

Věra Ježová a František Toman

V 1



# ČIŠTĚNÍ TECHNOLOGICKÝCH VOD A VÝPUSTNÉ PROFILY CHÚ

**DIAMO, státní podnik,  
odštěpný závod GEAM Dolní Rožínka,  
závod Chemická úpravna**

11.9.2013



# Technologická voda na CHÚ

V 1



- uzavřený cyklus
- shromažďována na odkalištích K I a K II
- složitý systém a vysoká solnost
- zastoupení téměř všech prvků



Pohled na závod Rožná I a odkaliště K I



# Parametry odkališť' K I a K II



- drenážní systémy kolem obou odkališť'
- výškové a směrové body pro sledování posunů

- KI:**
- slouží k ukládání produktů hornické činnosti
  - **1968-70:** výstavba odkaliště KI

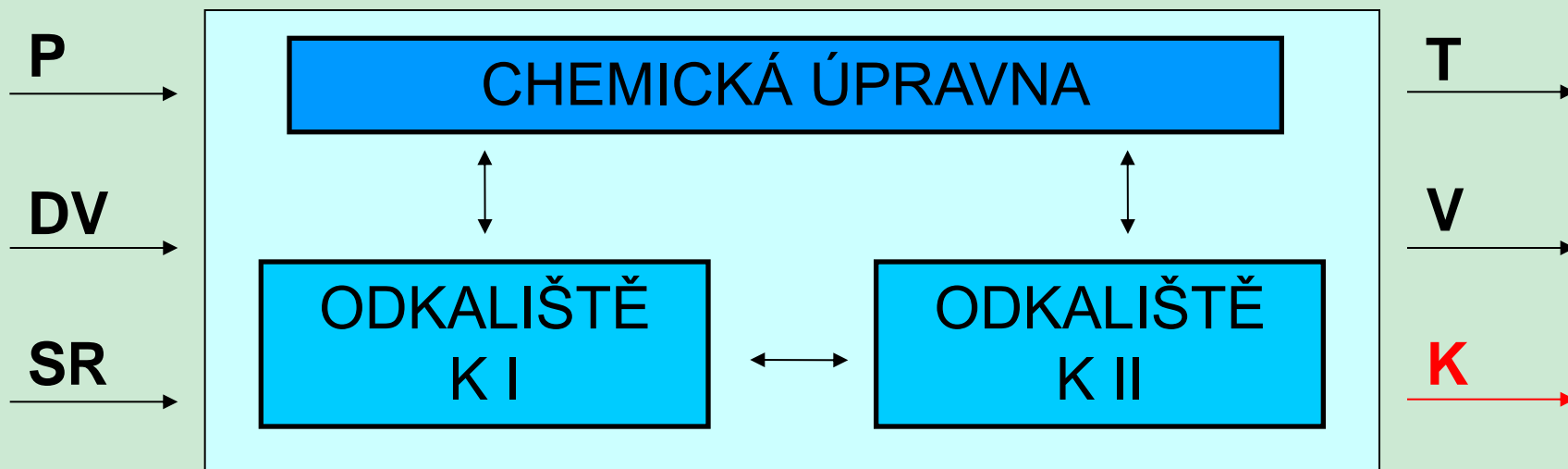
- KII:**
- v současné době neslouží jako uložště
  - **1976-80:** výstavba odkaliště KII
  - **1986:** ukončeno ukládání produktů hornické činnosti
  - **1993-2005:** uložště detoxikačních kalů

(data k 1.1.2013)

	Objem vody [m <sup>3</sup> ]	Celková plocha [ha]	Plocha hladiny [ha]	Množství rmutu [t]	Množství rmutu [m <sup>3</sup> ]	Výška rmutu [m]	Výška vody [m]
<b>K I</b>	347 tis.	65	26	14,0 mil.	10,5 mil.	53	6,1
<b>K II</b>	315 tis.	27	7	1,1 mil.	0,9 mil.	28	1,6



# Schéma vodní bilance



- P** - přítok cizích vod (zejména do drenážního systému)
- DV** - důlní (užitková) voda zejména pro oplachy zařízení
- SR** - množství vody dodané srážkami
- T** - voda vázaná v koláči rmutu
- V** - výpar
- K** - vyčištěná voda vypuštěná mimo systém



