | Alfa Laval wastewater treatment decanter centrifuge for sludge thickening and dewatering



Alfa Laval
32,2 tis. odběratelů

Odebírat

👍 193



🔗 Sdílet

☰ Uložit

📄 Popis



Kalové hospodářství

Stabilizace kalu (1)

Mikroorganismy rozkládají biologicky rozložitelné látky v surovém kalu

Aerobní stabilizace - organická hmota je oxidována na CO_2 a H_2O

↪ Výhody

- Srovnatelný stupeň rozkladu s anaerobní stabilizace
- Nízké koncentrace BSK5 a amoniakálního dusíku v kalové vodě
- Jednoduchý provoz, nízké investiční náklady

↪ Nevýhody

- vysoká spotřeba elektrické energie
- horší odvodňovací schopnosti kalu

Kalové hospodářství

Stabilizace kalu (2)

Anaerobní stabilizace - uvolňuje se kalový plyn (s obsahem metanu)

↳ **Výhody**

- vývin kalového plynu s možností výroby elektrické energie a tepla
- lepší odvodňovací schopnosti kalu

↳ **Nevýhody**

- vyšší požadavky na tepelnou energii – vyhřívání vyhnívacích nádrží
- horší kvalita kalové vody
- náročnější provoz – výbušné prostředí

Kalové hospodářství

Stabilizace kalu (3)

Anaerobní stabilizace

↪ dle teploty

- psychofilní nevyhřívané
- mezofilní 27 – 45°C
- termofilní 45 - 60°C

↪ míchání vyhnívacích nádrží

- přerušované
- nepřetržité

↪ způsob míchání

- mechanicky
- kalovým plynem

↪ doba vyhnívání 15 – 30 dní

↪ kalový plyn do plynojemu



Kalové hospodářství

Stabilizace kalu (4)

Anaerobní stabilizace

- ↪ **hydrolýza** – probíhá působením fermentačních bakterií, polymery se rozkládají na nízkomolekulární látky rozpustné ve vodě (např. celulóza a škrob na glukózu)
- ↪ **kyselé kvašení** – rozkládá produkty 1. stupně působením acetogenních bakterií na nižší alifatické kyseliny a alkoholy (kyselina octová)
- ↪ **methanové kvašení** – methanizační bakterie převádějí produkty kyselého kvašení na methan (kalový plyn)

Kalový plyn – směs plynných produktů – methan + oxid uhličitý (H_2 , N_2 , H_2S),

- ↪ dobře pracující nádrže: 65 – 75% CH_4 + 25 – 35% CO_2
- ↪ využití - vyhřívání vyhnívacích nádrží, ohřev vody, vytápění budov čistírny, kogenerace na elektrickou energii

Technologická linka velkých a středních čistíren

Produkty:

Biomasa, stabilizovaná organická hmota, NH_4^+ , CH_4 , CO_2 , H_2S ,
 H_2 , N_2

Proces stabilizace kalu má 4 fáze:

- 1) **Hydrolýza:** rozklad vysokomolekulárních rozpuštěných látek, nerozpuštěných OL (polysacharidy, lipidy, proteiny) na nízkomolekulární látky rozpustné ve vodě pomocí extracelulárních hydrolytických enzymů (hydroláz)

Celulosa → celobiosa → disacharidy → glukosa

Škrob → dextriny → maltosa → glukosa

Tuky → glycerol + vyšší mastné kyseliny

Bílkoviny → polypeptidy → aminokyseliny

Technologická linka velkých a středních čistíren

2. Acidonegese (kyselé kvašení):

Další rozklad produktů hydrolýzy na jednoduché organické látky (nižší mastné kyseliny, alkoholy, CO_2 , H_2) pomocí acidogenních bakterií

3. Acetogenese

Tvorba CH_3COOH , H_2 , CO_2 z produktů předchozích fází acetogenními bakteriemi

4. Methanogenese

Tvorba CH_4 z CH_3COOH acetotrofními methanogenními bakteriemi a z jednoduhlíkatých substrátů, CO_2 , H_2 , hydrogenotrofními methanogenními bakteriemi

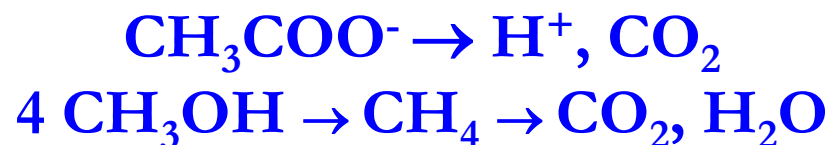
Rody: methanobacterium
methanobrevibacter
methanococcus

Uvedené fáze jsou následné, v kontinuálním systému však probíhají současně

Technologická linka velkých a středních čistíren

Tvorba methanu:

1. reakce bez redukce a využití CO₂:



2. reakce s redukcí a využitím CO₂ jako akceptoru vodíku



Anaerobní stabilizace organických kalů = vyhnívání

Technologická linka velkých a středních čistíren

Souhrnné rovnice:

Hydrolyza, acidogenese

Komplexní
org.slouč.

V1

Alif. kys., produkty rozkladu,
buňky, CO₂, H₂O, H₂, NH₃, H₂S

Acetogenese, methanogenese

Alif. kys.
a alkoholy

V2

CH₄, CO₂, H₂O, H₂,
stabilní produkty rozkladu buňky

V1, V2 – rychlosti jednotkových procesů

Kalové hospodářství

Stabilizace kalu (5)

Uskladňovací nádrž

- ↪ dobíhají methanizační procesy
- ↪ dochází k oddělení kalu od kalové vody
- ↪ nutnost míchání - míchadla
- ↪ kalová voda se vrací do čistícího procesu – vysoký obsah amoniakálního dusíku
- ↪ stabilizovaný kal je následně odvodňován

Kalové hospodářství

Odvodňování kalu

↪ stabilizovaný kal cca 5 hm. %

Způsoby odvodňování

↪ gravitační

- kalová pole 65 hm. %

- kalové laguny

↪ strojní

- odstředivky 30-35 hm. %
- sítopásové lisy 27-55 hm. %
- kalolisy 35-50 hm. %
- sušení 85-92 hm. %

↪ Efektivní strojní odvodnění za použití polyflokulantů



Sušení kalu ČOV Brno - Modřice



Příprava koagulantu

Kalové hospodářství

Nakládání s odvodněnými kaly (1)

Vlastnosti stabilizovaného kalu

- ↪ **minimální náchylnost k dalšímu rozkladu** (nezpůsobuje pachové a hygienické problémy)
- ↪ **dobré hnojivé vlastnosti** - poměr organické a anorganické složky 1 : 1
- ↪ **někde a někdy vyšší obsah** těžkých kovů, persistentních organických polutantů (POPs) či polyaromatických uhlovodíků (PAHs) - nutné zabránit už jejich vstupu do odpadních vod
- ↪ **vysoký obsah patogenních organismů**

Vyloučení nebezpečných vlastností odpadu

- ↪ **způsob a četnost ověřování stanoví pověřená osoba v osvědčení o vyloučení nebezpečných vlastností odpadu**

Kalové hospodářství

Nakládání s odvodněnými kaly (2)

Aplikace na zemědělskou půdu – pravidla ve vyhl. 437/2016 Sb.

- ↪ do 48 hodin musí být kaly zapraveny do půd
- ↪ potřeba živin musí být doložena výsledky rozborů půd
- ↪ požadavky na minimální obsah sušiny – 4 %
- ↪ nepřekročení mezních hodnot rizikových látek
- ↪ nepřekročení mezních hodnot mikroorganismů (termotolerantní koliformní bakterie, enterokoky, salmonela – lze docílit hygienizací)

Další nutné podmínky

- ↪ program použití kalů – obsahuje mimo jiné
 - evidenční listy využití kalů v zemědělství
 - vyhodnocení kalů z hlediska jejich použití na zemědělské půdě
 - návrh monitoringu kalů a monitoringu půdy,
 - plán odběru vzorků
 - opatření na ochranu zdraví při práci s kaly

Kalové hospodářství

Nakládání s odvodněnými kaly (3)

Kompostování

- ↪ zpracování biologicky rozložitelných odpadů (zákon č. 185/2001 Sb.)
- ↪ nutná vhodná surovinová skladba
- ↪ přeměna organické hmoty na humusové složky působením aerobních mikroorganismů. Přívod vzduchu základní podmínkou
- ↪ provzdušňování překopáváním, tlakovou aerací nebo odsáváním vzduchu nasyceného oxidem uhličitým z kompostu zpravidla přes vzdušný filtr
- ↪ vyhl. 341/2008 Sb.) stanoví požadavky na kvalitu v závislosti na způsobu využití kompostu.
- ↪ kontrola kvality každé předávané šarže - 1 x za 3 – 4 dny (těžké kovy)



Kalové hospodářství

Nakládání s odvodněnými kaly (4)

Spalování

- ↪ samostatné spalovní odvodněného kalu – ČR
řídce
- ↪ přídatné palivo (spalovny TKO, teplárny a
elektrárny, cementářské pece)
- ↪ v podmínkách BVK – Cementárna Mokrá
 - dříve vnitřní norma na výrobu pevného biopaliva
„Palikal“, nyní odpad
 - stanoveny požadavky na obsah těžkých kovů (Hg, Cd, Cr,
Cu, Ni, Pb, Zn, Sb, As, Co, Mn, V, Tl), TOC, celkové síry,
celkového chloru, vodíku, granulometrii, výhřevnost a
popel.
 - získán certifikát

Skládkování - postupný útlum vlivem legislativy EU



Kalové hospodářství

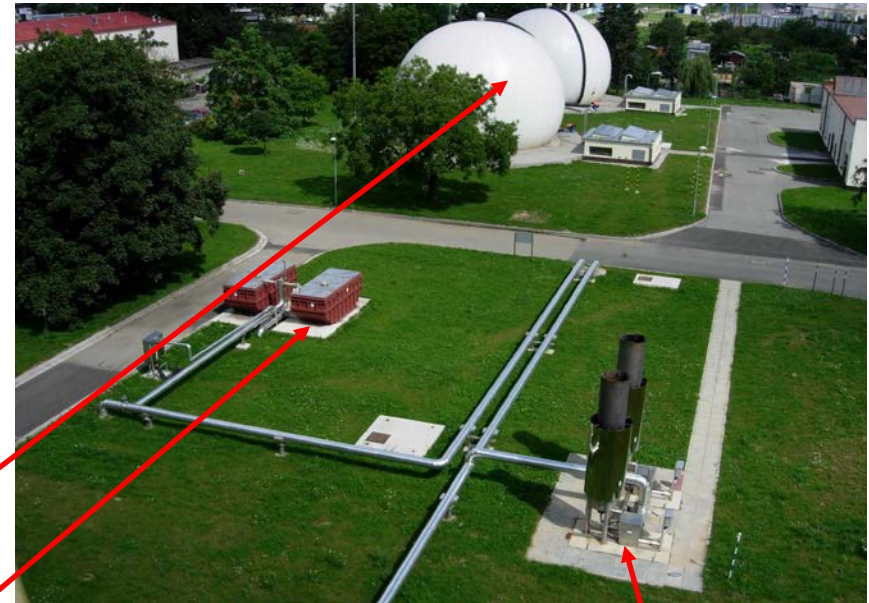
Plynové hospodářství (1)

Plynojemy

- ↪ **Mokrý** - válcová nádoba zdola otevřená a ponořená do vody. Plyn se jímá mezi vodní hladinu a nádobu, která se podle potřeby tlakem plynu vynořuje z vod
- ↪ **Suchý** (membrány o vysoké pevnosti)
 - podlahová
 - vnější – napínána přetlakem vzduchu
 - vnitřní – proměnlivý objem plynu

Plynojemy

Odsíření



Spalování zbytkového bioplynu

Kalové hospodářství

Plynové hospodářství (2)

