

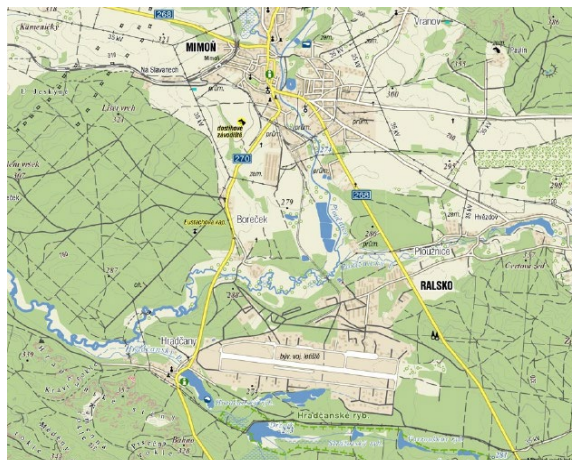
**VLIV DLOUHODOBÝCH HYDROLOGICKÝCH CYKLŮ NA
VÝSKYT LNAPL NA HLADINĚ PODZEMNÍ VODY**

***Jiřina Macháčková, Karel Horák, Jiří Vaněk,
Miroslav Minařík, Zdeněk Vilhelm***

Zkoumaná lokalita

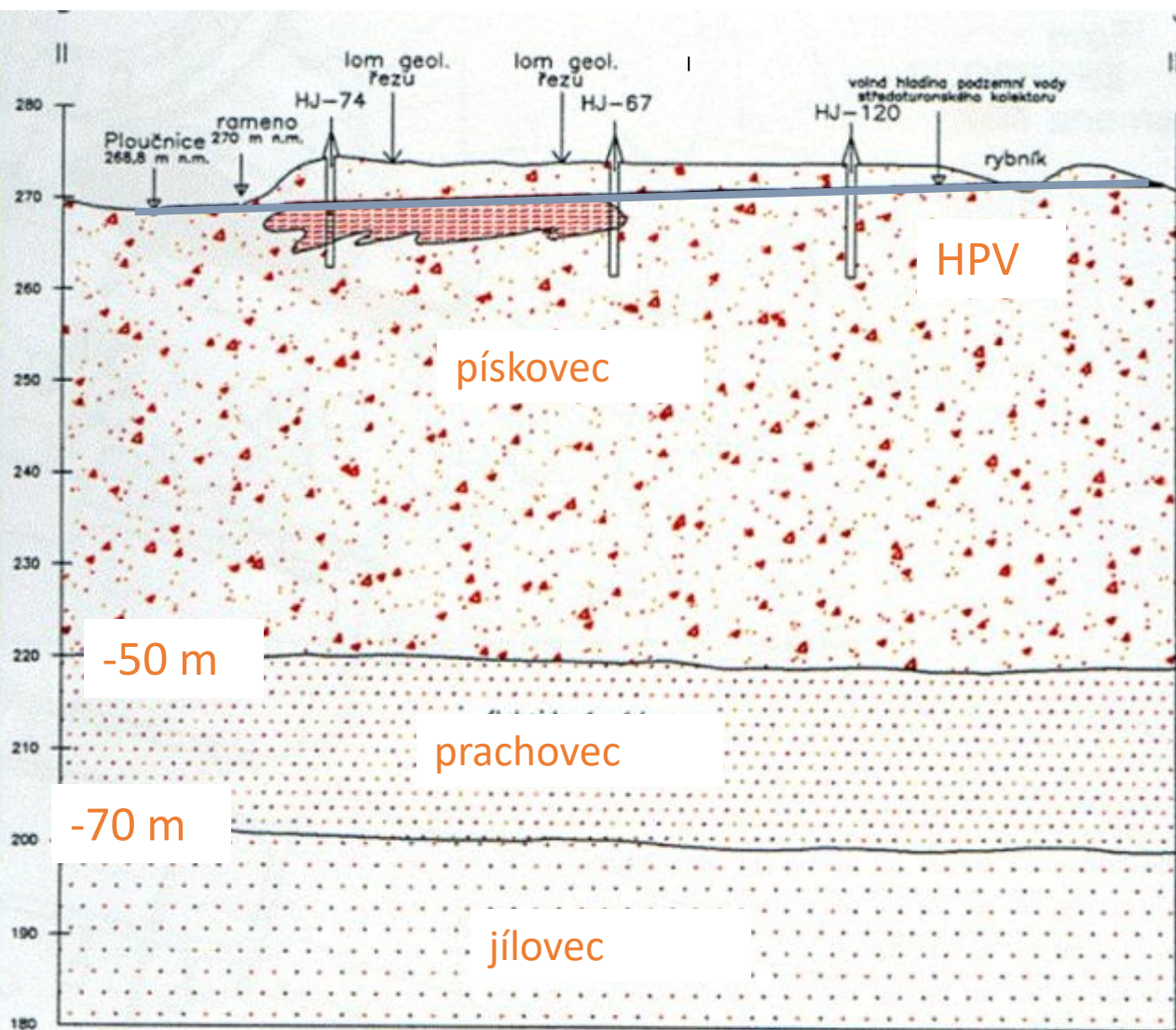
Bývalé vojenské letiště Hradčany

- lokalita v severních Čechách u Mimoně
- založeno německou armádou v roce 1940, později provozované československou armádou, po roce 1968 do roku 1991 provozováno sovětskou armádou
- významný strategický bod Varšavské smlouvy, blízko železné opony, intenzivní činnost zejména během 80. let v době eskalace studené války, sloužilo pro 42 strojů MIG 21 (dnes má AČR 14 Gripenů) , základna spojena s malým městečkem pro sovětské vojsko – 5000 obyvatel