# Uzavřený cyklus technologických vod na CHÚ



## Celková roční nadbilance:

**430 000 m<sup>3</sup>/rok**

- Nadbilanční vody:
- Objem vylouženého rmutu:

330 000 m<sup>3</sup>/rok

100 000 m<sup>3</sup>/rok



## Likvidace nadbilanční vody:

**450 000 m<sup>3</sup>/rok**

- Odpařovací stanice:
- Membránové procesy:
- Iontová výměna:

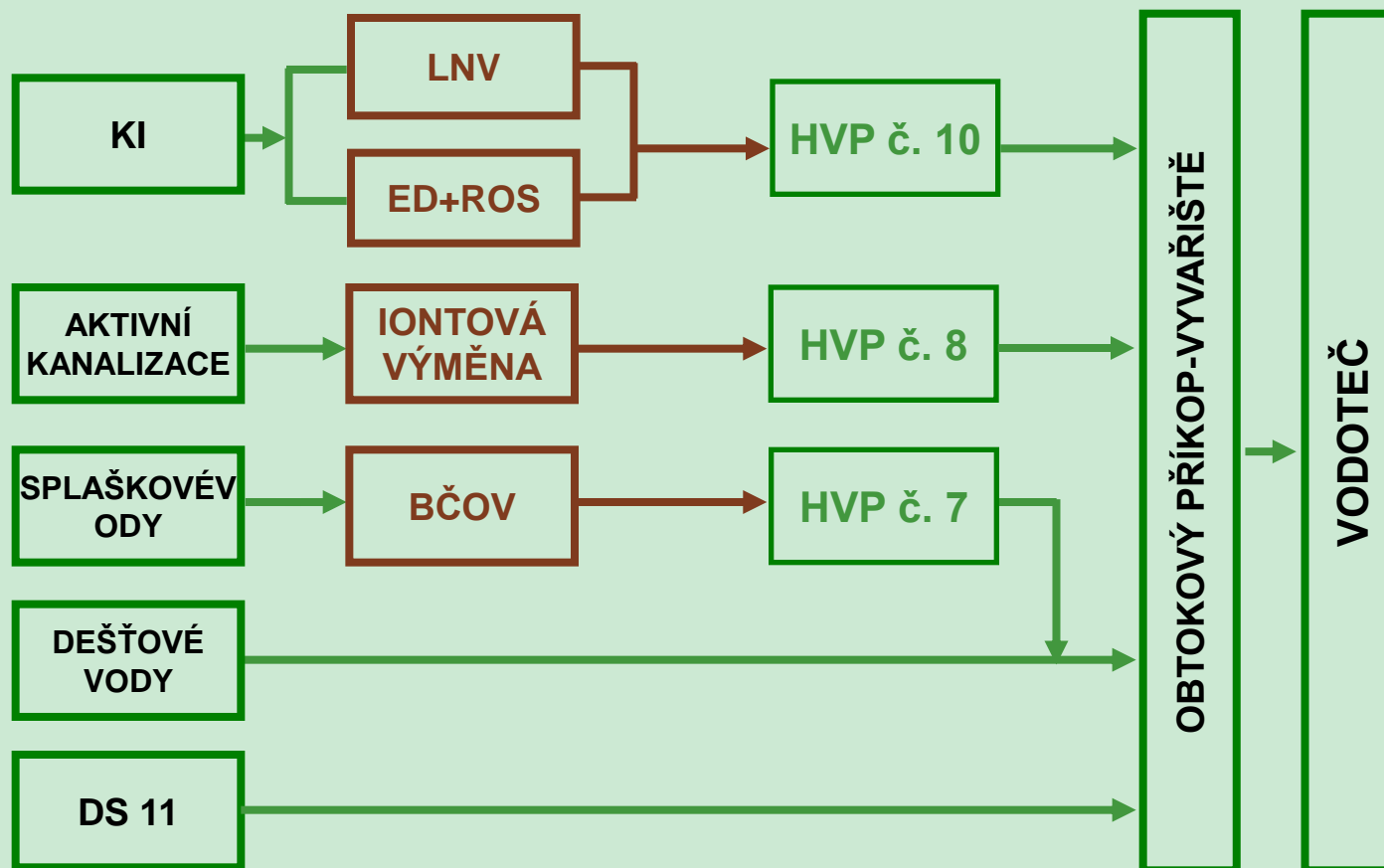
210 000 m<sup>3</sup>/rok

220 000 m<sup>3</sup>/rok

20 000 m<sup>3</sup>/rok



# Blokové schéma čištění vod a výpustných profilů



# Výpustné profily



Výpustný profil	Technologie čištění vod	Kapacita [m <sup>3</sup> /rok]		Vyčištěné vody r. 2012 [m <sup>3</sup> ]
		projektovaná	vod. rozhodnutí	
HVP č. 10	LNV EDA	210 000	500 000	406 278
		220 000		
HVP č. 8	lontová výměna	20 000	70 000	15 150