Odsíření

- ↪ zařízení sloužící k odstraňování sulfanu - H_2S adsorpcí speciálním sorpčním materiálem - aktivním uhlím s následnou katalytickou oxidací kyslíkem přítomným v kalovém plynu na elementární síru, která zůstane zachycena na sorbentu.
- ↪ účinnost odsíření se pohybuje mezi 96 - 99 % podle koncentrace H_2S

Spalování zbytkového kalového plynu

- ↪ automatické plynové hořáky, spalující nízkotlaký a středotlaký kalový plyn
- ↪ použití
 - v případě přebytků
 - při odstávce kogenerace



Kalové hospodářství

Plynové hospodářství (3)

Kogenerace

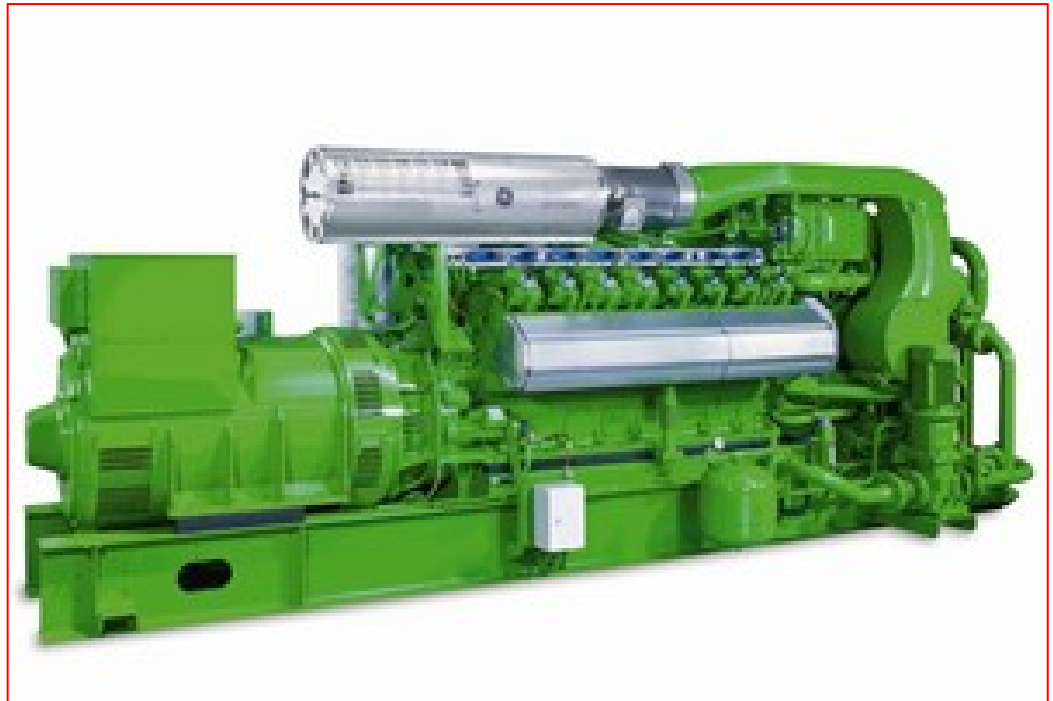
↪ motory pro výrobu elektrické energie a tepla spalováním kalového plynu

↪ Složení kalového plynu

- CH_4 – 65 – 75%
- CO_2 – 25 – 35%

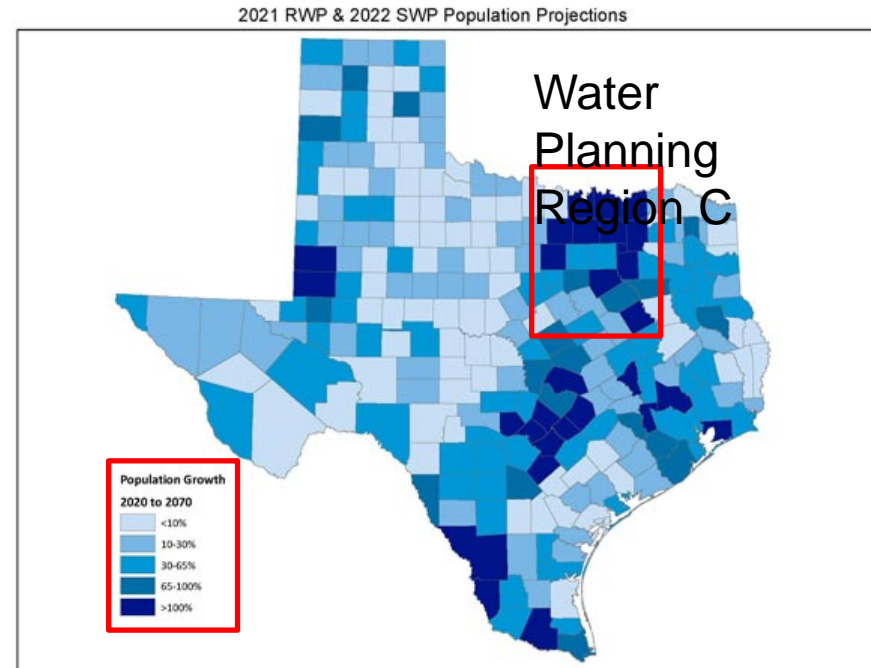
↪ Výhřevnost

- 21 – 29 MJ kg^{-1}



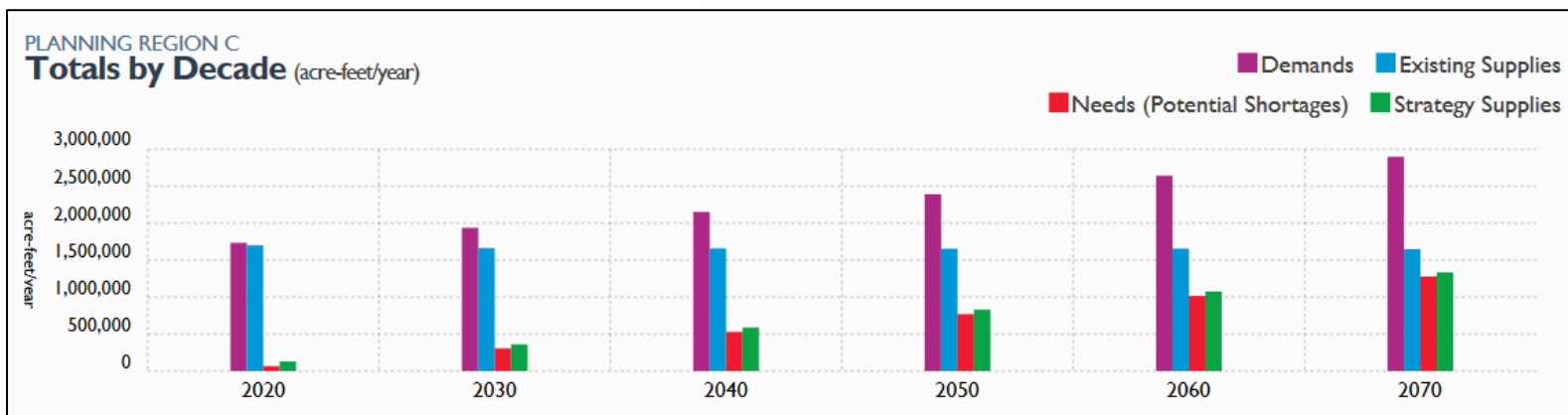
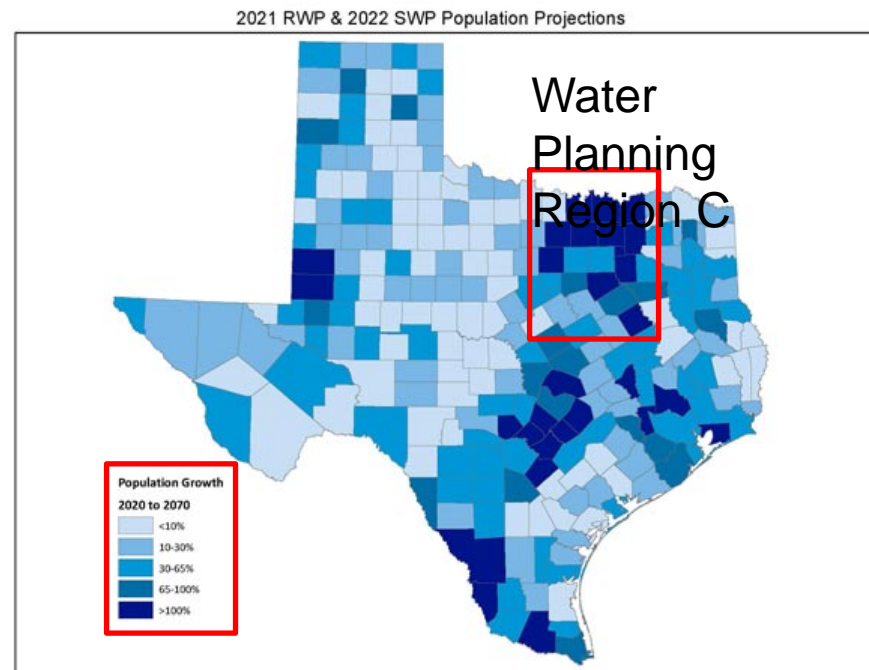
Růst populace a spotřeby vody v Severním středním TX, 2020 → 2070

- Nejrychlejší růst v Texasu
- 7,6 mil (2020) → 14,7 mil (2070)



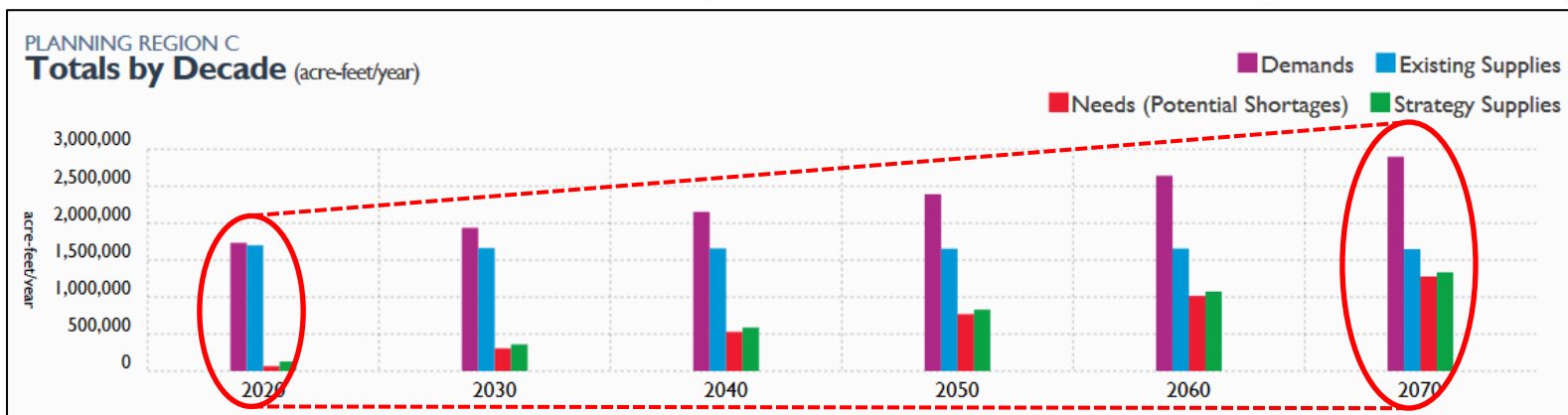
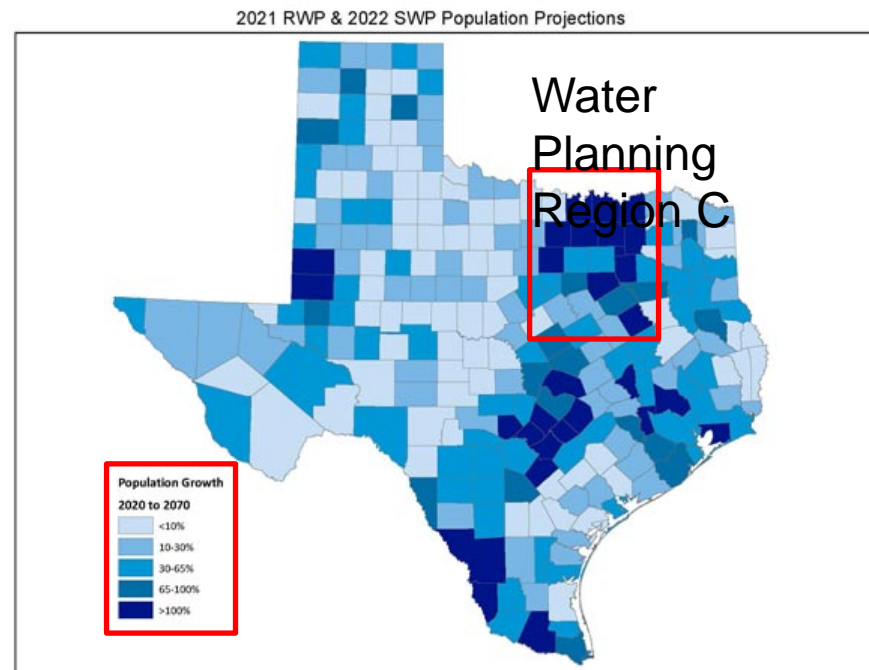
Růst populace a spotřeby vody v Severním středním TX, 2020 → 2070