Zkoumaná lokalita

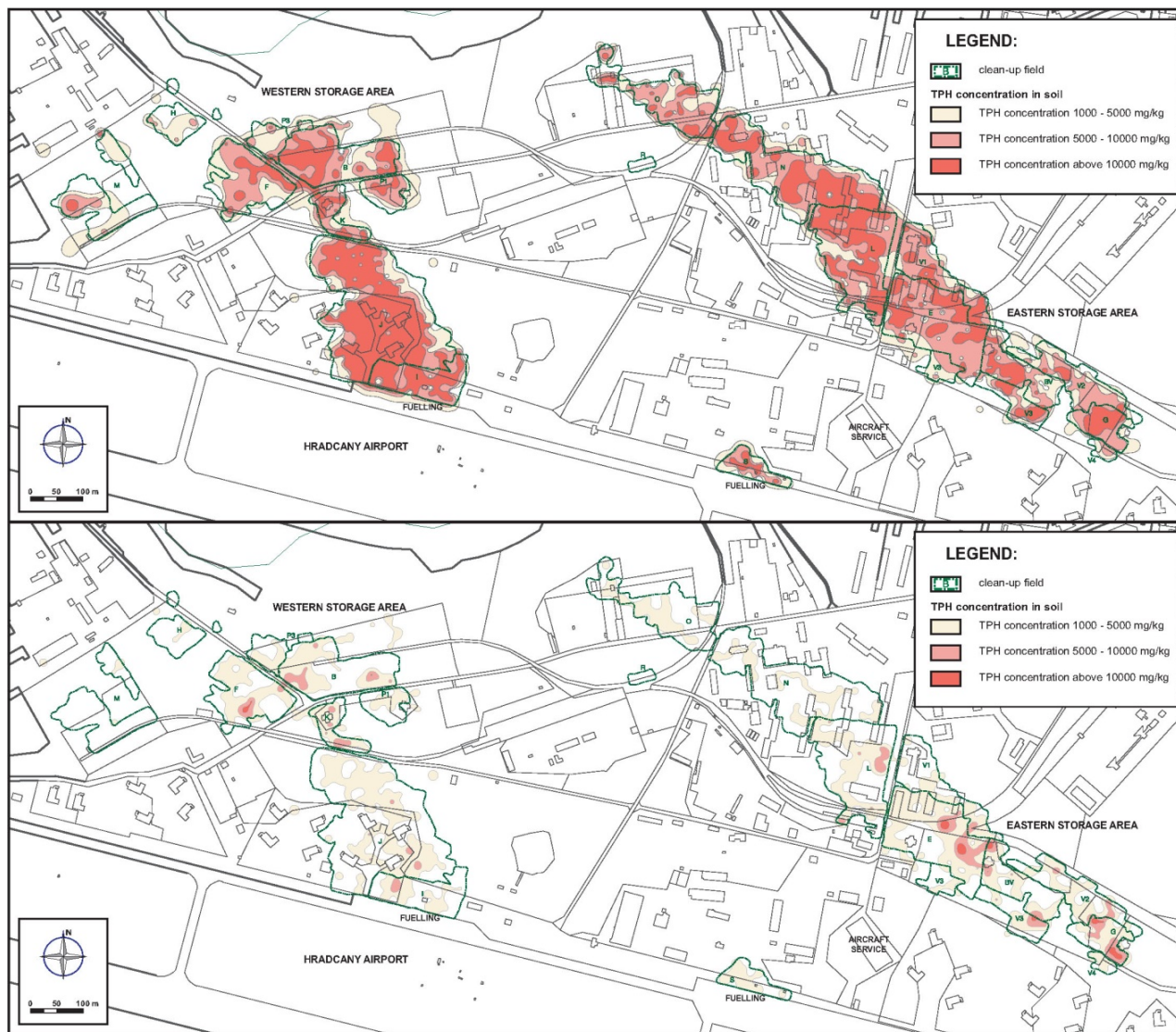
Geologie



- součást sedimentárního komplexu České křídové tabule
- křídové sedimenty překryty kvartérními říčními sedimenty (2 - 7 m) HPV 3-8 m p.t.
- kolektor vázaný na středoturonské pískovce je významnou a široce využívanou zásobou kvalitní pitné vody
- součást CHOPAV Česká křídová tabule

Výsledky sanace lokality

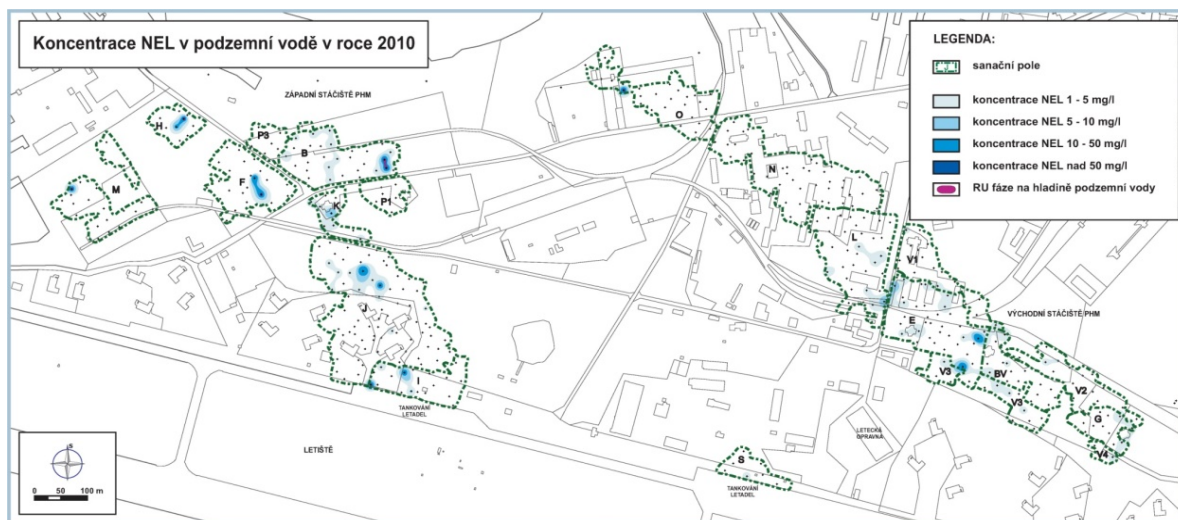
Kontaminace území - NEL zeminy



- území s rozsáhlou kontaminací leteckým petrolejem, první projev v roce 1986, havarijní sanace čerpáním, později ověřování *in situ* metod
- 1996 analýza rizik
- v letech 1998 – 2008 intenzivní provoz sanace kombinací sanačních technik v ploše 28,2 ha, hlavní roli měla biodegradace *in situ*

Výsledky sanace lokality

Kontaminace podzemní vody

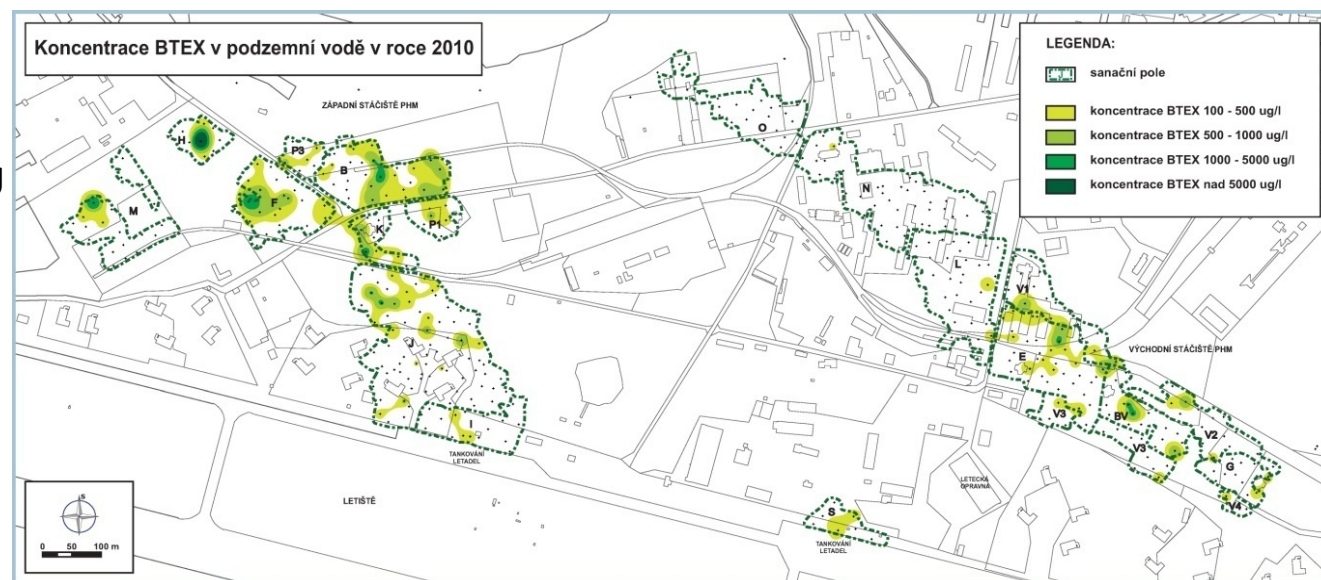


Rok 1998



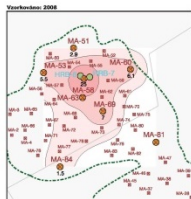
Rok 2010

Analýza rizik reziduálního znečištění - bilančně na lokalitě zůstalo 1.660 tun RU z původních 7.150 (chyba 30%), analýza rizik verifikovala dosažení sanačních limitů pro lokalitu a doporučila monitoring přirozené atenuace