HVP č. 7	BČOV	20 000	26 000	5 640
DS 11	lontová výměna	1 500 000	1 800 000	1 029 175



# Složení technologické vody



- **Složení technologické vody** (průměrná data z let 2010 - 2012)

rok	pH	RL [g/l]	U [mg/l]	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> [g/l]	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mg/l]	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> [mg/l]	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg/l]	Na <sup>+</sup> [mg/l]	Ca <sup>2+</sup> [mg/l]	Mg <sup>2+</sup> [mg/l]	Mo [mg/l]
10	8,18	30,3	9,31	19,5	348	310	763	10,26	162	119	4,9
11	8,15	29,0	6,92	18,8	461	403	750	8,80	157	134	5,9
12	8,2	33,5	7,19	21,9	586	1065	717	12,00	145	145	2,0

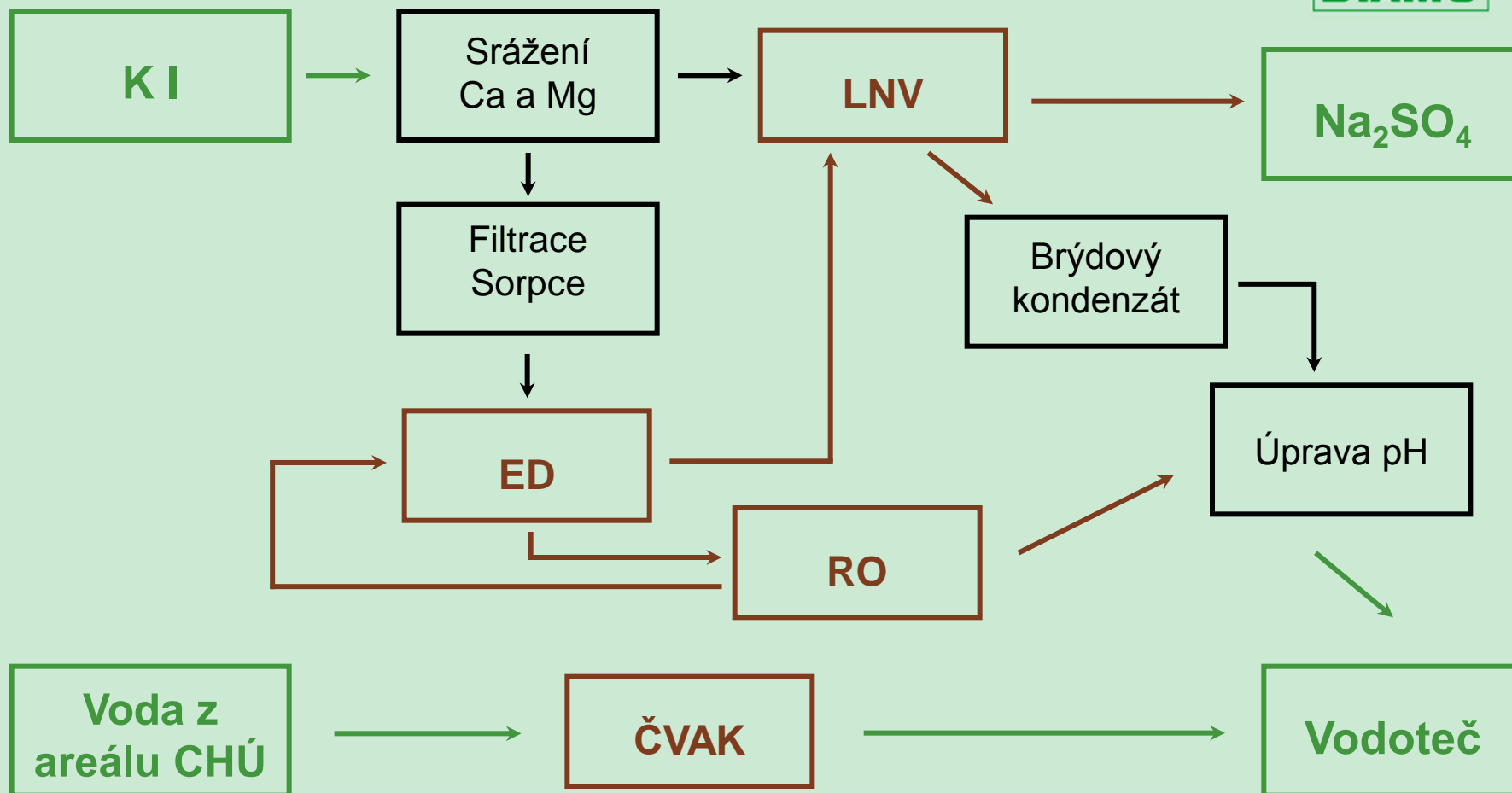
- **Parametry vyčištěné vody** (dle vodohospodářského rozhodnutí)

