

PROBLEMATIKA ODKALIŠTNÍCH VOD MYDLOVARY

- Josef Tomášek 1), Ladislav Hešnaur 2), Josef Vacek 2)
- 1) *Středisko odpadů Mníšek s.r.o., Pražská 900, 252140 Mníšek pod Brdy, e-mail: som@sommnisek.cz*
- 2) *DIAMO s.p., o.z. SUL, ul. 28. října 184, 261 13 Příbram, e-mail: hesnaur@diamo.cz*

Historie

- Úpravna uranových rud (název MAPE Mydlovary) byla provozována v letech 1962 až 1991. Zpracovávala se zde ruda z ložisek v západních Čechách, Okrouhlé Radouni, Příbrami, Dolní Rožínce i ze Stráže pod Ralskem s výrobní kapacitou 600 ktun za rok. Přepřacováno bylo celkem 16,8 mil. tun uranových rud, vyrobeno 28,5 tis. tun uranu v koncentrátu a na odkaliště o celkové ploše cca 280 ha postupně uloženo 35,8 mil. tun úpravárenských kalů. Technologie zpracování uranové rudy byla kyselá nebo alkalická, přičemž převahu mělo kyselé zpracování.
- Vybudovaná odkaliště využívala vytěžené prostory po těžbě lignitu dolu Svatopluk (odkaliště KIII, KII), další byla vybudována v návaznosti na tato odkaliště (odkaliště skupiny IV). Odkaliště KI bylo vybudováno jako první a bylo realizováno na terénu s hrázemi z vyloužené rudy.

Situace odkališť



Prakticky od počátku činnosti chemické úpravny, resp. od ukládání vyloužené uranové rudy na odkaliště K I, byly zachycovány drenážní vody, čištěny a vypouštěny výtlačným potrubním řadem do Vltavy. Vzhledem k velkému objemu v té době odebíraných užitkových vod z Bezdreva byly čištěny i volné vody odkališť. V souvislosti s řadou racionalizačních opatření, byl omezen odběr užitkové vody z Bezdreva a počátkem osmdesátých let provoz dospěl k vyrovnané vodní bilanci, kdy nebylo nadále nutné odkalištní vody čistit. Ke změně došlo počátkem devadesátých let, kdy již v souvislosti s ukončením ukládání vyloužené uranové rudy došlo k nárůstu volných vod odkališť a bylo nutno tuto situaci řešit.

V důsledku toho stavba „Likvidace vod z U-činnosti“ (ČDV) byla realizována v letech 1993-1994 a do zkušebního provozu jako celek uvedena v 6/94. Koncepce byla založena na řízeném míšení odkalištních vod v akumulární nádrži, chemickém čištění vod na principu redukce dusitanů pomocí siřičitanu sodného, srážení manganu a dalších těžkých kovů, včetně U a Ra vápenným mlékem a vypouštění vyčištěné vody odpadním potrubím do řeky Vltavy.

Od roku 2002 je v PRLP Mydlovary uplatňován nový způsob likvidace odkalištních vod, který je založen na čištění volných, popř. drenážních vod odkališť alkalizací (dolomitickým vápencem) v nádrži ANDV a na řízeném vypouštění takto vyčištěné vody do řeky Vltavy, mimo ČDV. Při uplatňování této metody byla ČDV až do 30. 4. 2005 využívána k chemickému čištění pouze menší částí odkalištních vod, převážně drenážní vody odkaliště K I se zvýšeným obsahem dusitanů a uranu. Provozní zkušenosti však ukázaly, že tyto složky lze při vhodné manipulaci s vodami účinně odstranit s využitím biochemických a fyzikálně-chemických procesů přímo v odkalištích, bez chemického čištění v ČDV. Z tohoto důvodu byla větší část strojního zařízení v ČDV k 1. 5. 2005 odstavena a v dalším období uplatněna výlučně nová technologie likvidace (čištění) vod založená na dále uvedených, hlavních operacích:

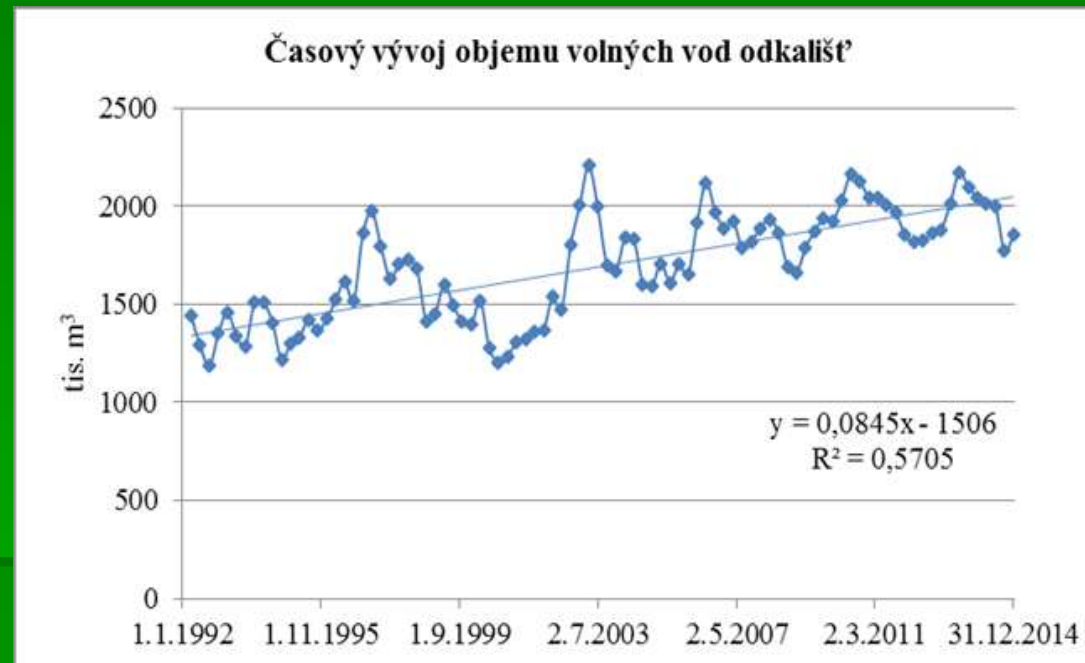
- a) čerpání odkalištních a drenážních vod do nádrže ANKV a ANDV
- b) čištění odkalištních a drenážních vod alkalizací v nádrži ANDV
- c) vypouštění vyčištěné odkalištní vody do řeky Vltavy

Podmínky vypouštění vyčištěné odkalištní vody byly postupně upravovány:

- a) z hlediska povoleného množství - množství vypouštěných vod je závislé na aktuálním průtoku ve Vltavě
- b) z hlediska kvality