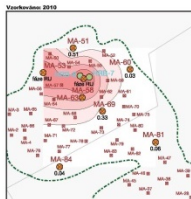


Monitoring atenuace 2008 – 2015 v dílčích plochách

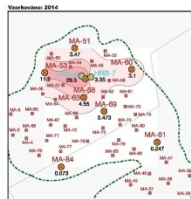
2008



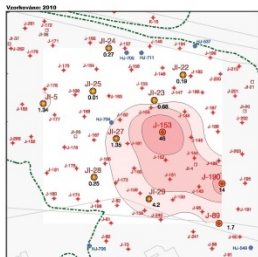
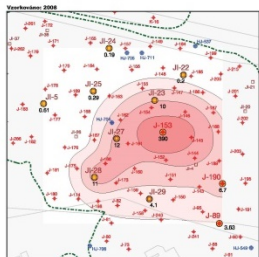
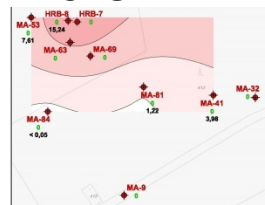
2010



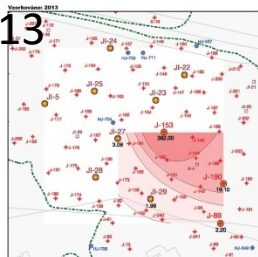
2014



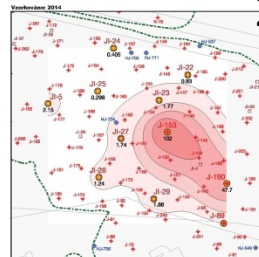
2015



2013



2014



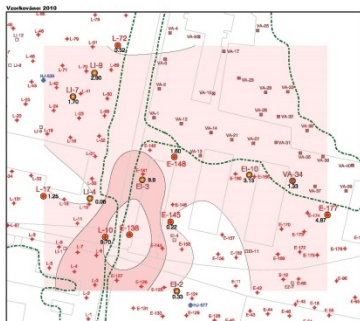
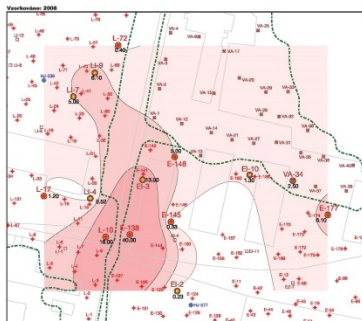
2015



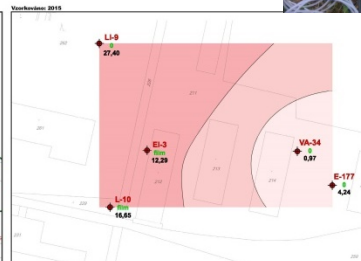
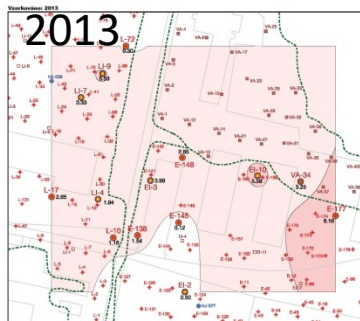
2013 – 2014 – atenuační procesy, dílčí snižování či stagnace úrovně kontaminace odpovídající roku 2010

2015 – pozorován rebounding daný režimem podzemní vody v monitorovaných částech lokality, znovuobjevení fáze v centimetrových mocnostech

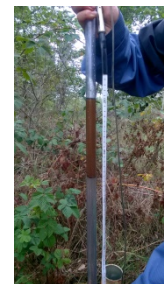
2016, 2018 - monitoring výskytu fáze na celé lokalitě, 2016 monitoring čela mraku - kvalita



2013



2015



Situace na lokalitě 2015 - 2018



- mimo reboundingu zjištěno v roce 2015 poškození části monitorovacího systému lesnickými pracemi, cca 1 ha, v roce 2017 zlikvidován další 1 ha monitorovacího systému při vytváření plochy pro stavební odpady, minoritní poškození vrtů vandalismem
- zjištěn značný nezájem místní a regionální samosprávy a státní správy o situaci na lokalitě v souvislosti s přítomností staré zátěže, až snaha bojkotovat další práce na lokalitě na úrovni kraje – „sanace skončila, více pozornosti a veřejných financí věnovat netřeba“ – kraj a obec vlastníci pozemků na lokalitě, kolize s developerskými záměry???

Monitoring atenuace 2008 - 2018

J-188 název vzorkovaného vrtu
 film
 71,02
 příloha/množství RU fáze [cm]
 koncentrace NEL [mg/l]

Koncentrace NEL v podzemní vodě

< 1 mg/l
 1 - 5 mg/l
 5 - 10 mg/l
 10 - 50 mg/l
 > 50 mg/l



Vrt	2008	2010	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Jl-29	4,1 mg/l NEL	4,2 mg/l NEL	1,99 mg/l NEL	1,88 mg/l NEL	23 cm ropné fáze (odstraněna)	film		6 cm ropné fáze
J-153	390 mg/l NEL	46 mg/l NEL	382 mg/l NEL	102 mg/l NEL	19 cm ropné fáze (odstraněna)	film	film	5 cm ropné fáze
Jl-23	10 mg/NEL	0,68 mg/l NEL		1,77mg/l NEL	0,99 mg/INEL	bez fáze		bez fáze
Jl-22	0,2 mg/l NEL	0,19 mg/l NEL		0,8 mg/l NEL	0,05 mg/l NEL	bez fáze		film
Jl-24	0,19 mg/l NEL	0,27 mg/l NEL		0,4 mg/l NEL	0,04 mg/l NEL	bez fáze		bez fáze

ve vrtech na lokalitě probíhají atenuační procesy (produkce
 sirovodíku, přítomny černé sraženiny železa a manganu,
 pozorováno snižování kontaminace, na výstupu z oblastí s
 kontaminací pozorovány reoxidace železa, silně
 demineralizovaná voda, v roce 2015 však pozorován v
 částech lokality rebounding