pH	RL [g/l]	NL [mg/l]	U [mg/l]	Ra <sup>226</sup> [mBq/l]	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mg/l]	Teplota [°C]
6 - 9	< 0,7	< 25	< 0,3	< 400	< 6	< 40





# Schéma čištění technologických vod





# Specifická předúprava vod

## 1. Předúprava pro odpařovací stanici

- Srážení Ca a Mg
  - úprava pH a vysrážení přidavkem sody a vápna
  - sedimentace nečistot v přítomnosti flokulantu

## 2. Předúprava pro membránové procesy

- Srážení Ca a Mg
  - vysrážení přidavkem sody a vápna
  - sedimentace nečistot v přítomnosti flokulantu
- Písková filtrace
  - záchyt nerozpuštěných látek ve vodě
- Sorpce těžkých kovů a uranu
  - záchyt U, Mo a Cu na ionexových filtrech



# Odpařovací stanice (LNV)

- snižování objemu a solnosti vod odpařováním a krystalizací  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  v 8-stupňové lince
- provoz od r. 1976

Stupeň	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Teplota (°C)	77	163	153	140	128	118	104	88
Tlak (kPa)	40	640	495	345	240	175	102	60
Koncentrace $\text{SO}_4^{2-}$ (g/l)	37	46	60	83	119	166	262	262

Expedice  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ : 8 000 t/rok

Vyčištěná voda: 210 000 m<sup>3</sup>/rok

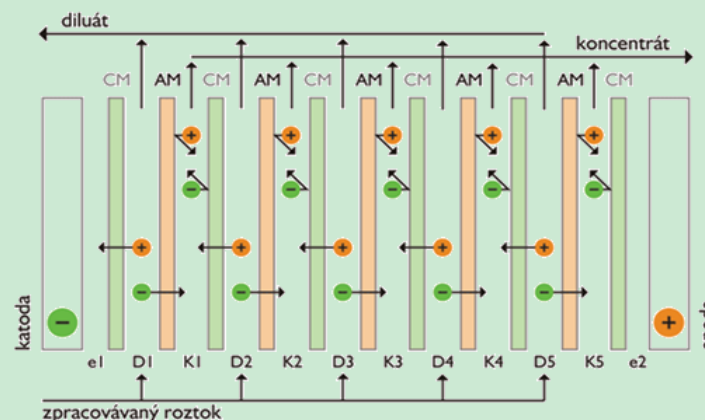


# Membránové procesy (MP)



## ■ Elektrodialýza

- separace částic přes iontově selektivní membrány působením stejnosměrného elektrického pole
- provoz 1. linky v r. 1996