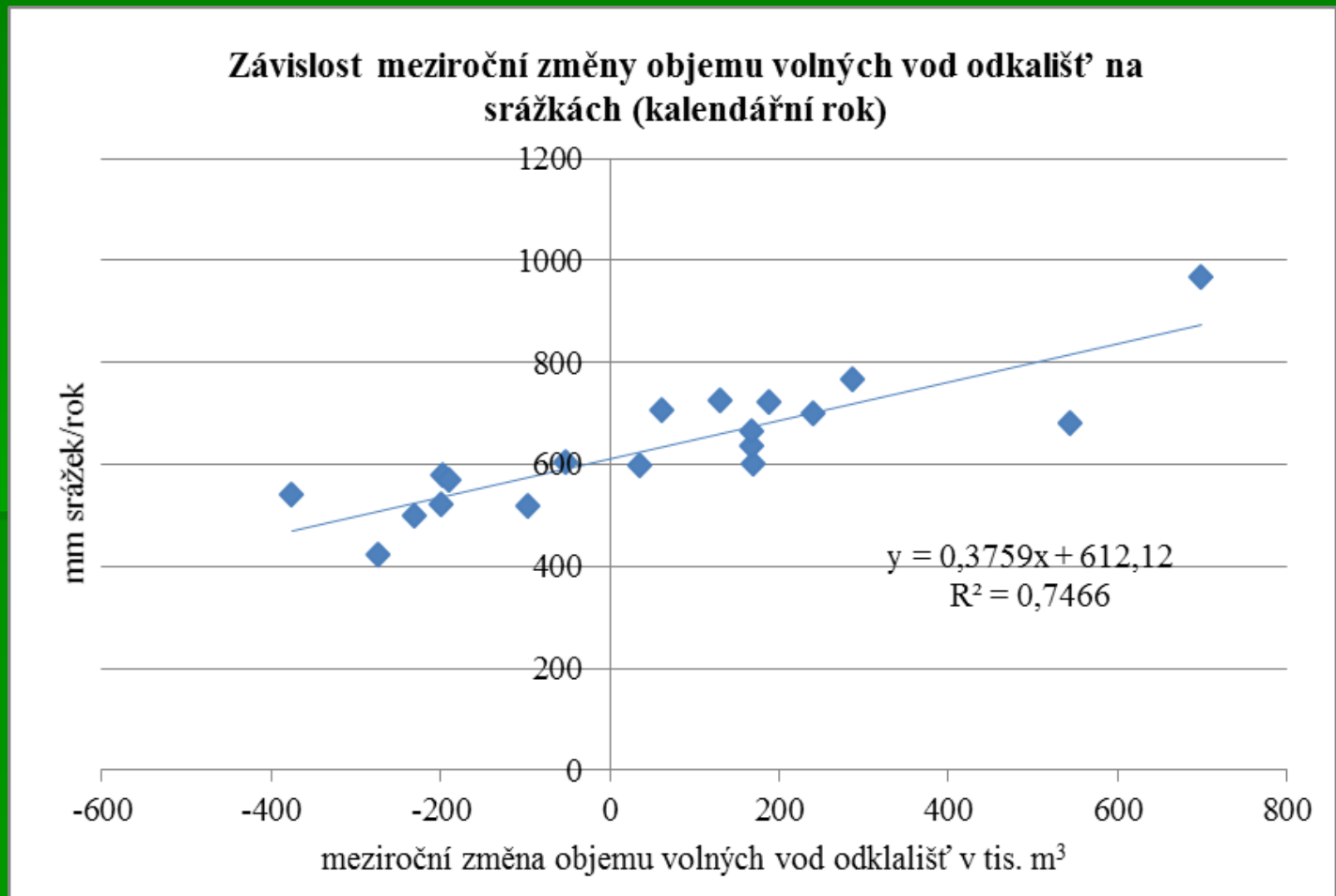
| | | | | |
|-----------|--|------|---|--------------------------------|
| odkaliště | srážková plocha v ha (včetně hrází) | | | |
| KI | 26,12 | | vybudováno na rostlém terénu | úplná sanace dokončena |
| KII | | | ve vytěženém prostoru po lignitu - překryto odkališti KIV/E a KIV/R | |
| KIII | 39,8 | | ve vytěženém prostoru po lignitu | úplná sanace probíhá |
| KIV/D | 37,9 | | v prostoru bývalého rybníka | úplná sanace dokončena |
| KIV/R | 41,32 | | vybudováno na odkališti KII | probíhá vyplňování odkaliště |
| KIV/E | 39,73 | | | úplná sanace probíhá |
| KIV/C2 | 33,87 | | v prostoru bývalého rybníka Olešník | úplná sanace v přípravě |
| KIV/C1Z | 31,77 | | slouží zatím pro shromažďování volných vod mimo nádrže ANDV a ANKV | |
| KIV/F | 9,67 | ANDV | rozděleno na nádrže ANDV a ANKV | bez uložených vyloužených kalů |
| | 17,65 | ANKV | | |

- Za volné vody odkališť považujeme vody nad hladinou uloženého vylouženého kalu po zpracování uranových rud. Za vázané vody odkališť pak vody vázané v uloženém uranovém kalu.
- Zásadní pro další vývoj sanací odkališť je vývoj objemu volných vod odkališť - dlouhodobý vývoj je znázorněn na následujícím grafu:

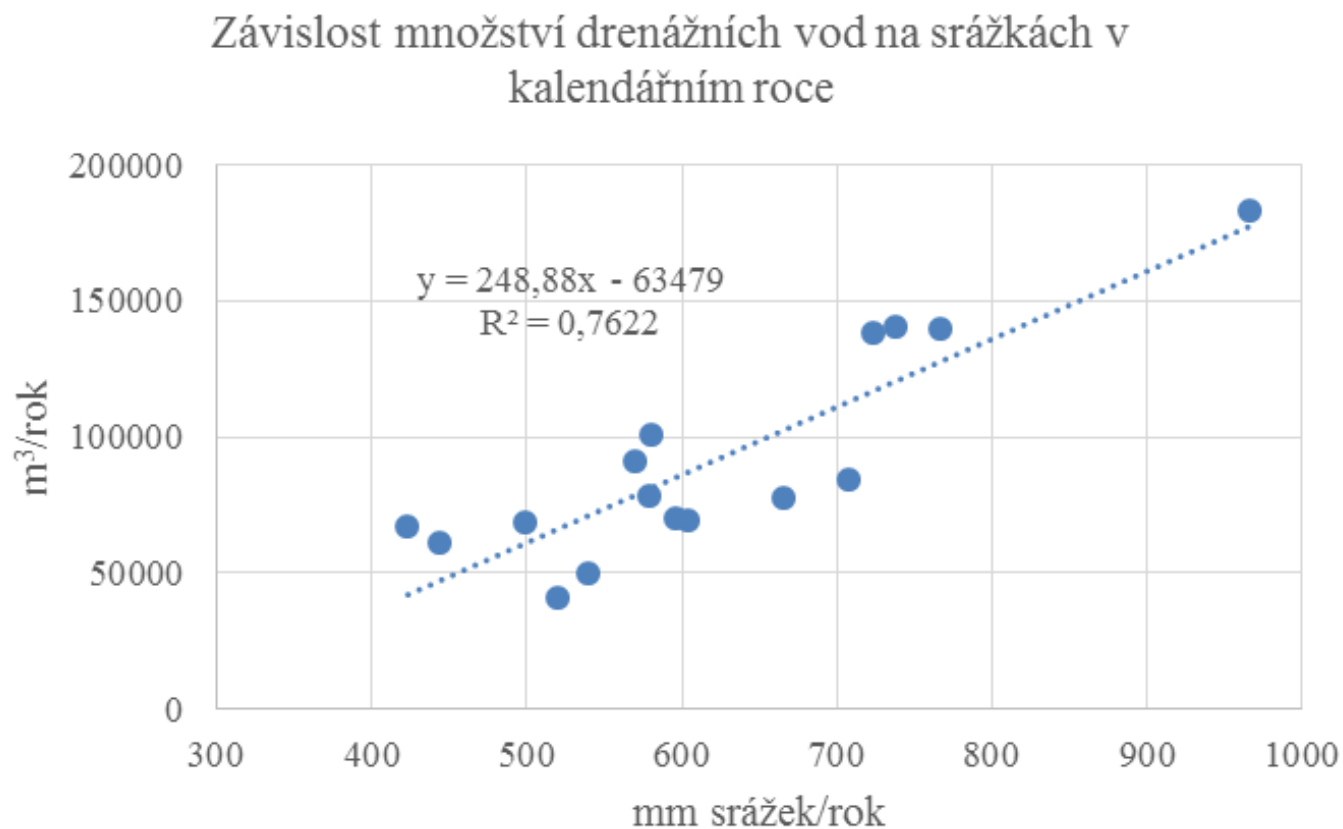


- Z grafu vyplývá vrůstající trend nárůstu volných vod odkališť, který se v posledním období daří zastavit a to především povolenou úpravou podmínek vypouštění vyčištěných vod do Vltavy

- Množství volných vod závisí na výšce srážek v daném kalendářním roce (příp. hydrologickém roce). Větší vypovídací schopnost má závislost meziroční změny objemu volných vod na výšce srážek jak je znázorněno na následujícím grafu (při vynechání odlehlých hodnot roku 1999 a 2012):