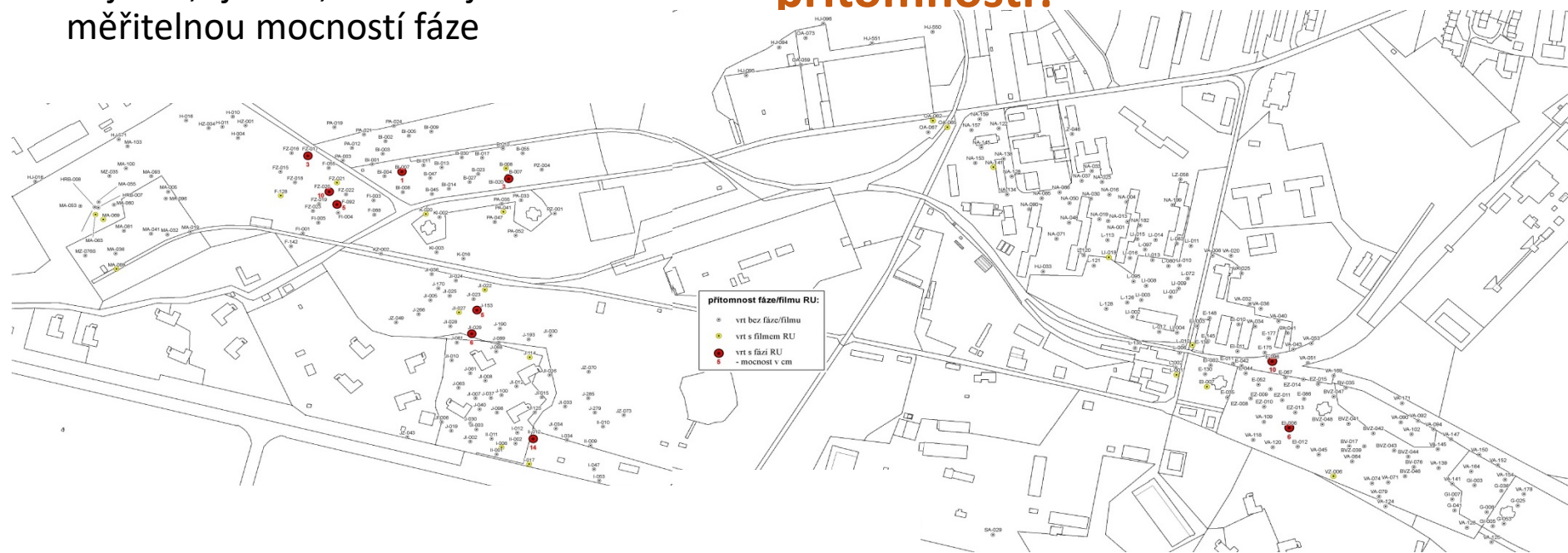


Rozsah kontaminace NEL 2010 a výskyt RU fáze (LNAPL) 2016 a 2018

- **Rok 1997** - LNAPL na 23.8 ha
- **Rok 2010** - 0.01 ha - LNAPL přítomen v ve 4 vrtech z 1.893, tj. 0,2% monitorovaných objektů
- **Rok 2016** - LNAPL přítomen ve 35 z 298 objektů, tj. 12%, ve 3 třech objektech s měřitelnou mocností fáze
- **Rok 2018** - LNAPL přítomen v 31 z 300 objektů, tj. 10%, v 10 objektech s měřitelnou mocností fáze

Situace znovuobjevení fáze ve vysanovaných plochách na lokalitě byla již pozorována v roce 2003

Co je příčinou návratu fáze po řadě let bez detekce její přítomnosti?



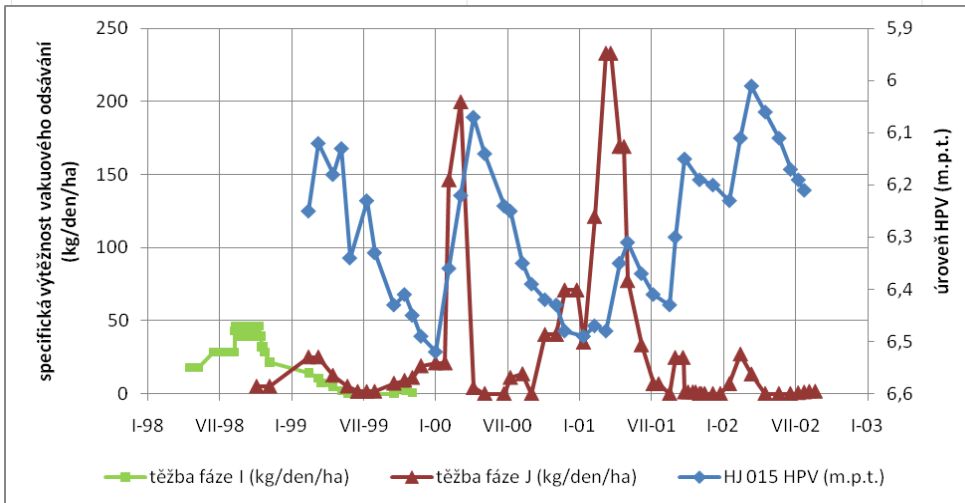
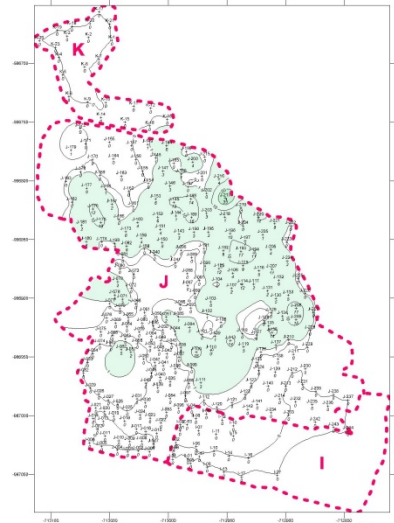
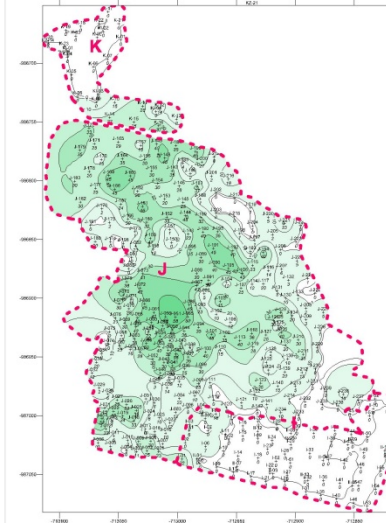
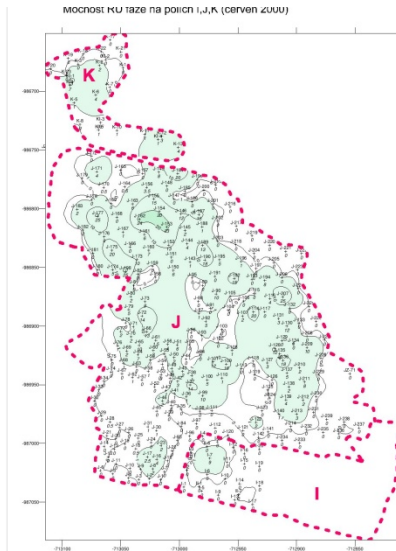
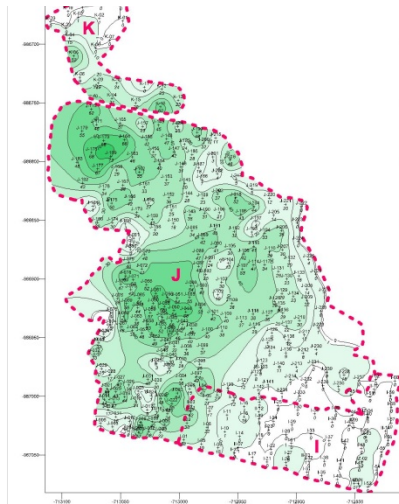
Vliv kolísání hladiny na mocnost fáze a výtěžnost sanační technologie při aktivní sanaci