- Nejrychlejší růst v Texasu
- 7.6 mil (2020) → 14.7 mil (2070)



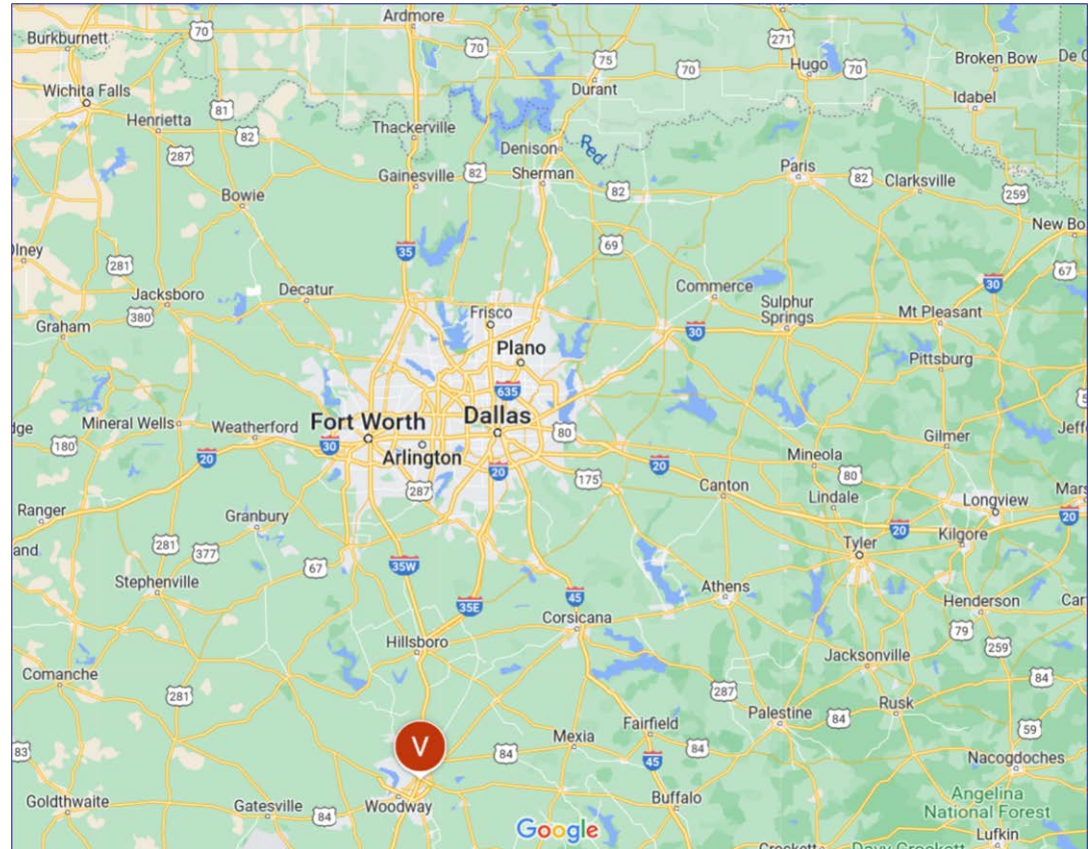
Růst populace a spotřeby vody v Severním středním TX, 2020 → 2070

- Nejrychlejší růst v Texasu
- 7.6 mil (2020) → 14.7 mil (2070)



Budoucí zdroje vody pro Severní střední TX (2070)

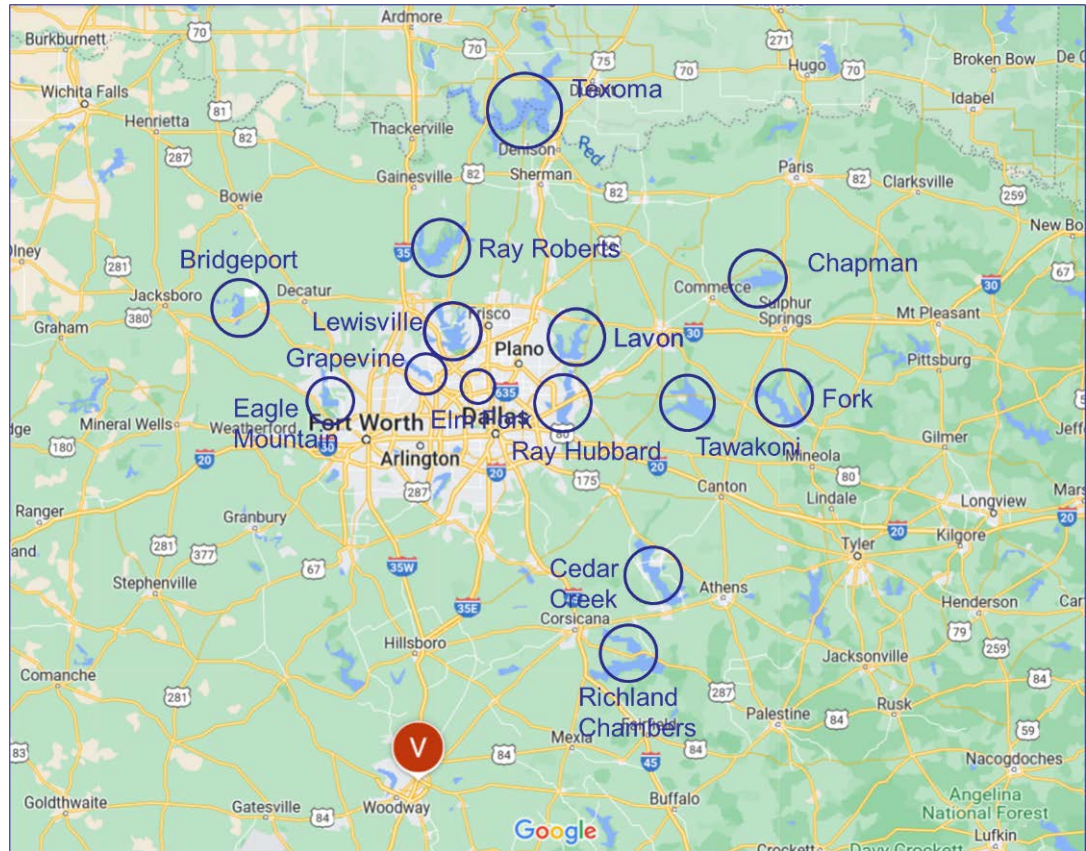
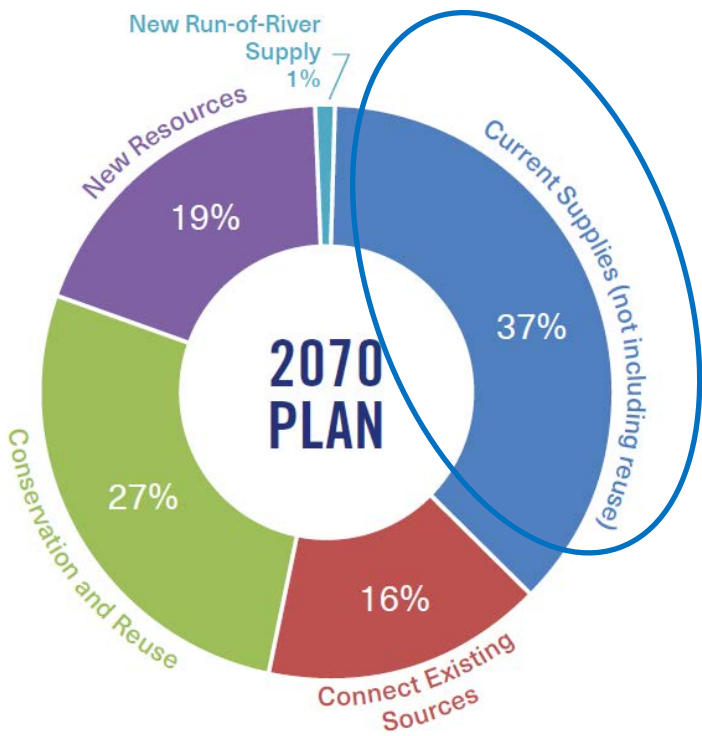
- State Water Plan (2020) by Texas Water Development Board (TWDB)





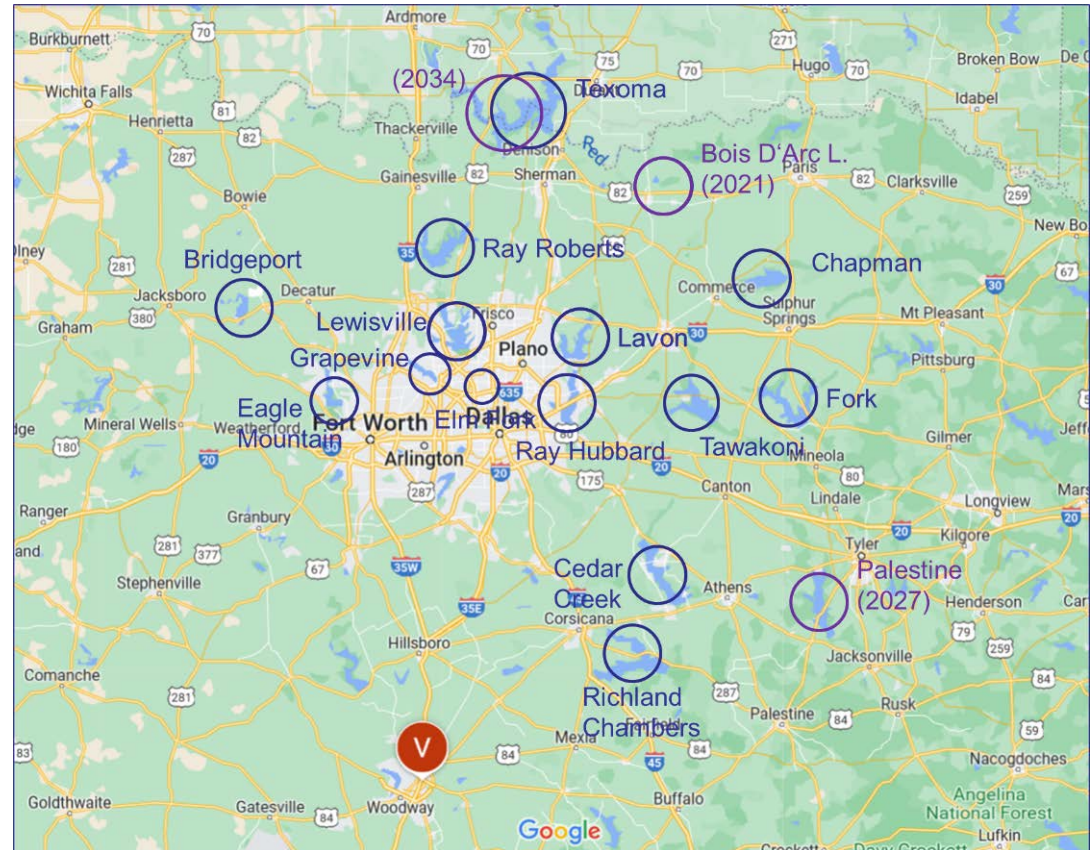
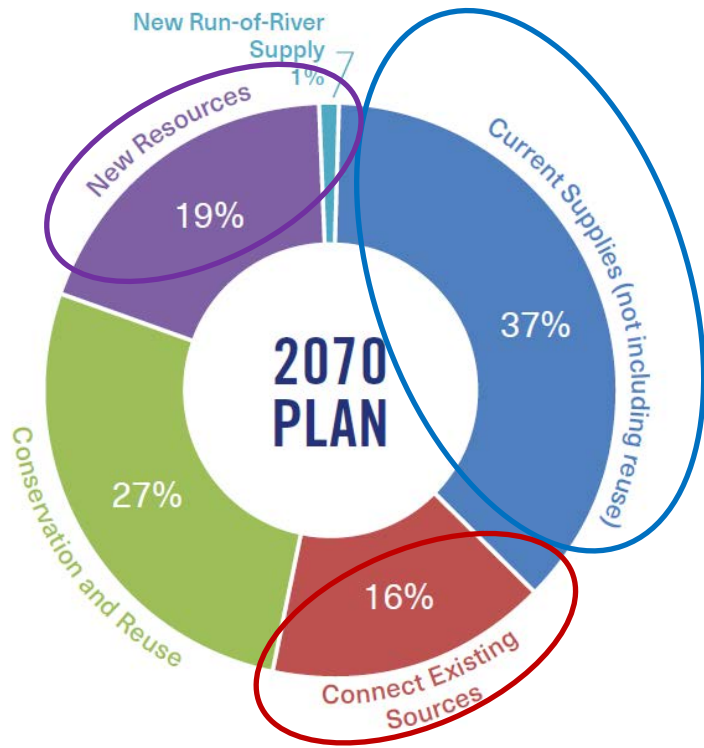
Budoucí zdroje vody pro Severní střední TX (2070)