## ■ Reverzní osmóza

- tlaková separace molekul přes membrány
- provoz 1. linky v r. 2007





# Elektrodialyzační linka

## Elektrodialyzér

- napájení stejnosměrným elektrickým proudem (170 V)
- elektrody: katody nerezové (2ks) a anody - Ti + Pt (2 ks)
- 200 párů membrán: katexové (201 ks) a anexové (200 ks)

## Elektrodialyzační linka

- instalace 2 linek po třech stupních
- 30 elektrodialyzérů (paralelní zapojení)
- každý stupeň obsahuje 5 elektrodialyzérů
- výstupní roztoky děleny v závislosti na vodivosti
  - diluátová větev
  - koncentrátová větev





## Linka reverzní osmózy

### Úprava diluátu před nástřikem na RO

- **ochlazení** přes tepelný výměník a pojistné spirálně vinuté filtry
  - ze 40 C na 25 C
- **úprava pH** dávkováním NaOH
  - z pH = 3,4 na pH = 6,5

### Linka reverzní osmózy

- instalace **2 linek** (paralelní zapojení)
- tlaková separace přes svinutou membránu (2,6 MPa)
- výstupní roztoky děleny v závislosti na **vodivosti**
  - permeátová větev
  - retentátová větev

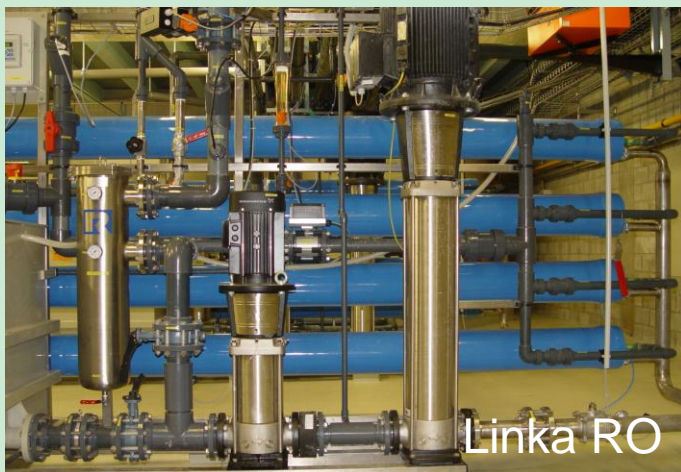


# Solnosti a průtoky proudů



Pohled na linku ED

<b>EDA</b>	<b>RLS [g/l]</b>	<b>Průtok [m<sup>3</sup>/h]</b>
<b>Vstup</b>	30	65
<b>Diluát</b>	12	50
<b>Koncentrát</b>	100	15



Linka RO

<b>RO</b>	<b>RLS [g/l]</b>	<b>Průtok [m<sup>3</sup>/h]</b>
<b>Vstup</b>	12 - 15	50
<b>Permeát</b>	0,5	35
<b>Retentát</b>	40	15



# Ionexová technologie

## ~ Čištění vod aktivní kanalizace (ČVAK)



- srážková voda a unikající technologická voda jsou svedeny do aktivní kanalizace a čištěny systémem iontové výměny
- charakteristika vody:
  - nízká solnost – 3 g/l
  - koncentrace U – 2 mg/l



Zahušťovač Z12



Ionexová kolona





# Biologická čistírna odpadních vod (BČOV)



- čištění splaškových vod
- odpadní vody ze sociálního zařízení a kuchyně jsou čerpány tlakovou kanalizací na biologickou čistírnu odpadních vod

## Historie výstavby:

- 2009 začátek provozu



# Výpustný profil č. 10 - LNV, MP



- přísná kontrola limitů vypouštěných vyčištěných vod
  - $Q_{\max}$  20 l/s
  - $Q_{\max\text{-měs}}$  53 000 m<sup>3</sup>/měs
  - $Q_{\max\text{-rok}}$  500 000 m<sup>3</sup>/rok