mocnost fáze –
březen 2000

červen 2000

prosinec 2000

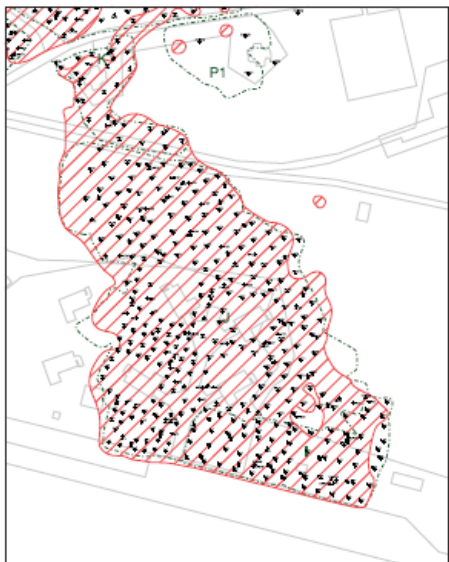
prosinec 2001



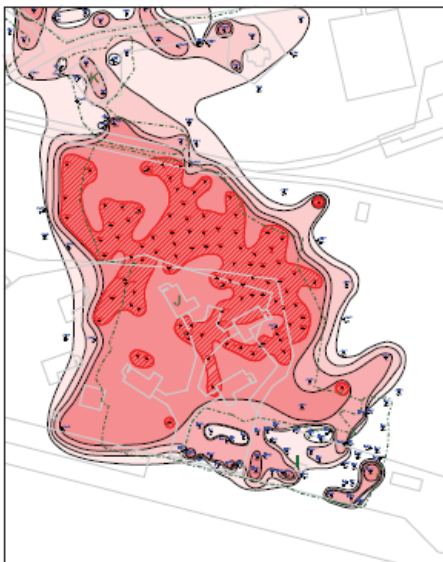
V průběhu sanace byla pozorována závislost výtěžnosti technologie na ročním režimu HPV. Pravděpodobný důvod je rozdílná viskozita vody a RU, kdy při kolísání HPV migrují v horninovém profilu rozdílnou rychlostí a dochází k enkapsulaci fáze v pórovém prostředí.

Rok 2003 – znovuoobjevení fáze v již vysanovaných plochách – jaká je příčina?