- State Water Plan (2020) by Texas Water Development Board (TWDB)



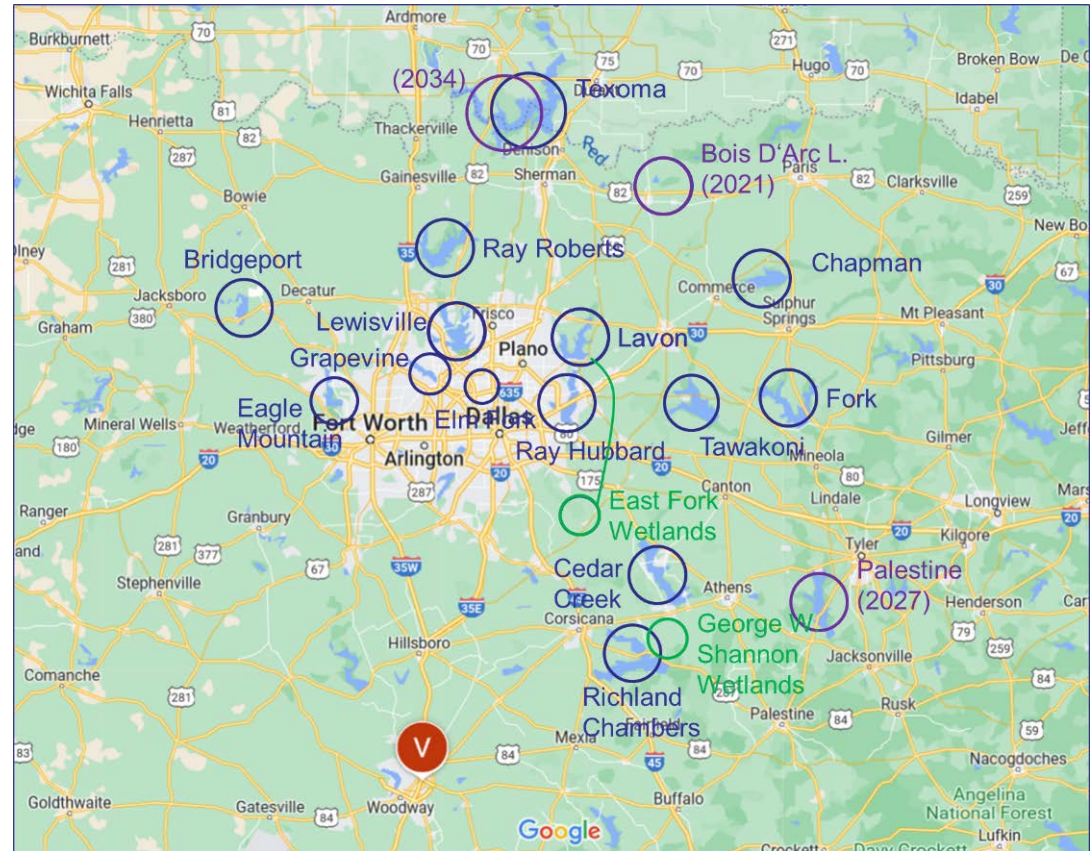
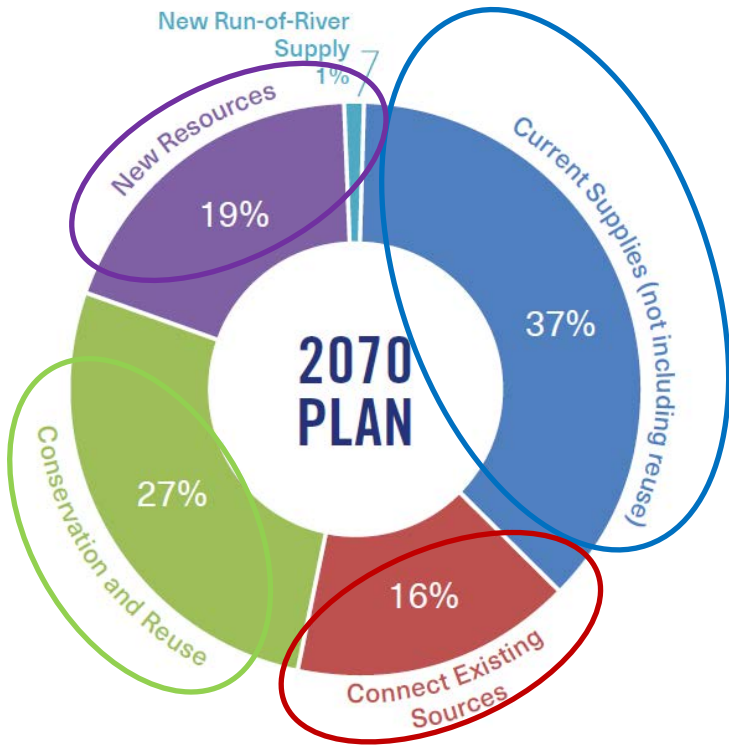
Budoucí zdroje vody pro Severní střední TX (2070)

- State Water Plan (2020) by Texas Water Development Board (TWDB)



Budoucí zdroje vody pro Severní střední TX (2070)

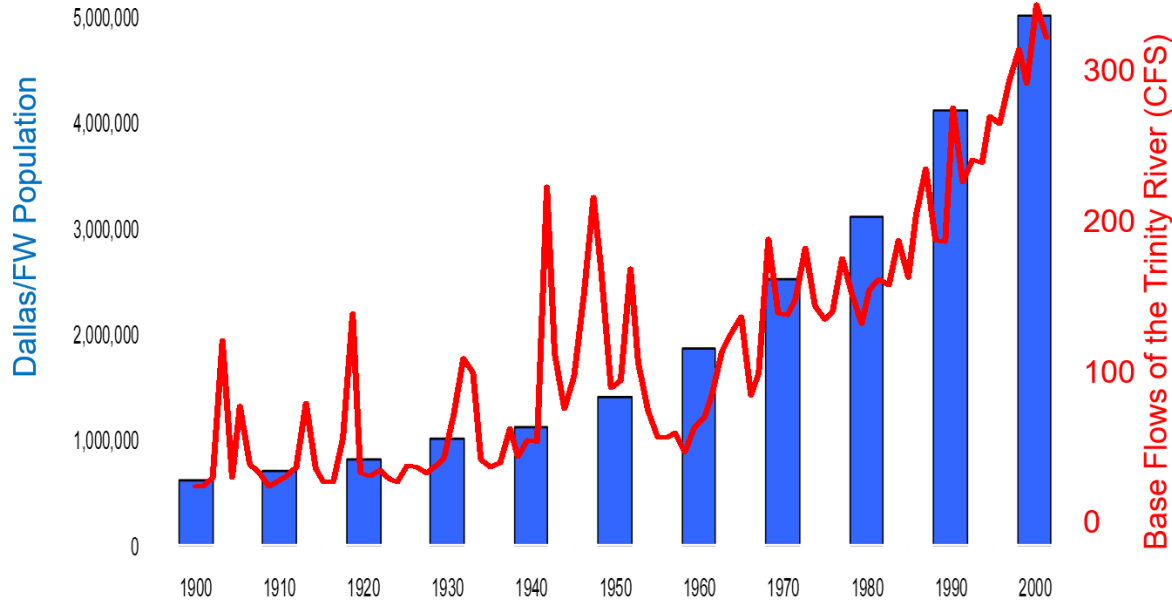
- State Water Plan (2020) by Texas Water Development Board (TWDB)





Recyklace odpadní vody

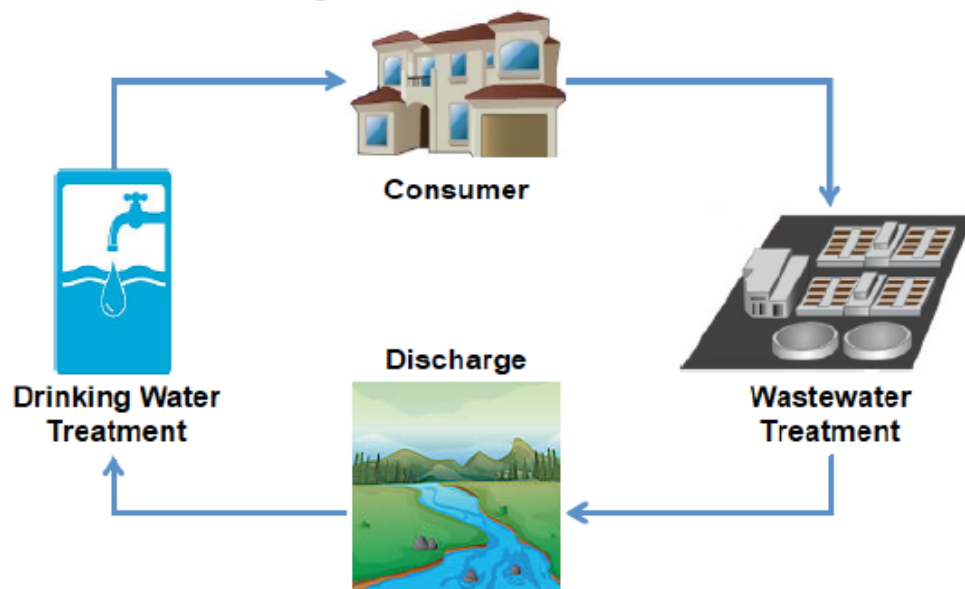
- Více lidí v Dallas/Fort Worth = více odpadní vody pro recyklaci