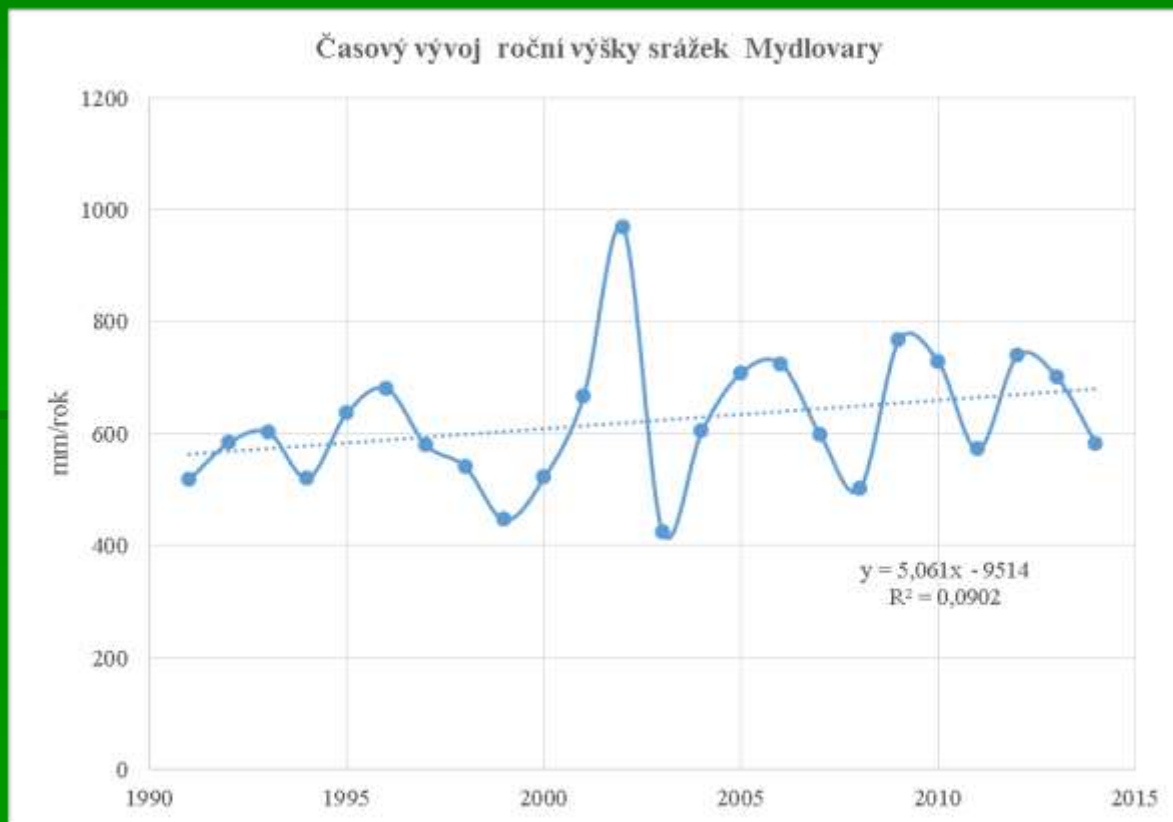
- Všechna odkaliště s výjimkou odkaliště KIV/E jsou vybavena drenážním systémem. Do drenážního systému jsou stahovány průsakové vody odkališť (přes hráze) a dále velmi významný podíl tvoří vody z extravilánu - z mělké zvodně v okolí odkališť. Množství drenážních vod je do značné míry ovlivněno výškou srážek, jak vyplývá z následujícího grafu:



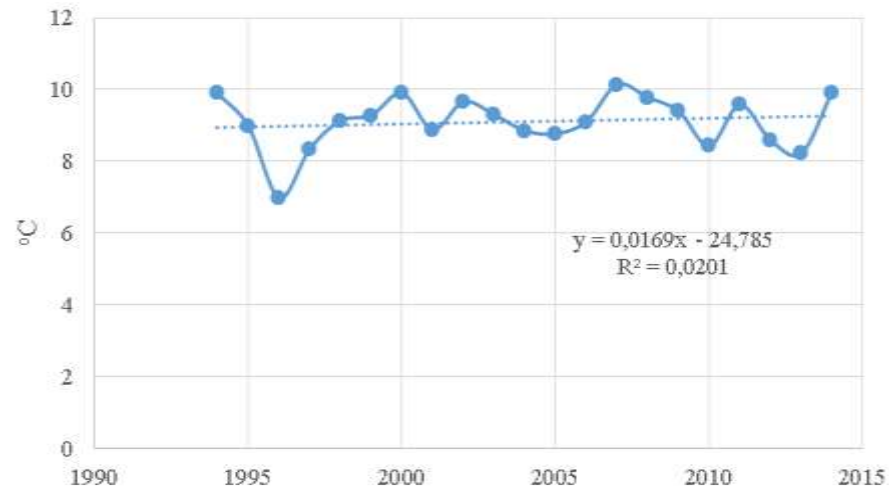
Množství vod z extravišanu do drenážního systému odkališť je dlouhodobě vyhodnoceno na základě výsledků stávajícího monitoringu včetně kvality vod v podzemních vodách v okolí drenážních systémů a kvality odkalištních vod.

| odkaliště | průměrné množství vod drenážním systému m ³ /rok | průměrný podíl vod extravišanu v % | průměrné množství vod z extravišanu v m ³ | komentář |
|-----------|---|------------------------------------|--|---|
| KI | 54029,65 | 58,1 | 31391,2 | |
| KIII | 3488 | 57,6 | 2009,1 | Ovlivnění drenážních vod lignitovými vodami |
| KIV/D | 41916,8 | 80 | 33533,4 | Včetně KIV/R V případě KIV/D ovlivnění drenážních vod lignitovými vodami |
| KIV/C2 | 39580,9 | 87 | 34435,4 | |
| KIV/C1Z | 9430,4 | 85 | 8015,8 | |
| KIV/R | 12994,3 | 57,5 | | Zahrnuto v KIV/D |
| KIV/E | 0 | 0 | 0 | |
| ANKV | 7791 | 49 | 3817,6 | Ovlivnění drenážních vod lignitovými vodami |
| celkem | 156236,7 | 72,5 | 113202,6 | |

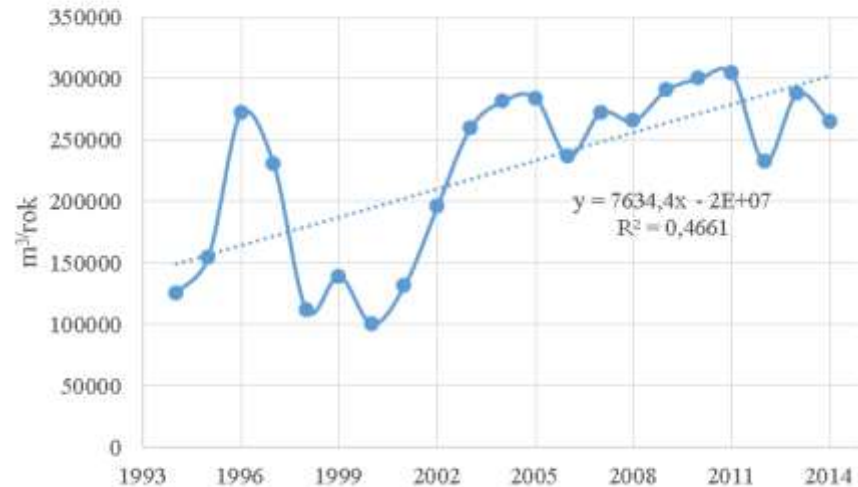
- Pokud se týká srážkových vod, jsou tyto logicky ovlivňovány srážkovou plochou odkališť a výškou srážek v daném roce. Významným faktorem v bilanci je odpar z vodní hladiny a ostatních ploch srážkových ploch odkališť, který závisí na klimatických podmínkách daného roku.



Časový vývoj průměrné roční teploty Mydlovary



Časový vývoj množství vypouštěných vod do Vltavy



Problematika průsaků do horninového prostředí se objevuje v souvislosti s projevy odkaliště KIII, především se šířením kontaminace ve směru vyuhlených prostor. Ukazuje se, že tato problematika je významná pro všechna odkaliště.

