



Hustopeče n. B.

Havárie benzenu – 1. etapa

Ing. Milan Horák

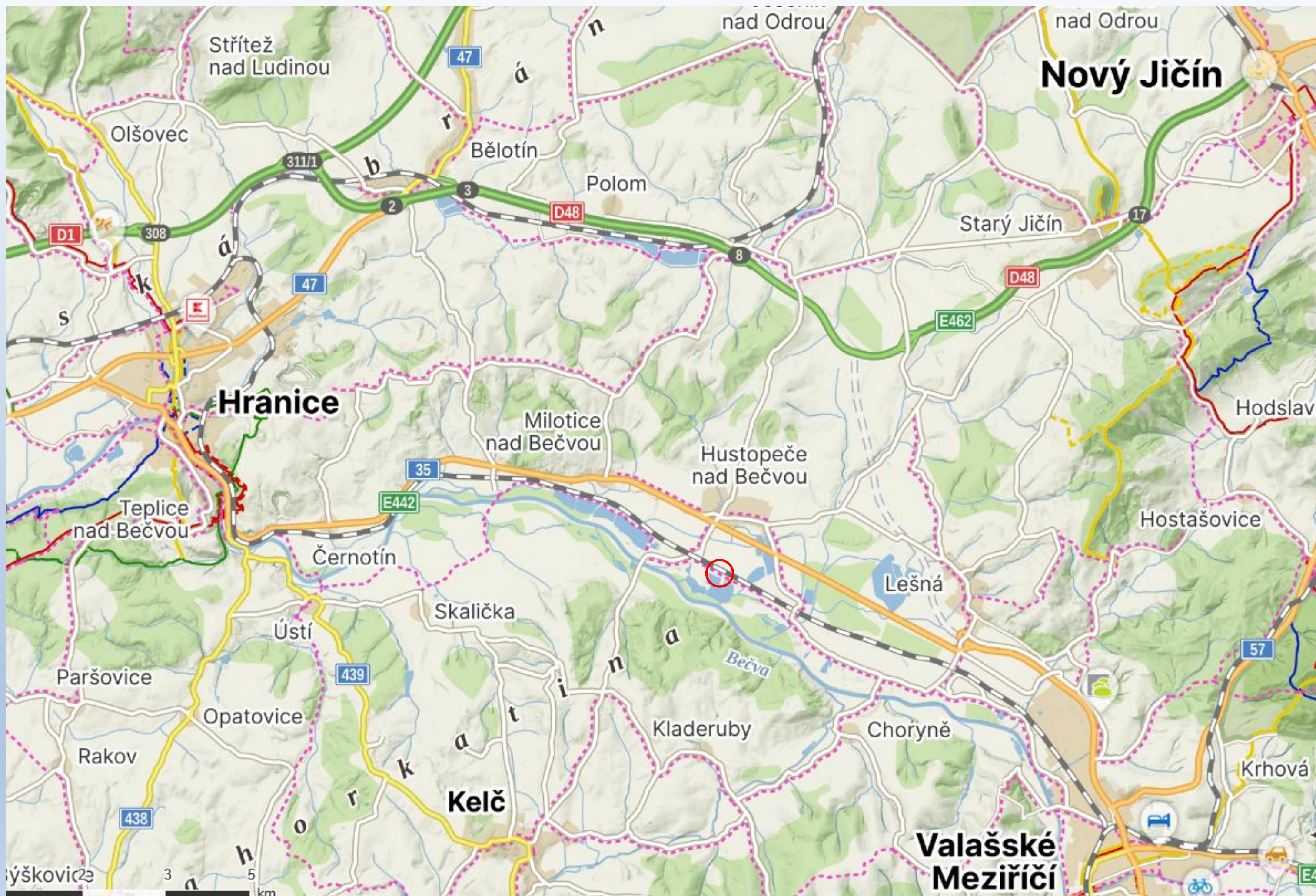
RNDr. Ondřej Urban

Bc. Martin Popl

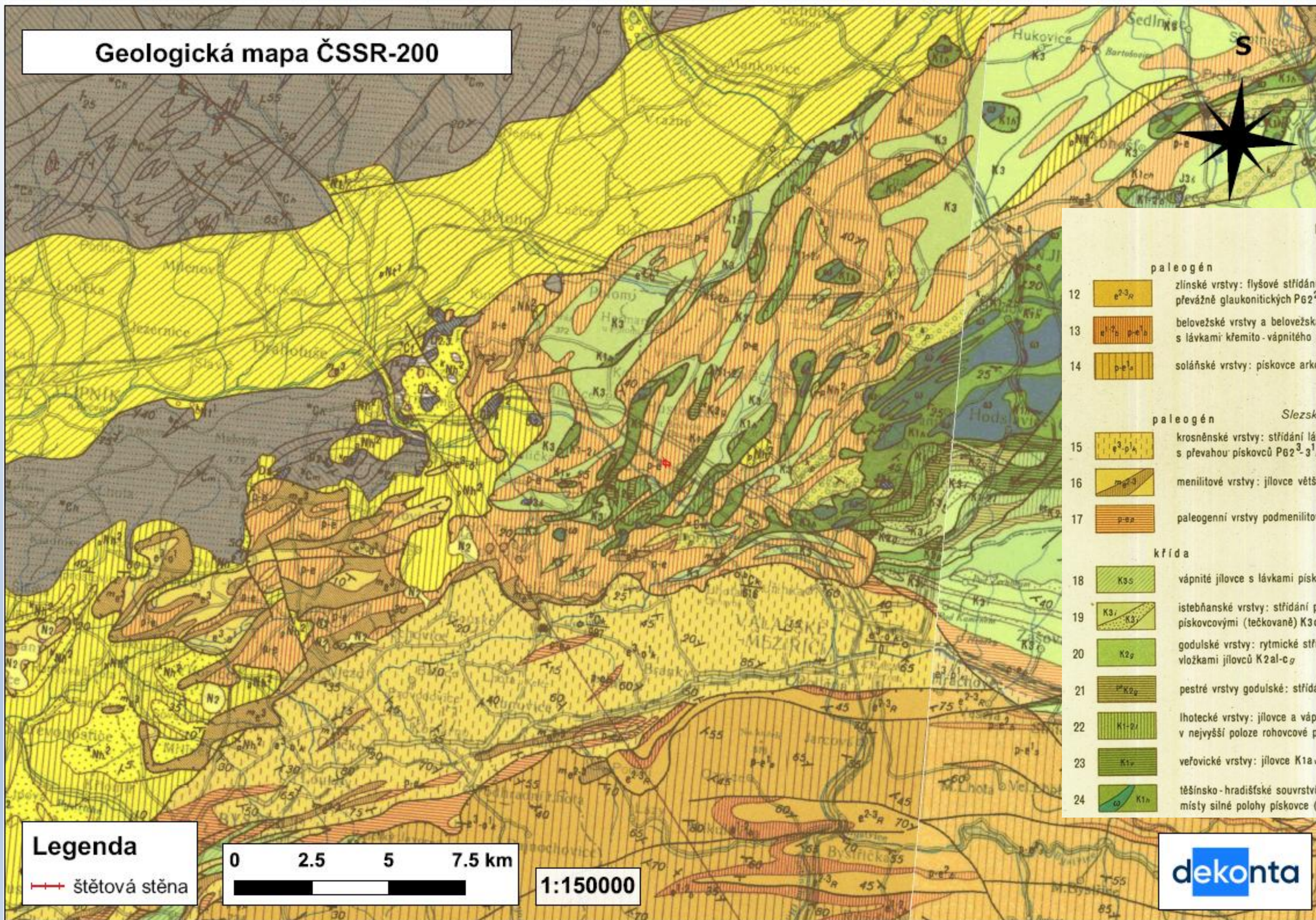
Ing. Ondřej Lhotský, Ph.D.

Ing. Martin Polák





Geologická mapa ČSSR-200



Legenda

— štetová stěna

0 2.5 5 7.5 km

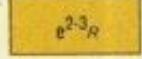
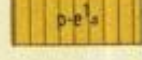
1:150000

dekonta

dekonta

Paleogén - Křída - Jura
MAGURSKÝ FLYŠ
Račanská jednotka

paleogén

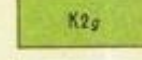
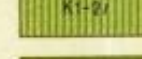
- 12  e^{2-3}_R zlínské vrstvy: flyšové střídání jílovců zčásti vápnitých a pískovců převážně glaukonitických $P62^{2-3}_{2R}$
- 13  e^{2-3}_R $p-e^{1-2}_R$ belovežské vrstvy a belovežská facie spod. odd. paleogénu: jílovce zčásti pestré s lávkami křemito-vápnitého pískovce $P62^{1-2}_{dR}$ $P61-2^1_{dR}$
- 14  $p-e^{1-2}_R$ soláňské vrstvy: pískovce arkóзовé a slepence s vložkami jílovců $P61-2^1_{sR}$

VNEJŠÍ FLYŠ