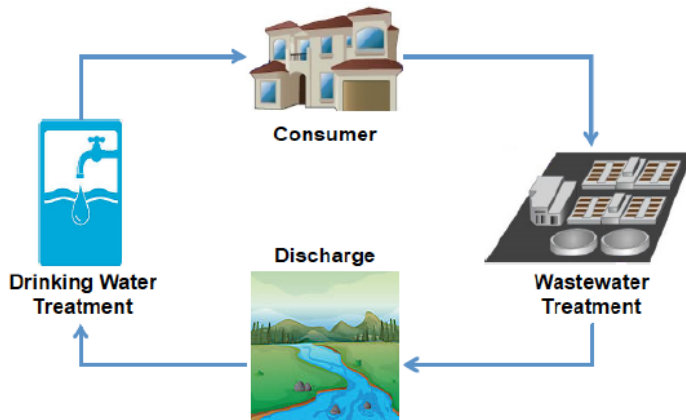
Recyklace odpadní vody

De facto Water Reuse

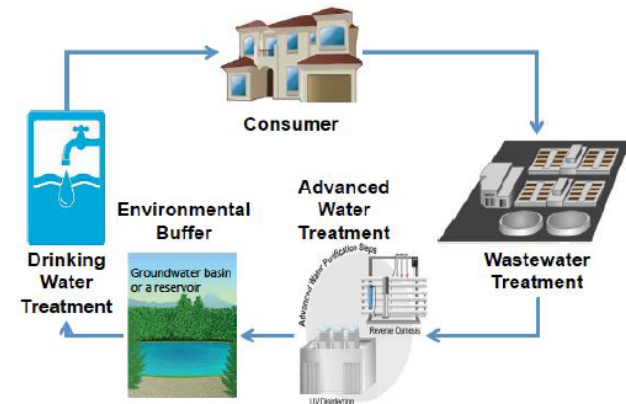


Recyklace odpadní vody

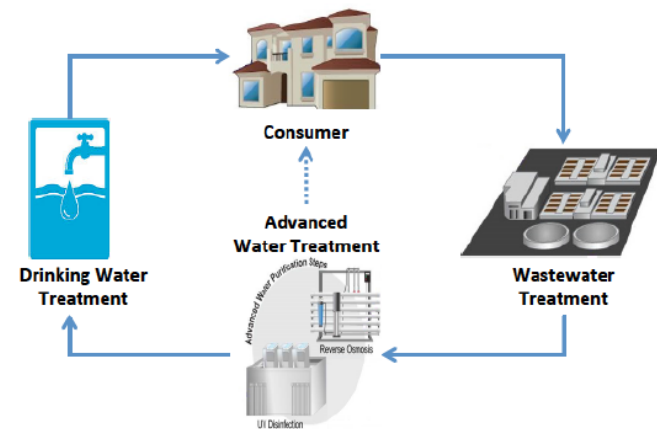
De facto Water Reuse



Indirect Potable Reuse



Direct Potable Reuse





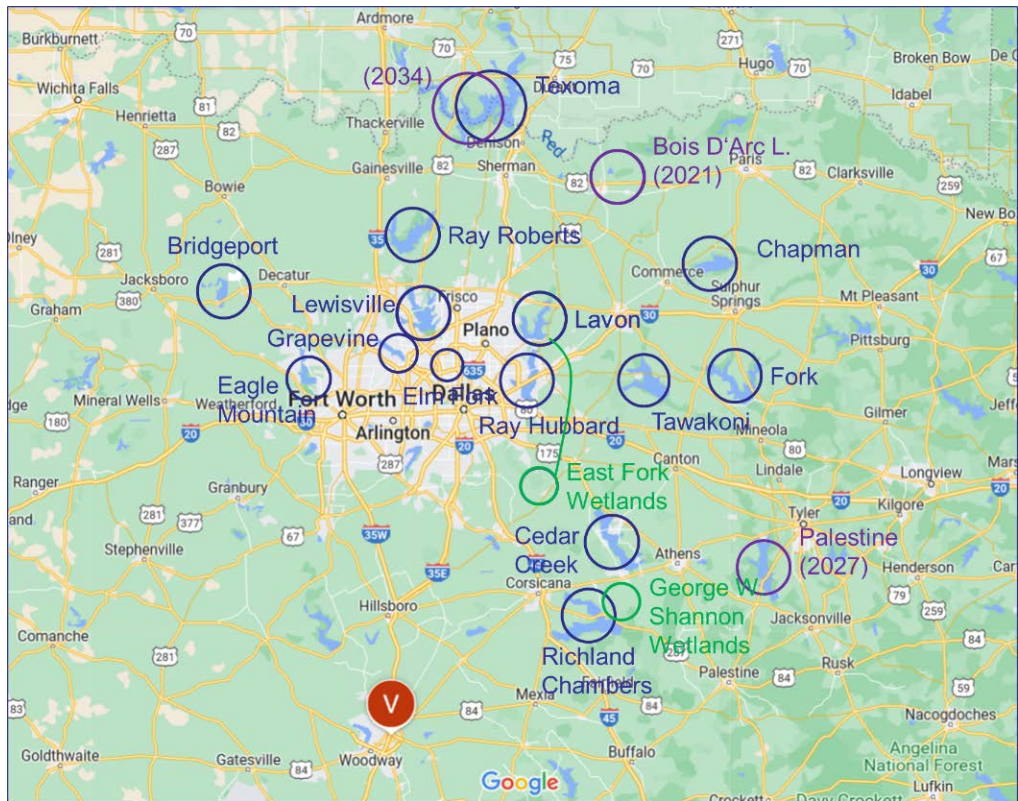
Recyklace OV pro nepřímé **pitné** využití

- ČOV → East Fork Trinity River → umělý mokřad → Lavon Lake



East Fork Trinity R. Wetland (2009)

- 7,45 km²
- 125x10⁶ m³/rok (342x10³ m³/den)









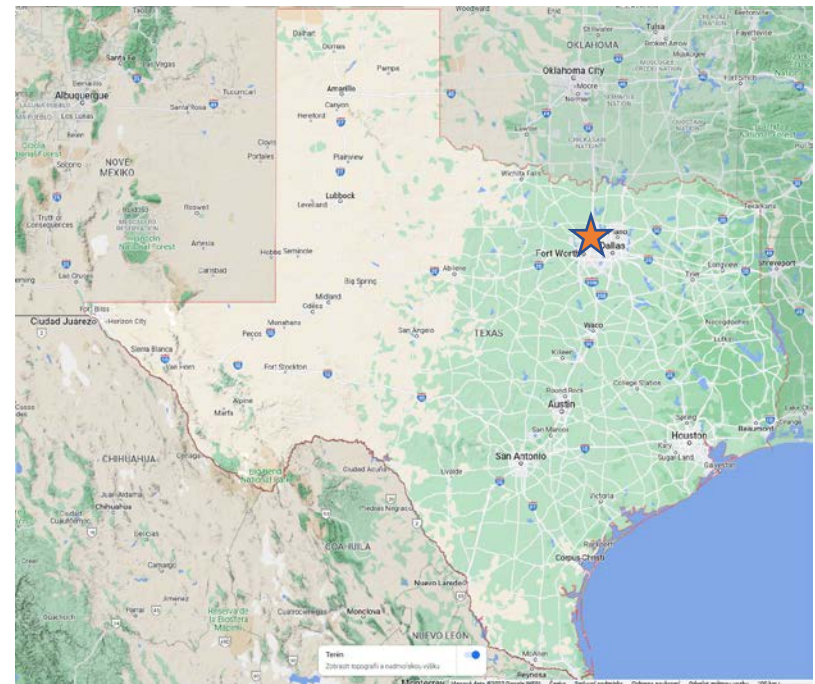






Recyklace OV pro přímé **pitné** využití

- ČOV → terciární čištění → úprava pitné vody
- Doposud nepoužito v Severním centrálním TX
- Není plánováno do roku 2070 v **State Water Plan – Region C (2020)**





Recyklace OV pro přímé **pitné** využití

- ČOV → terciární čištění → úprava pitné vody
- Doposud nepoužito v Severním centrálním TX
- Není plánováno do roku 2070 v **State Water Plan – Region C (2020)**

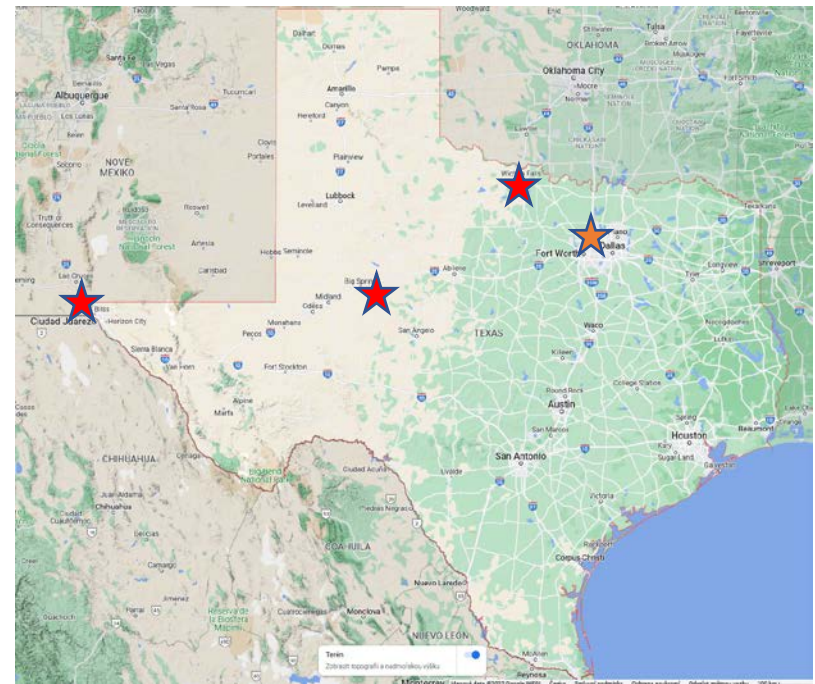
Tři použití v Texasu

- mimo Region C

2013 – Big Spring 2 MGD

2014 – Wichita Falls 5 MGD

2016 – El Paso 10 MGD





Recyklace OV pro přímé **pitné** využití

- ČOV → terciární čištění → úprava pitné vody
- Doposud nepoužito v Severním centrálním TX
- Není plánováno do roku 2070 v **State Water Plan – Region C (2020)**

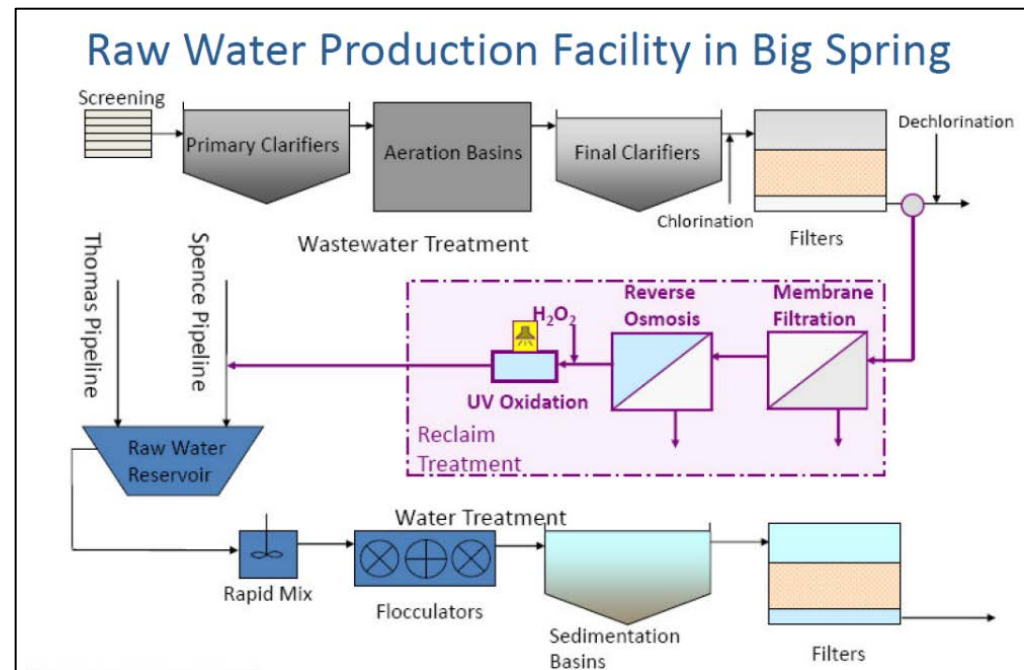
Tři použití v Texasu

- mimo Region C

2013 – Big Spring 2 MGD

2014 – Wichita Falls 5 MGD

2016 – El Paso 10 MGD





Recyklace OV pro přímé **pitné** využití

- ČOV → terciární čištění → úprava pitné vody
- Doposud nepoužito v Severním centrálním TX
- Není plánováno do roku 2070 v **State Water Plan – Region C (2020)**