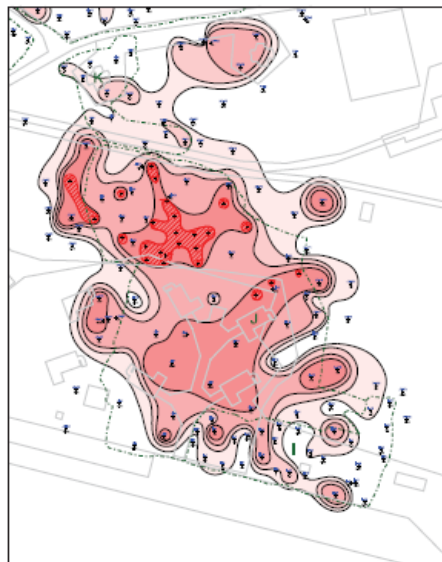
Počátek sanace



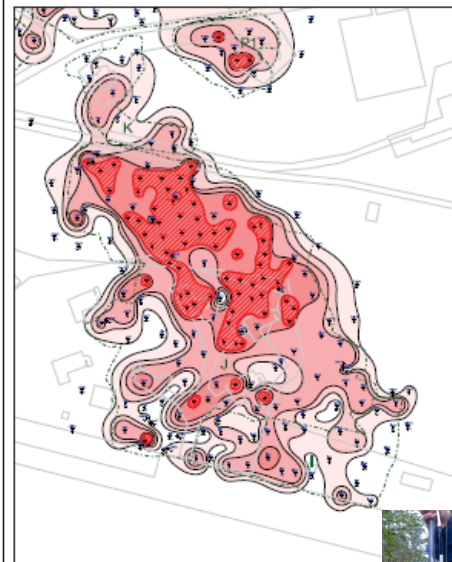
Podzim 2001



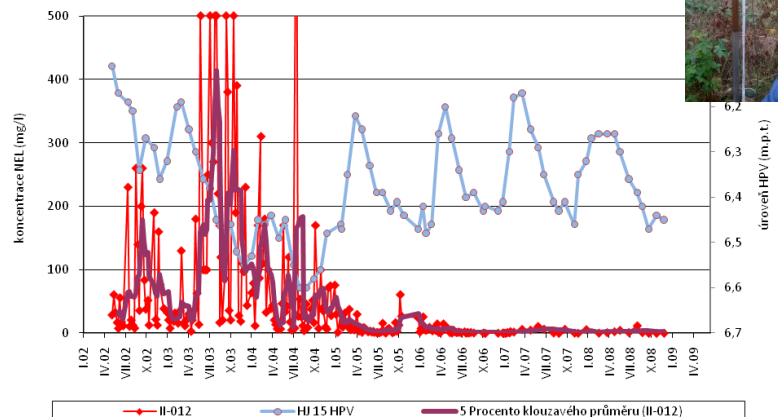
Podzim 2002



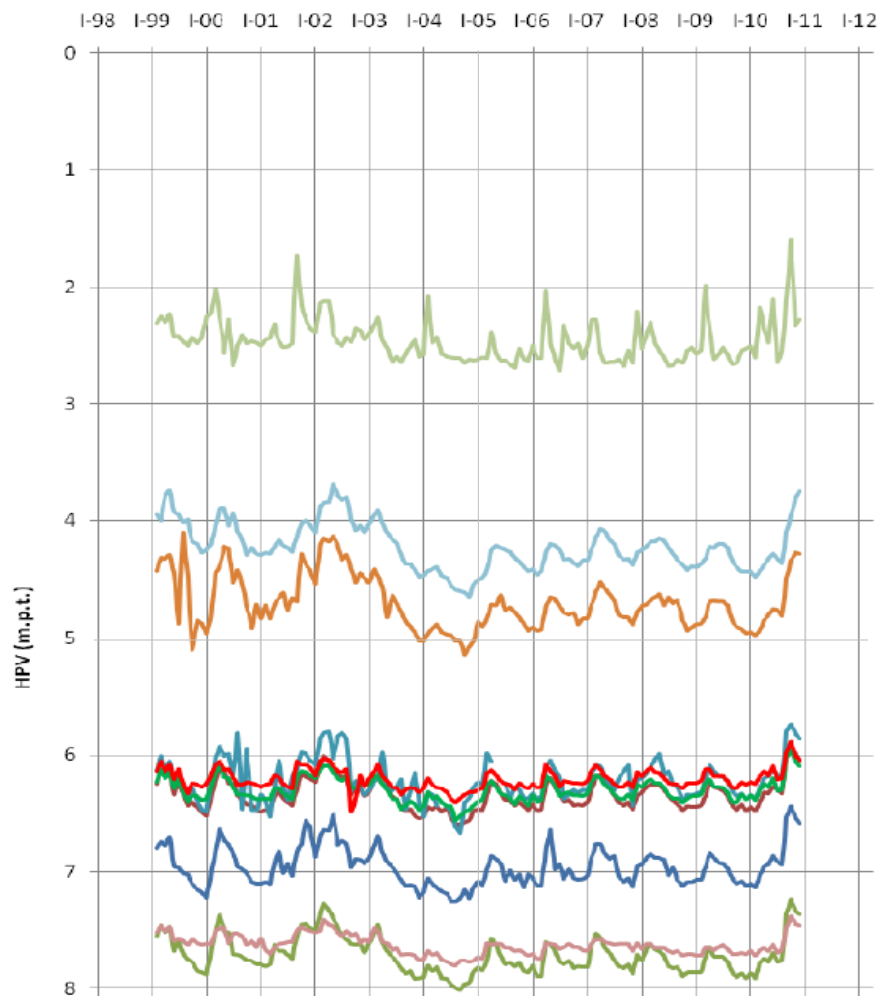
Podzim 2003



Rok 2003 - rok s extrémně nízkým srážkovým úhrnem **504 mm** (nejméně v období 1961 -2018) – došlo k objevení fáze v plochách, kde již po tříletém provozu sanační technologie vakuového odsávání nebyla přítomna.



Kdo za to může? 1) režim hladiny podzemní vody na lokalitě



Obr. 4 Vývoj hladin podzemní vody ve vrtech ČGS v období 2015-2018

- HJ 010
- HJ 015
- HJ 017
- HJ 024
- HJ 027
- HJ 039
- HJ 103
- HJ 121
- HJ 525
- HJ 528
- HJ 556



(výstava Voda a sucho, AV)

Úhrny srážek

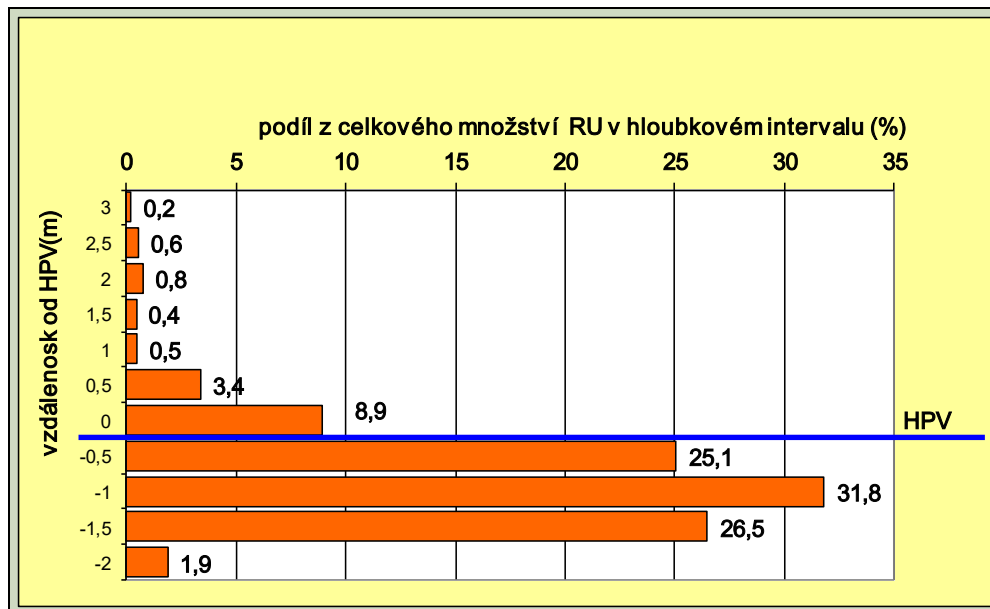
2003 - **504 mm** (nejméně 1961 -2018)

2015 - **532 mm**

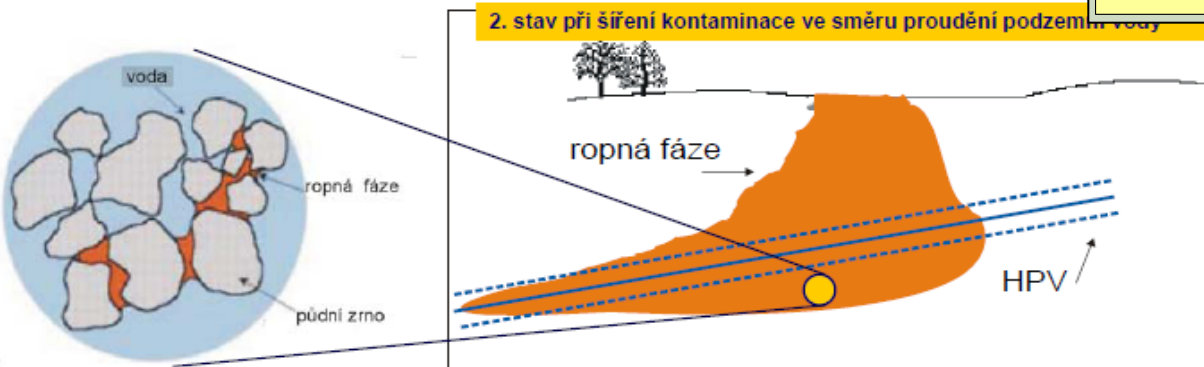
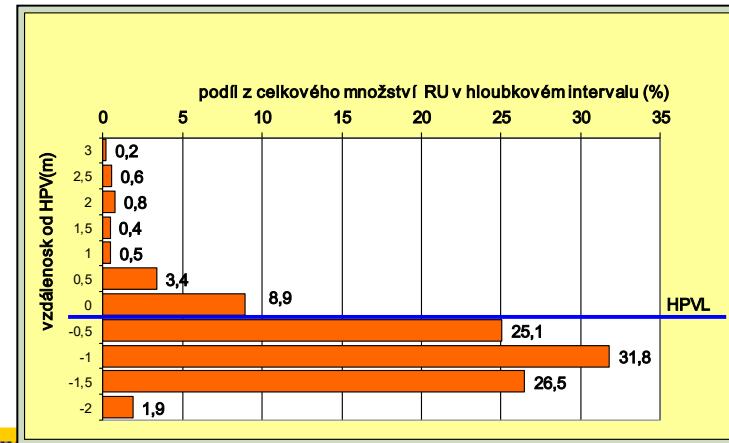
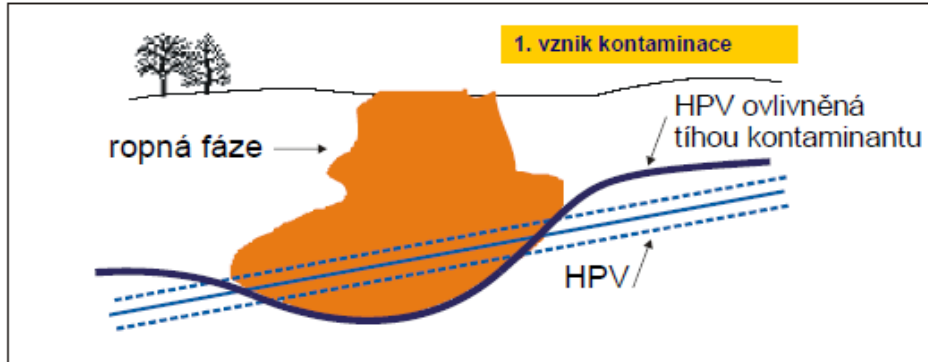
2018 - **521 mm** (v Libereckém kraji méně než 70% srážkového normálu)