Na základě známých vlastností horninového prostředí pod odkališti byl proveden následující předpoklad:

| odkaliště | Koeficient filtrace m/s | Pravděpodobné průsaky do horninového prostředí v m ³ /rok |
|-----------|----------------------------|---|
| KI | 3,00E-09 | 2,47E+04 |
| KIII | 4,00E-09 | 5,02E+04 |
| KIV/D | 2,00E-09 | 2,40E+04 |
| KIV/R | 4,00E-09 | 5,21E+04 |
| KIV/C2 | 2,00E-09 | 2,14E+04 |
| KIV/CIZ | 2,00E-09 | 2,00E+04 |
| ANDV | 2,00E-09 | 6,10E+03 |
| ANKV | 2,00E-09 | 1,11E+04 |
| KIV/E | 4,00E-09 | 5,01E+04 |
| celkem | | 2,60E+05 |

Jedná se o vody, které ovlivňují celkovou bilanci volných vod odkališť.

Jediný známý údaj z hlediska propustnosti dna odkaliště je měření pro stanovení průsaků, které provedla ve dnech 25.7.-1.8.2001 firma Karel Kliner Vodní zdroje Praha za použití nepřímé, bilanční metody založené na současném měření výparu výparoměrem a poklesu hladiny v odkališti hrotovým měřidlem. Zjištěný průsak v tomto období byl vzhledem ke stanoveným nejistotám měření max. 0,82 l/s v celé ploše odkaliště KIV/R. Tomu odpovídá max. propustnost dna odkaliště $3 \cdot 10^{-9}$ m/s . Zvolený model průsaků není tedy s tímto měřením v rozporu i s ohledem na nepřesnost dat.

S postupem sanací - uzavřením odkališť KI a KIVD - dochází sice k postupnému dlouhodobému odeznívání průsaků odvodňováním odkaliště - toto však již nemá žádný vliv na bilanci volných vod odkališť s výjimkou průsaků odkalištních vod drenážního systému.

Stávající stav lze tedy charakterizovat takto:

| odkaliště | Koeficient filtrace m/s | Pravděpodobné průsaky do horninového prostředí ovlivňujících bilanci volných vod odkališť v m ³ /rok |
|-----------|----------------------------|---|
| KI | 3,00E-09 | 0 |
| KIII | 4,00E-09 | 5,02E+04 |
| KIV/D | 2,00E-09 | 0 |
| KIV/R | 4,00E-09 | 5,21E+04 |
| KIV/C2 | 2,00E-09 | 2,14E+04 |
| KIV/CIZ | 2,00E-09 | 2,00E+04 |
| ANDV | 2,00E-09 | 6,10E+03 |
| ANKV | 2,00E-09 | 1,11E+04 |
| KIV/E | 4,00E-09 | 5,01E+04 |
| celkem | | 2,11E+05 |

Tvorba volných vod odkališť je pravidelně sledována a vyhodnocována včetně kvality jednotlivých proudů vod (volné vody, drenážní vody, vyčištěné vody). Do vyhodnocení je zahrnuto i sledování kvality podzemních vod v okolí odkališť. Jsou provedeny bilanční závislosti jednotlivých toků včetně odhadu přítoku vod z extravilánu do drenážních vod odkališť. Tyto bilance slouží pro prognózu dalšího vývoje množství volných vod. Hlavním faktorem dalšího vývoje jsou srážky, aktuální srážková plocha a průtoky ve Vltavě.