Tři použití v Texasu

- mimo Region C

2013 – Big Spring 2 MGD

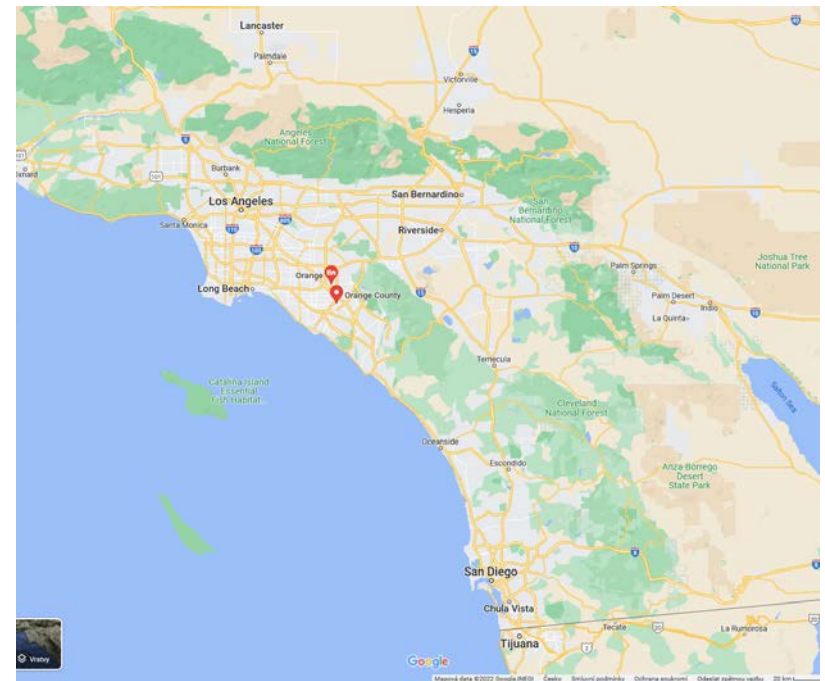
2014 – Wichita Falls 5 MGD

2016 – El Paso 10 MGD

Kalifornie

2018 – Orange County 100 MGD

= 0,7 USD/m³





:h

d

a



Cross section of an injection well

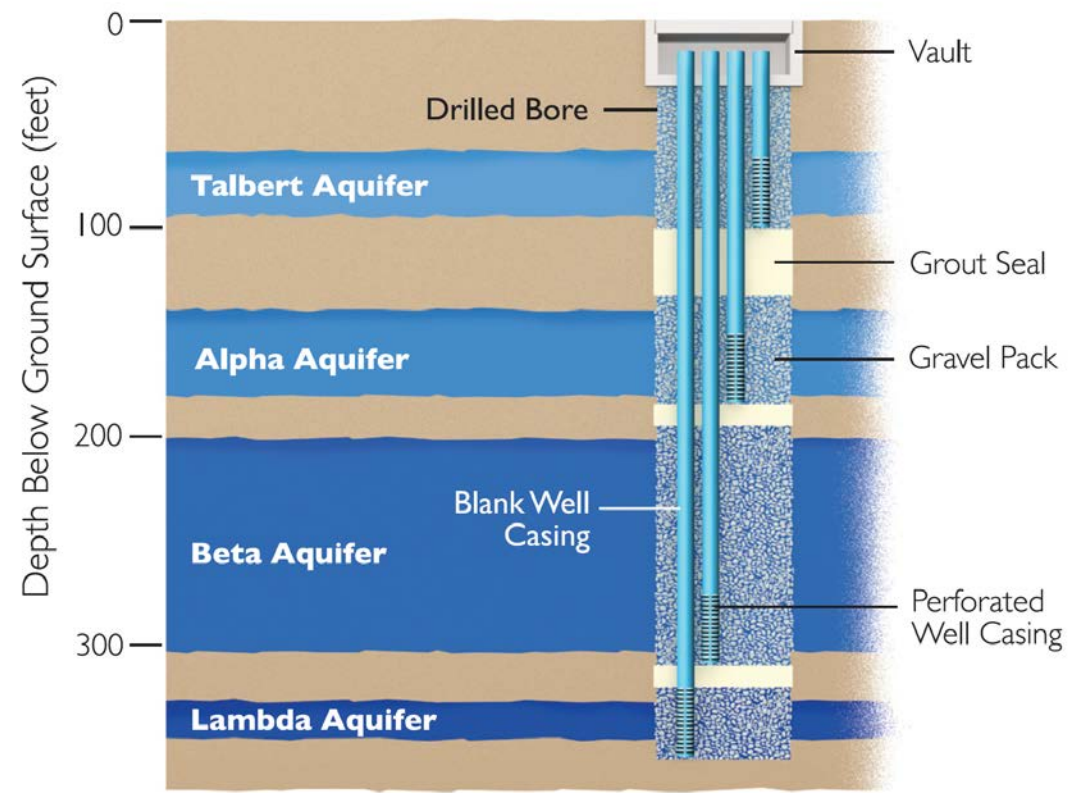
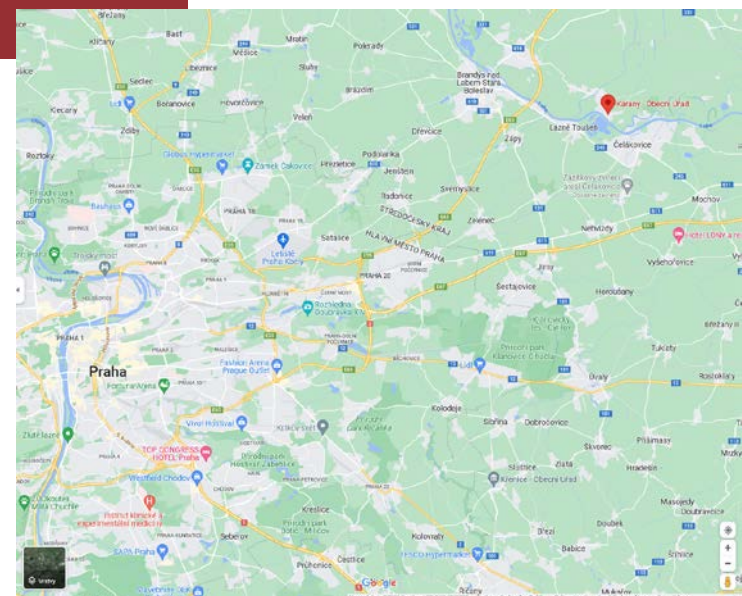
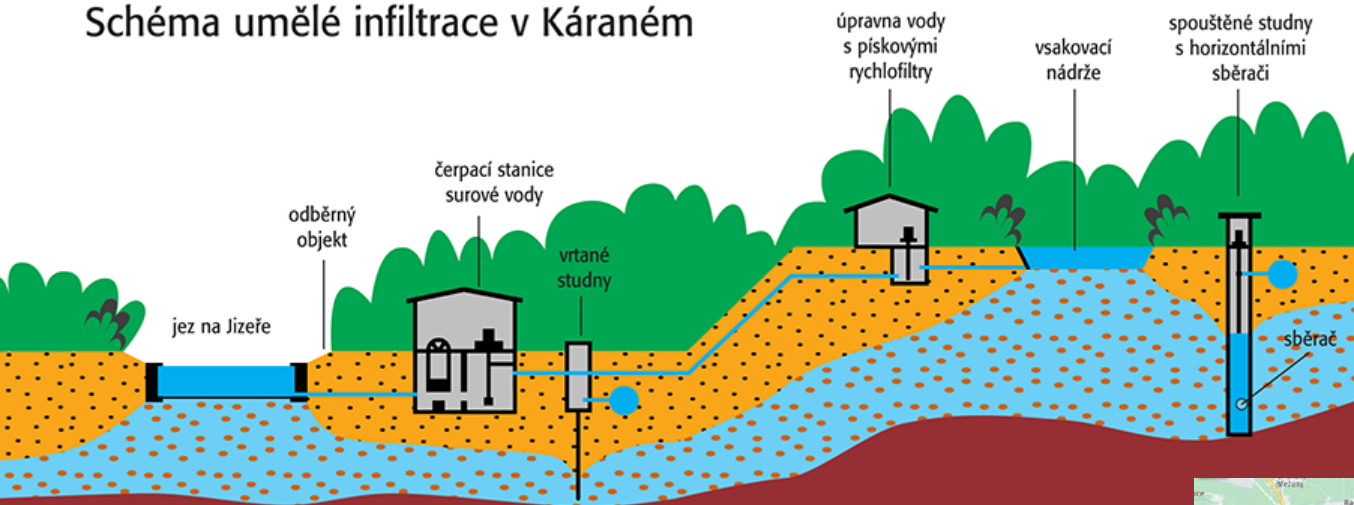
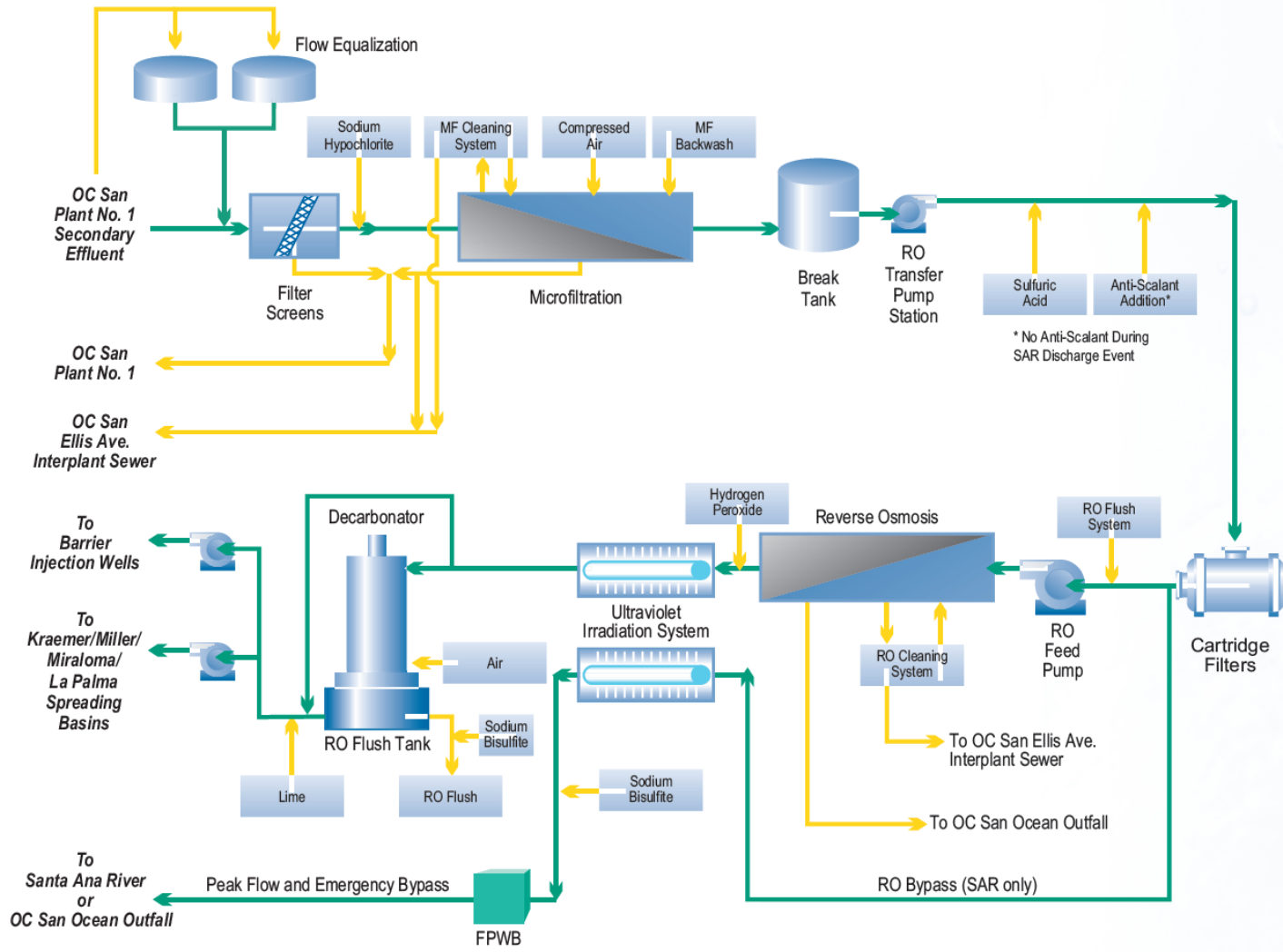