2) distribuce kontaminace v horninovém profilu

vzorkování na 10 ha 2000 – 2002

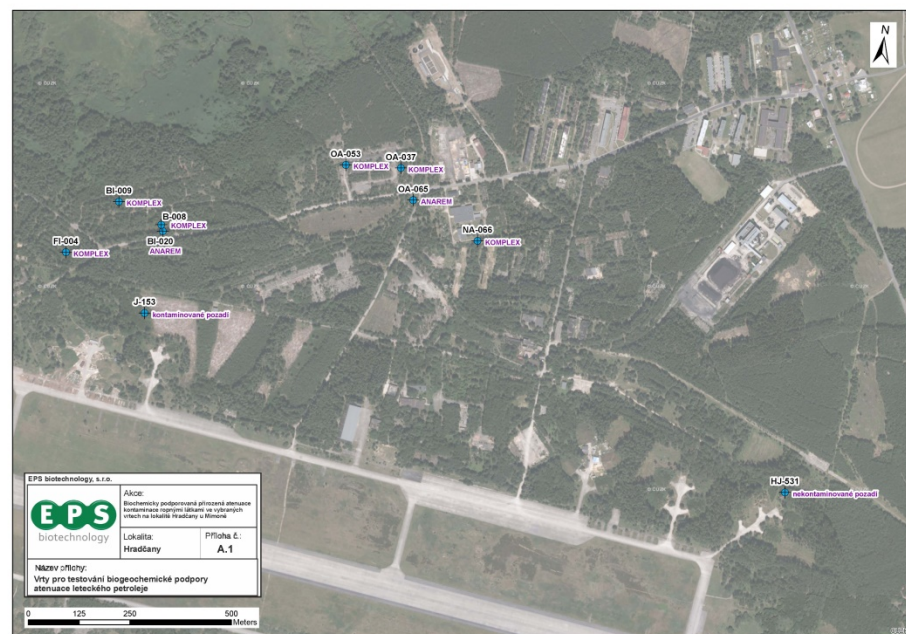


Mechanismus znovuoobjevení fáze v suchém období



Srážkově podprůměrné roky 2015 a 2018 (druhý nejnižší od roku 1961) způsobily pokles hladiny na dlouholeté minimum a uvolnily reziduální fázi vázanou ve zvodnělých pórech imobilně, při osušení profilu se však uvolnila. Roční rozkyv HPV pozorovaný na lokalitě činil 0,5 m, dlouholetá minima v nejsušším roce 2003 pak přidávají 0,3m – 0,4m, opakované sucho v letech 2015 a 2018 pravděpodobně ještě prohloubilo pokles – v monitorovacím vrtu ČGS středoturonského kolektoru Ralsko je v období 2015 -2018 pozorován setrvalý pokles hladiny

- Pilotní testování biogeochemické podpory atenuace leteckého petroleje zasakováním terminálních akceptorů elektronu – dusičnanů, síranů a trojmocného železa - se ukázalo jako potenciálně velmi slibná metoda pro řešení reboundingu – pasivní přístup, ekonomická nenáročnost
- Byl pozorován úbytek polutantu a rozvoj anaerobní mikroflóry nástroji molekulární biologie
- Výrazně větší administrativní nároky a obstrukce při získání povolení k aplikaci látek do podzemních vod

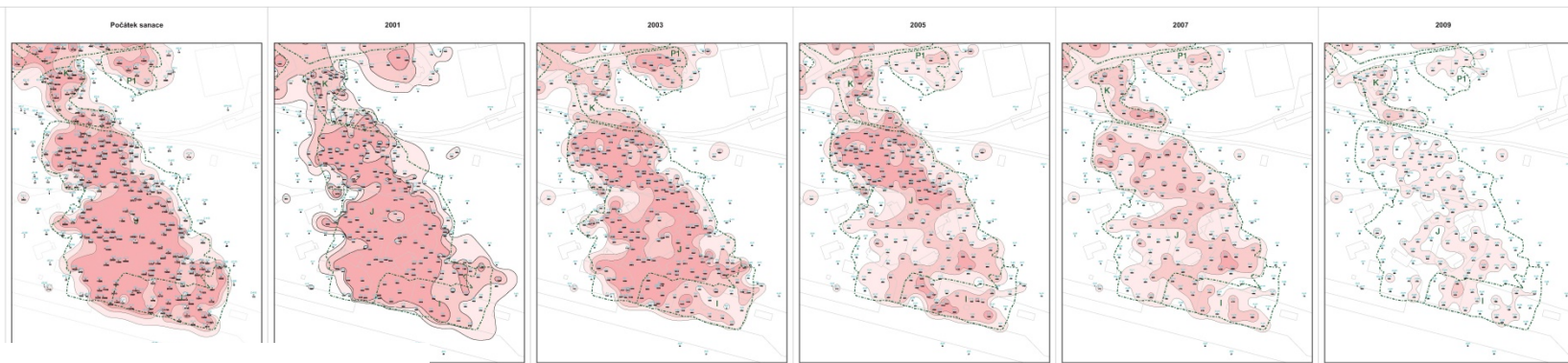




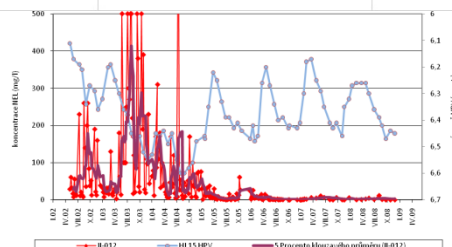
Shrnutí

- Pokles hladiny podzemních vod na dlouholeté minimum ovlivnil výskyt volné fáze RU jak v období sanace (2003 -2004), tak v období sedm až deset let po jejím ukončení (2016 – 2018).
- V době dlouholetých maxim, které připadly na období ukončování sanace a následných monitoringů (2008 – 2014) byly zjištěny výrazně pozitivnější výsledky pro podzemní vodu.
- Dobrá zpráva na závěr – ropných látek v zeminách nepříbylo, pozorovaný rebounding je výsledkem uvolňování RU ze zemin v důsledku režimu HPV – nicméně předpoklad analýzy rizik z roku 1996 (potvrzen aktualizací 2002) 5000 mg/kg NEL v zemině = absence fáze na HPV = 5 mg/l NEL v podzemní vodě se neukázal být správným

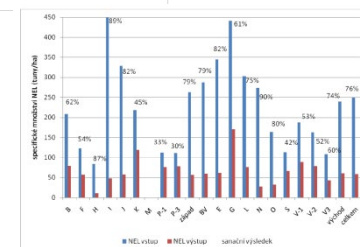
Obr. 7 Vývoj plošného rozsahu kontaminace zemin ve vybraných sanačních plochách