## Vodohospodářské limity pro vypouštění vod

	Hodnoty z vod. rozhodnutí		Vypuštěné vody*	Roční bilance
	Přípustné	Maximální		
pH	6-9	6-9	7,79	-
RL [mg/l]	700	900	255	344 [t/rok]
NL [mg/l]	25	40	2,3	10,75 [t/rok]
N-NH <sub>4</sub> [mg/l]	6	8	2,06	2,58 [t/rok]
Teplota [°C]	40	42	29,4	-
	<b>Záznamová</b>	<b>Vyšetřovací</b>	-	<b>Zásahová</b>
U [mg/l]	0,01	0,3	0,01	0,4
Ra <sup>226</sup> [Bq/l]	0,03	0,4	0,03	0,8

\*2012



# Výpustný profil č. 8 - ČVAK



- přísná kontrola limitů vypouštěných vyčištěných vod
  - $Q_{\max}$  4 l/s
  - $Q_{\max\text{-měs}}$  10 000 m<sup>3</sup>/měs
  - $Q_{\max\text{-rok}}$  70 000 m<sup>3</sup>/rok

## Vodohospodářské limity pro vypouštění vod

	Hodnoty z vod. rozhodnutí		Vypuštěné vody*	Roční bilance
	Přípustné	Maximální		
pH	6-9	6-9	7,68	-
RL [mg/l]	3 500	4 000	1 564	245 [t/rok]
NL [mg/l]	25	40	4	1,75 [t/rok]
	<b>Záznamová</b>	<b>Vyšetřovací</b>	-	<b>Zásahová</b>
U [mg/l]	0,01	0,3	0,025	0,6
Ra <sup>226</sup> [Bq/l]	0,03	0,5	0,244	1,0

\*2012



# Výpustný profil č. 7 - BČOV



- přísná kontrola limitů vypouštěných vyčištěných vod
  - $Q_{\max}$  3,5 l/s
  - $Q_{\max\text{-měs}}$  3 500 m<sup>3</sup>/měs
  - $Q_{\max\text{-rok}}$  26 000 m<sup>3</sup>/rok

## Vodohospodářské limity pro vypouštění vod

	Hodnoty z vod. rozhodnutí		Vypuštěné vody*	Roční bilance
	Přípustné	Maximální		
<b>BSK<sub>5</sub></b> [mg/l]	25	50	4,0	0,65 [t/rok]
<b>CHSK<sub>Cr</sub></b> [mg/l]	85	135	35	2,21 [t/rok]
<b>NL</b> [mg/l]	30	70	15	0,78 [t/rok]





# Výpustný profil č. 1 - DS 11

- přísná kontrola limitů vypouštěných vyčištěných vod
  - $Q_{\max}$  100 l/s
  - $Q_{\max\text{-měs}}$  260 000 m<sup>3</sup>/měs
  - $Q_{\max\text{-rok}}$  1 800 000 m<sup>3</sup>/rok

## Vodohospodářské limity pro vypouštění vod

	Hodnoty z vod. rozhodnutí		Vypuštěné vody	Roční bilance
	Přípustné	Maximální		
pH	6-9	6-9	8,09	-
NL [mg/l]	15	30	2,3	27 [t/rok]
	<b>Záznamová</b>	<b>Vyšetřovací</b>	-	<b>Zásahová</b>
U [mg/l]	0,01	0,3	0,079	0,4
Ra <sup>226</sup> [Bq/l]	0,03	0,4	0,045	0,8

\*2012



# Vypouštění vyčištěných vod



# Vypouštění vyčištěných vod



# Děkuji za pozornost.



Pohled na závod CHÚ







# Úprava brýdového kondenzátu (ÚBK)



- záchyt amonných iontů z BK na katexových filtrech (AMBERLIT 120)

## Historie výstavby

- **1977:** výstavba společně s provozem LNV

## Technologie úpravy vody před výpustí do vodoteče

- smíchání kondenzátu brýdových par a permeátu z linky RO  
⇒ úprava pH roztokem NaOH na pH = **7 - 9**