Schéma umělé infiltrace v Káraném







* No Anti-Scalant During SAR Discharge Event

To Barrier Injection Wells

To Kraemer/Miller/Miraloma/La Palma Spreading Basins

To Santa Ana River or OC San Ocean Outfall

To OC San Ellis Ave. Interplant Sewer

To OC San Ocean Outfall

FPWB

**PRODUCING ENOUGH WATER
FOR 1 MILLION
PEOPLE IN 2023**



GWR S
GROUNDWATER REPLENISHMENT SYSTEM

*Tastes like water...
because it is water!*



**ORANGE COUNTY
WATER DISTRICT**

www.ocwd.com

WIFIA
PROGRAM



ORANGE COUNTY SANITATION DISTRICT
PROTECTING THE ENVIRONMENT

www.ocsd.com













PURIFIED WATER
THAT HAS GONE
THROUGH ALL THREE
PROCESSES
(RO + UV)

WATER THAT HAS
GONE THROUGH THE
MICROFILTRATION
PROCESS

CONTAMINANTS
REMOVED
THROUGH THE
REVERSE OSMOSIS
PROCESS

WATER
THAT HAS GONE
THROUGH THE
REVERSE OSMOSIS
PROCESS



WATER QUALITY (2020)

Parameter Name	Units	Q1	MFF	MFE	ROF	ROP	UVP	FPW	Permit Limit
Electrical Conductivity	umho/cm	1675	1667 ²	1670	1694 ²	342	46	101 ²	900 ¹
Total Dissolved Solids	mg/L	1017	na	na	1034	22	na	55	500 ¹
Suspended Solids	mg/L	5.4	50.0 ⁴	<2.5	na	na	na	na	N/A
Turbidity	NTU	1.1	3.08 ²	0.04 ³	0.06 ³	0.03 ³	na	0.05 ²	50.2/50.5 ³
Ultraviolet percent transmittance @254nm	%	na	na	68.7	na	96.955	na	>90	>90
pH	UNITS	7.14	7.14 ²	7.25	6.88 ¹	5.48 ¹	5.49	8.47 ²	6-9
Total Hardness (as CaCO3)	mg/L	332	na	na	325	<1	na	34.2	240 ¹
Calcium	mg/L	81.9	na	na	80.7	<0.5	na	13.8	N/A
Magnesium	mg/L	30.9	na	na	29.8	<0.5	na	<0.5	N/A
Sodium	mg/L	228	na	na	219	6.5	na	6.1	45
Potassium	mg/L	19.1	na	na	18.7	0.2	na	0.2	N/A
Bromide	mg/L	na	na	na	na	na	na	0.01	N/A
Chloride	mg/L	279	na	na	271	5.1	na	5.6	55
Sulfate	mg/L	205	na	na	213	0.3	na	0.3	100
Hydrogen Peroxide	mg/L	na	na	na	na	na	2.4	2.3	N/A
Bicarbonate (as CaCO3)	mg/L	na	na	na	180	9.4	na	36.9	N/A
Nitrate Nitrogen	mg/L	8.26	na	na	na	0.71	na	0.69	3 ¹
Nitrite Nitrogen	mg/L	0.54	na	na	na	<0.002	na	0.034	1 ³
Ammonia Nitrogen	mg/L	0.9	na	na	na	0.3	na	0.2	N/A
Organic Nitrogen	mg/L	1.5	na	na	na	0.04	na	0.02	N/A
Total Nitrogen	mg/L	11.2	na	na	na	na	na	0.9	5
Phosphate Phosphorus (orthophosphate)	mg/L	0.54	na	na	52.3	<1	na	<0.01	N/A
Iron	ug/L	351	na	na	0.41	0.25	na	<5	300
Manganese	ug/L	48.4	na	na	<1	<1	na	<1	50
Aluminum	ug/L	7.5	na	na	0.2	<1	na	0.3	200 ¹
Arsenic	ug/L	0.3	na	na	7.7	<1	na	<1	10
Barium	ug/L	53.2	na	na	45.54	<1	na	<1	1000
Boron	mg/L	0.42	na	na	0.41	0.25	na	0.23	N/A
Cadmium	ug/L	<1	na	na	<1	<1	na	<1	5
Chromium	ug/L	0.2	na	na	0.1	0.1	na	<1	50
Copper	ug/L	6.9	na	na	9.48	0.37	na	<1	1000 ³
Cyanide	ug/L	<5	na	na	0.9	<5	na	<5	150
Fluoride	mg/L	0.91	na	na	na	na	na	<0.1	2
Lead	ug/L	<1	na	na	1.2	<1	na	<1	15
Mercury	ug/L	<1	na	na	<1	<1	na	<1	2
Nickel	ug/L	5.1	na	na	5.1	<1	na	<1	100
Perchlorate	ug/L	na	na	na	na	na	na	<2.25 ⁴	6
Selenium	ug/L	1.4	na	na	1.6	<1	na	<1	50
Silica	mg/L	20.2	na	na	20.1	<1	na	0.6	N/A
Silver	ug/L	<1	na	na	<1	<1	na	<1	100
Zinc	ug/L	16.8	na	na	21.7	0.2	na	<1	5,000
1,2,3-Trichloropropane	ug/L	<0.005	na	na	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.005
n-Nitrosodimethylamine	ng/L	45.9	na	na	13	6.5	<2	<2	N/A
1,4-Dioxane	ug/L	1.2	na	na	1.1	<0.5-1 ⁷	<0.5-1 ⁷	<0.5-1 ⁷	N/A
Perfluoro octane sulfonic acid	ng/L	12.9	na	na	11.7	<2	<2	<2	N/A
Perfluoro octanoic acid	ng/L	16.5	na	na	13.3	<2	<2	<2	N/A
Total Trihalomethanes	ug/L	0.5	na	na	16.6	6.5	5.3	3.9	80
Dibromoacetic Acid	ug/L	na	na	na	na	na	na	<1	60, total HAA5
Dichloroacetic Acid	ug/L	na	na	na	na	na	na	<1	60, total HAA5
Monobromoacetic Acid	ug/L	na	na	na	na	na	na	<1	60, total HAA5
Monochloroacetic Acid	ug/L	na	na	na	na	na	na	<1	60, total HAA5
Trichloroacetic Acid	ug/L	na	na	na	na	na	na	<1	60, total HAA5
Apparent Color (unfiltered)	UNITS	na	na	na	333	<3	na	<3	15
Total Organic Carbon (Unfiltered)	mg/L	9.69	9.94	na	7.72	0.1	0.19	0.09	0.5 ³
Surfactants	mg/L	0.24	na	na	0.23	<0.02	na	<0.02	0.5
Total Coliform (Colliert - MPN/100mL)	MPN/100	211065	9570	0.14	na	<1	na	<1	2.2/23/240 ³
Escherichia coli (E. coli)	MPN/100	60792	1079	<1	na	<1	na	<1	N/A

Q1 Secondary Effluent (AWPF Influent)
MFF Microfiltration Feed
MFE Microfiltration Effluent
na Not Analyzed
ROF Reverse Osmosis Feed
ROP Reverse Osmosis Product
UVP Ultraviolet UVAOP Feed
UVP Ultraviolet UVAOP Product
FPW Finished Product Water
N/A Not Applicable

¹For purposes of calculating annual averages, 10% of the Reportable Detection Limit (RDL) was used for all non-detect (ND) values. If all data for the period were ND, then the average is shown as "<RDL". Number of significant digits shown match those in raw data.
²On-line average
³See Appendix A for more information
⁴Elevated value relative to Q1 is unexpected. MFF value based on weekly grab sampling. Q1 based on quarterly 24-hour composites. Lab QC has been confirmed, plant investigation underway to determine source.
⁵On-line average shown for UVP, which is effectively ROP downstream of hydrogen peroxide addition.
⁶RDL for Perchlorate 2.5 ug/L for January and April and 2 ug/L for July and October.
⁷RDL for 1,4-Dioxane 1 ug/L from January through June and 0.5 ug/L from July through December.





Legislative recyklace OV pro **pitné** účely, TX

Každé použití musí být v souladu s:

- I) **Clean Water Act** – kvalita přečištěné OV + TCEQ požadavky
- II) **Safe Drinking Water Act** – kvalita pitné vody



Recycled Water Class/Category	Source Water Type	Water Quality Parameter	Specification	Sampling/Monitoring Requirements (Frequency of monitoring; site/ location of sample; quantification methods)
Direct Potable Reuse	Municipal wastewater	<i>Cryptosporidium</i>	5.5 log removal	The TCEQ sets project- and site-specific monitoring requirements for chemicals and for pathogen reduction and inactivation for DPR
		<i>Giardia</i>	6 log removal	
		Viruses	8 log removal	



Legislative recyklace OV pro **pitné** účely, TX

Každé použití musí být v souladu s:

- I) **Clean Water Act** – kvalita přečištěné OV + TCEQ požadavky
- II) **Safe Drinking Water Act** – kvalita pitné vody
- III) + navržené nové parametry/chem.