Vývoj NEL v zeminách 1998 - 2009



2015





Výhled atenuace z AR 2010

BILANCE RU NA LOKALITĚ – vázaná v zeminách/rozpuštěná ve vodě 2009

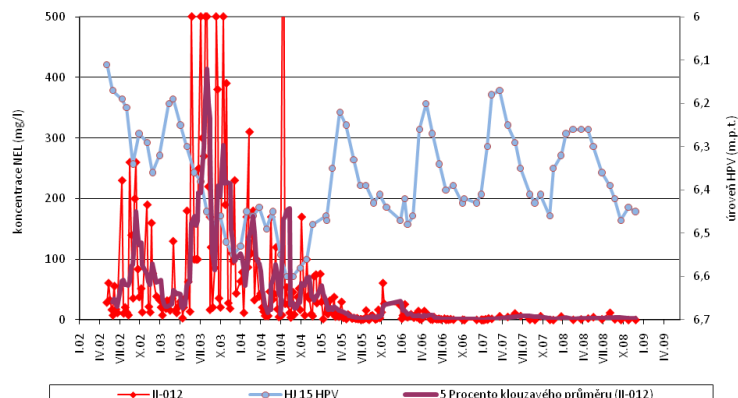
Lokalita Hradčany	plocha (ha)	střední množství	rozpuštěné množství NEL v podzemní vodě		podíl rozpuštěné a vázané kontaminace	
		NEL v zeminách	podle arit. prům	podle geom. prům.		
		tuny	kg	kg	podle arit. prům	podle geom. prům.
Mrak západ	13,4	752	238	37	0,03%	0,005%
Mrak východ	14,9	913	79	38	0,01%	0,004%
Celkem	28,3	1665	317	75	0,02%	0,0045%

Odhad doby atenuace zbytkového znečištění - 2009

balance zbytkové kontaminace		simulovaná kapacita atenuace (procento maximální odhadnuté intenzity 5,5 t/RU/rok)		
		10%	50%	100%
	(tuny)	doba atenuace (roky)		
minimální	1155	2119	424	212
střední	1665	3056	611 let	306
maximální	2173	3988	798	399

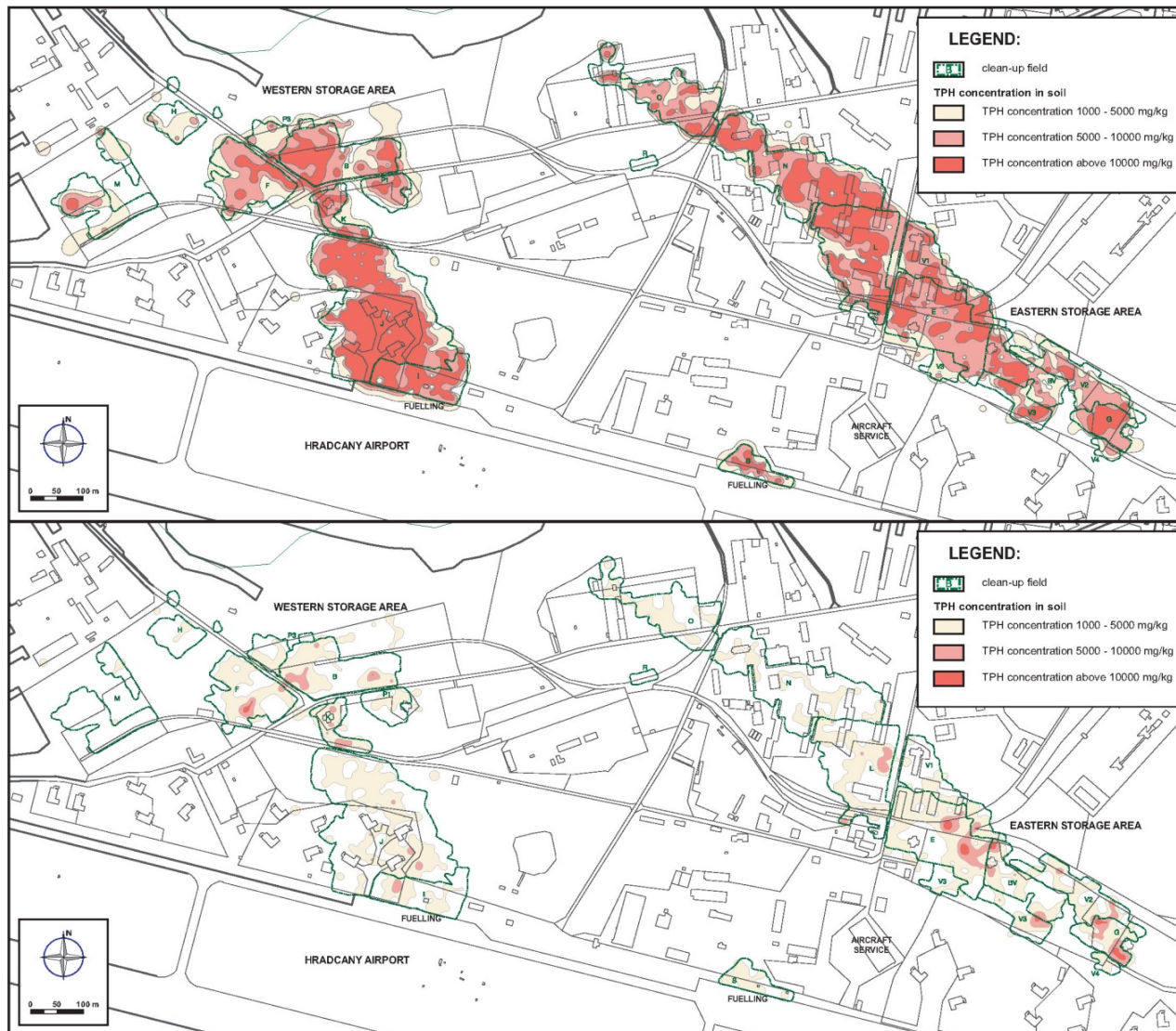
Závěr

- Zjištěné skutečnosti ukazují, že bez přihlédnutí k dlouhodobým trendům hydrologických cyklů a jejich vlivu na pozorované obsahy kontaminujících látek mohou být výsledky sanačních zásahů vnímány pozitivněji, než skutečně jsou, nelze pominout i vlivy klimatické změny, které mohou rozkvy hladiny oproti předchozím letům prohlubovat
- Pozitivní skutečnosti - osušení větší mocnosti kontaminovaného profilu umožňuje lepší průběh aerobní atenuace v nesaturované zóně (pasivní aerace), ověřené postupy podpory anaerobní biodegradace v saturované zóně, přirozené procesy biologické atenuace znečištění na lokalitě běží
- Zástupci investora byli o možných vlivech kolísání HPV na sanační výsledek informováni v roce 2006, **současná samospráva obce Ralsko nulové povědomí o přítomnosti zbytkové kontaminace na lokalitě a výhledu atenuace, KÚLK – představa, že sanace proběhla a problém tím vyřešen** - AR zbytkové kontaminace (2010) odhadla střední dobu setrvání kontaminace v horninovém prostředí na stovky let – **rizikový geofaktor životního prostředí.**



Sanační výsledek - kontaminace území

- NEL zeminy – se nezměnil!



Nutnost
propíchnout
sociální bublinu
směrem ke státní
správě a
samosprávě

Dosažení sanačních
limitů neznamená
konec péče o
lokalitu

**Např. lokalita
Hradčany –
zbytková zátěž s
odhadem
odbourávání na
200 – 4000 let
(střední odhad 611
let)**

Děkuji za pozornost

Otázky?