Z hlediska dlouhodobého sledování 1994-2014 lze zjednodušenou průměrnou dlouhodobou bilanci volných vod odkališť vyjádřit takto:

Průměrná bilance

| | | | | |
|------------------------------|--------------------|---------------------|-----------|--------|
| srážková plocha průměr | | m ² | 2315196 | |
| průměrná výška srážek | | mm/rok | 629 | |
| vstupy do systému | | | | % |
| množství srážkových vod | | m ³ /rok | 1456258 | 100 |
| vody z drenážního systému | vody z extravilánu | m ³ /rok | 113202,6 | 7,77 |
| | odkalištní vody | m ³ /rok | 43034,1 | 2,96 |
| vstupy celkem | | m ³ /rok | 1612495 | 110,7 |
| výstupy ze systému | | | | |
| vyčištěné vody do Vltavy | | m ³ /rok | 214726,6 | 14,75 |
| průsaky odkalištních vod | | m ³ /rok | 250667 | 17,21 |
| odpar | | m ³ /rok | 1118554 | 76,81 |
| výstupy celkem | | m ³ /rok | 1566870,6 | 108,77 |
| bilanční rozdíl - nadbilance | | m ³ /rok | 28548 | 1,96 |

Nutno upozornit, že se nejedná o stávající stav ale o dlouhodobý průměr. V současném stavu je bilance vyrovnaná, se sklonem k snižování objemu volných vod odkališť.

Pozitivním způsobem se podílí na vývoji volných vod odkališť sanace odkališť, kdy srážkové vody na uzavřené odkaliště jsou odváděny jako nekontaminované do okolních vodotečí a nepodílejí se již na tvorbě volných vod odkališť.

Postupným cílem je dále sledovat a snižovat objem volných vod odkališť, neboť toto je jediná cesta k úplnému uzavření všech odkališť bývalého MAPE Mydlovary. Tohoto cíle lze dosáhnout postupnou úplnou sanací odkališť (nepropustná úprava povrchu) a dalšími technickými opatřeními.

Úplná sanace odkališť proběhla u odkališť KI a KIV/D.

V současnosti probíhá u odkaliště KIV/E a KIII, připravuje se k zahájení u odkaliště KIV/C2. U odkaliště KIV/R probíhá zaplňování volného prostoru odkaliště před realizací nepropustné úpravy povrchu.

K úplné sanaci odkaliště KIV/C1Z může dojít až po redukci volných vod odkališť tak, aby bylo možno v dalším provozu vystačit s manipulačními objemy v nádržích ANKV a ANDV.

Volné vody odkališť' mají a budou ještě dlouhou dobu mít kvalitu vyžadující čištění. Kvalita volných vod odkališť' je ovlivňována především drenážními vodami, které jsou ovlivňovány především průsakovými vodami odkališť' a dále vodami z extravilánu, což jsou v několika případech i kontaminované důlní vody z bývalé těžby lignitu. Volné vody odkališť' se vyznačují vysokou solností, zvýšenou koncentrací U, amonných iontů, Mg. Stávající technologií čištění jsou dosahovány požadované hodnoty pro vypuštění do Vltavy.

Z hlediska budoucího vývoje volných vod odkališť'

- roční výšku srážek lze v průměru považovat za konstantní s extrémními výkyvy (967 mm v roce 2002, 462 mm v roce 2003)**
- srážková plocha odkališť' se bude snižovat s realizací odvodu srážkových vod mimo odkaliště po provedené úplné sanaci**
- odpar ze srážkové plochy se bude snižovat postupující sanací odkališť'**
- množství vod v drenážním systému bude v průměru konstantní – závislé na ročních srážkách**
- množství volných vod odkališť' prosáklých do podloží se bude postupně snižovat s postupující sanací (nejsou zastaveny průsaky do podloží ale tyto průsaky již nejsou součástí bilancovaných volných vod odkaliště**
- množství vyčištěných volných vod čerpaných do Vltavy bude i nadále úměrné množství vyčištěné vody a průtoku ve Vltavě**

Mezi technická opatření patří maximálního využívání vypouštění vyčištěných odkalištních vod Vltavy (probíhá sezónně) a případná opatření k snížení množství vod z extravilánu do drenážních systémů odkališť.

Předkládaný referát nastiňuje problematiku odkalištních vod jen v hrubých rysech. Problematika nakládání s volnými vodami odkališť je složitý a dlouhodobý problém, je nutno se mu nadále věnovat, důsledně vyhodnocovat nové poznatky a přijímat odpovídající opatření.

Děkuji za pozornost