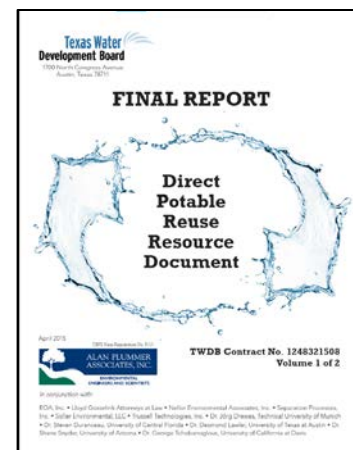
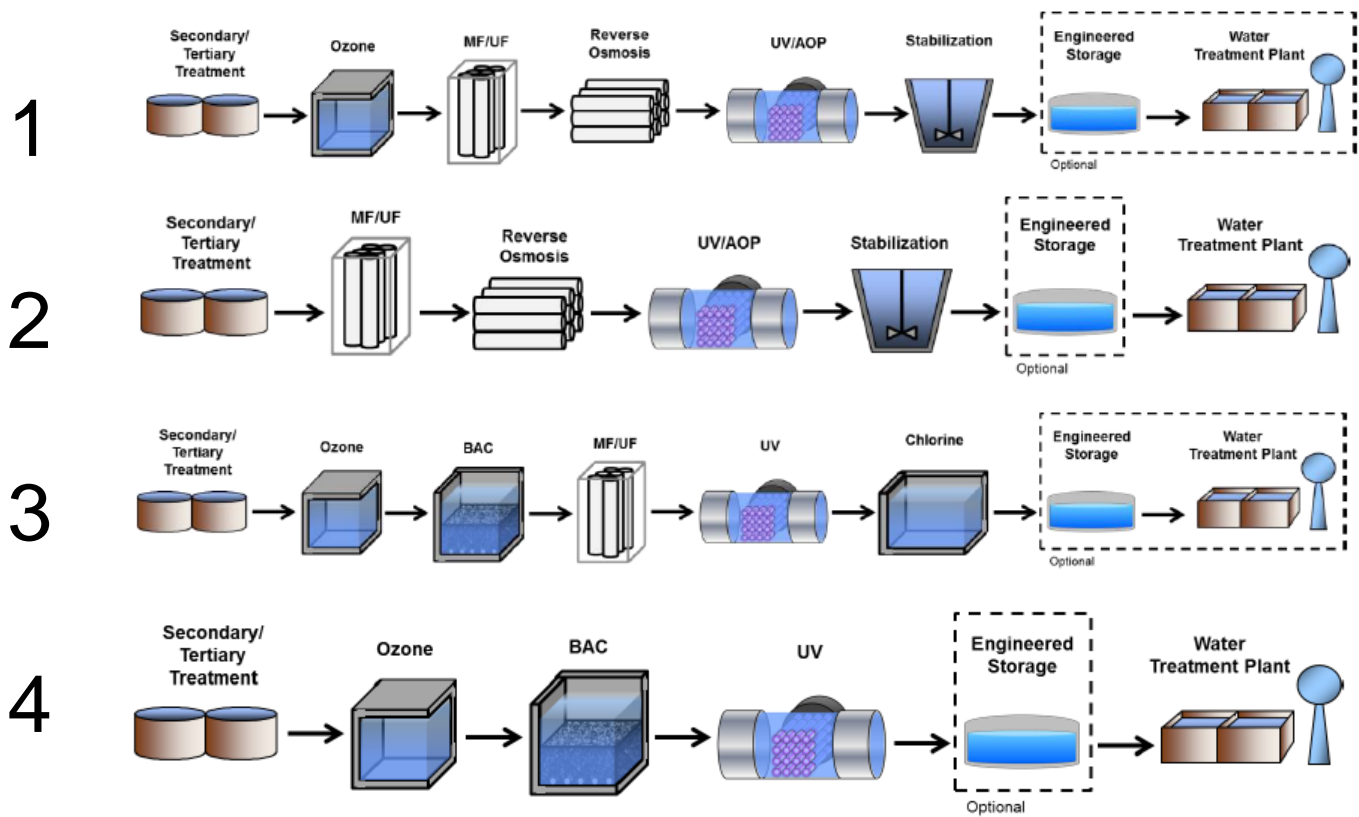
Surrogate	Unit processes
Total organic carbon (TOC) or dissolved organic carbon (DOC)	RO, NF, GAC, PAC, ozone, AOP
UV absorbance (254 nm)	RO, NF, GAC, PAC, ozone, AOP
Fluorescence indices/ratios	RO, NF, GAC, PAC, ozone, AOP
Total dissolved solids (TDS)/electrical conductivity	RO, NF
Boron (surrogate for NDMA) ¹	RO, NF
Aesthetics	
Temperature	RO, NF, GAC, PAC, ozone, AOP
Color (436 nm)	RO, NF, GAC, PAC, ozone, AOP
Odor	RO, NF, GAC, PAC, ozone, AOP
Hardness	RO, NF

Constituent	Rationale	MTT (ng/L) ²	Reporting limit (ng/L)	Reference
THMs	Health	80,000	1,000	MCL
HAA5	Health	60,000	1,000	MCL
NDMA	Health	10	2 ³	DDW Notification Level ⁴
PFOA	Health	400	10	Provisional Short-term EPA Health Advisory
PFOS	Health	200	10	Provisional Short-term EPA Health Advisory
Bromate	Health	10,000	1,000	MCL / WHO guideline
Perchlorate	Health	15,000	1,000	EPA Health Advisory
1,4-Dioxane	Health	1,000	100	DDW Notification Level
17β-Estradiol	Health	<1	0.9	Drewes and others 2013
Atenolol	Health/ Performance	4,000	100	Bull and others 2011
TCEP	Health/ Performance	5,000	100	Minnesota Dept. of Health (2011) Guidance Value
Caffeine	Performance	... ³	50	Drewes and others 2013
Gemfibrozil	Performance	800,000	10	Schwab 2005
Iopromide	Performance	750,000	50	Environment Protection and Heritage Council and others 2008
Meprobamate	Health/ Performance	200,000	100	Bull and others, 2011
DEET	Performance	200,000	50	Minnesota Dept. of Health (2011) Guidance Value
Primidone	Performance	10,000	10	Bruce and others 2010
Sucralose	Performance	150,000,000	100	CFR Title 21
Triclosan	Performance	2,100,000	50	Drewes and others 2013





Systemy recyklace OV pro **pitné** účely (př.)





Recyklace OV pro **nepitné** účely

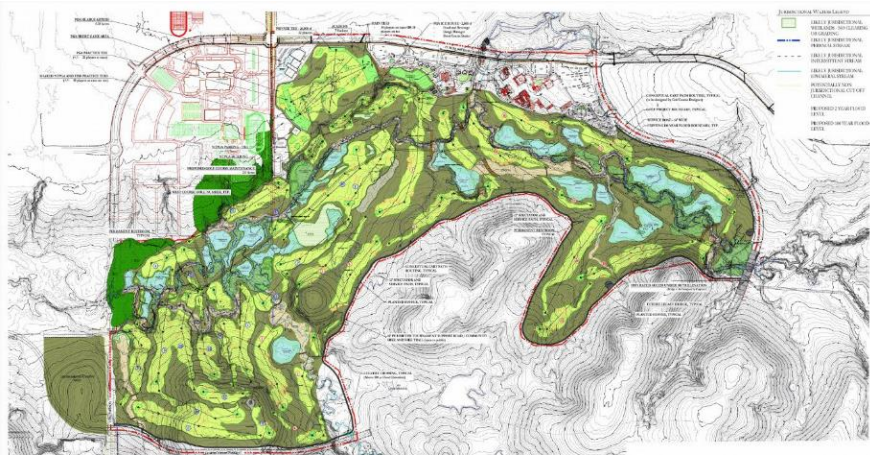
- ČOV +/- Terciární čištění +/- Přírodní nádrž





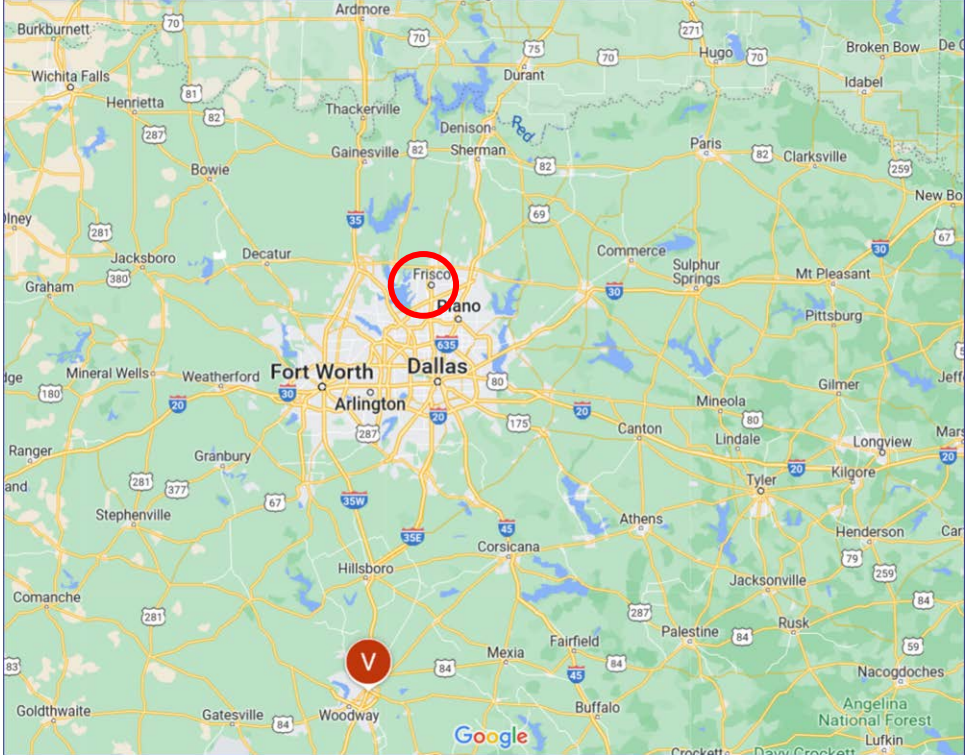
Recyklace OV pro **nepitné** účely

- ČOV +/- Terciární čištění +/- Přírodní nádrž



PGA Frisco, Dallas

- 10 km² mix-used development
- consumption of 2.2 MGD rec. water
- direct non-potable reuse



Legislative recyklace OV pro **nepitné** účely, TX



Každé použití musí být v souladu s:

- I) **Clean Water Act** – kvalita přečištěné OV



Legislative recyklace OV pro **nepitné** účely, TX

Každé použití musí být v souladu s:

- I) **Clean Water Act** – kvalita přečištěné OV
- II) **Title 30** Environmental quality, **Chapter 210** – Use of Reclaimed Water

Parameter	Type I	Type II	
		No pond	With pond
BOD ₅	5 mg/l	20 mg/l	30 mg/l
CBOD ₅	5 mg/l	15 mg/l	--
Turbidity	3 NTU	NA	
Fecal coliform or <i>E. coli</i> - 30 day geometric mean	20 CFU/100 ml	200 CFU/100 ml	
Fecal coliform or <i>E. coli</i> – max single grab sample	75 CFU/100 ml	800 CFU/100 ml	
Enterococci - 30 day geometric mean	4 CFU/100 ml	35 CFU/100 ml	
Enterococci - max single grab sample	9 CFU/100 ml	89 CFU/100 ml	
Other criteria	Sampling and analysis 2 per week	Sampling and analysis 1 per week	



Legislative recyklace OV pro **nepitné** účely, TX

Každé použití musí být v souladu s:

- I) **Clean Water Act** – kvalita přečištěné OV
- II) **Title 30 Environmental quality, Chapter 210** – Use of Reclaimed Water

Parameter	Type I	Type II	
		No pond	With pond
BOD ₅	5 mg/l	20 mg/l	30 mg/l
CBOD ₅	5 mg/l	15 mg/l	--
Turbidity	3 NTU	NA	
Fecal coliform or <i>E. coli</i> - 30 day geometric mean	20 CFU/100 ml	200 CFU/100 ml	
Fecal coliform or <i>E. coli</i> – max single grab sample	75 CFU/100 ml	800 CFU/100 ml	
Enterococci - 30 day geometric mean	4 CFU/100 ml	35 CFU/100 ml	
Enterococci - max single grab sample	9 CFU/100 ml	89 CFU/100 ml	
Other criteria	Sampling and analysis 2 per week	Sampling and analysis 1 per week	



Table 2 – Reclaimed water quality requirements for agricultural irrigation

Reclaimed water quality class	Indicative technology target	Quality requirements				
		<i>E. coli</i> (number/100 ml)	BOD ₅ (mg/l)	TSS (mg/l)	Turbidity (NTU)	Other
A	Secondary treatment, filtration, and disinfection	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 5	<i>Legionella</i> spp.: < 1 000 cfu/l where there is a risk of aerosolisation Intestinal nematodes (helminth eggs): ≤ 1 egg/l for irrigation of pastures or forage
B	Secondary treatment, and disinfection	≤ 100	In accordance with Directive 91/271/EEC (Annex I, Table 1)	In accordance with Directive 91/271/EEC (Annex I, Table 1)	-	
C	Secondary treatment, and disinfection	≤ 1 000			-	
D	Secondary treatment, and disinfection	≤ 10 000	-			