Slezská jednotka-vývoj godulský

paleogén

- 15  e^{3-4}_R krosněnské vrstvy: střídání lávek vápnitých pískovců a jílovců, většinou s převahou pískovců $P62^{3-4}_{3K}$
- 16  $m-e^{2-3}_R$ menilitové vrstvy: jílovce většinou tmavé s lávkami pískovce $mP62^{2-3}$
- 17  $p-e^{2-3}_R$ paleogenní vrstvy podmenilitové: jílovce s lavičkami pískovce $P61-2^3_p$

křída

- 18  $K3s$ vápnité jílovce s lávkami pískovce $K3m-ds$
- 19  $K3i$ $K3s$ istebňanské vrstvy: střídání poloh převážně jílovcových s polohami převážně pískovcovými (tečkované) $K3cn-P61i$
- 20  $K2g$ godulské vrstvy: rytmičné střídání laviček pískovců s podobně silnými vložkami jílovců $K2al-cg$
- 21  $p-K2g$ pestré vrstvy godulské: střídání pestrých jílovců s lávkami pískovcovými p^K2-al_g
- 22  $K1-2i$ lhotecké vrstvy: jílovce a vápnité jílovce někde s lávkami pískovce, místy v nejvyšší poloze rohovcové pískovce $K1-2a-al_i$
- 23  $K1v$ veřovické vrstvy: jílovce $K1av$
- 24  ω $K1n$ těšínsko-hradištské souvrství: střídání lávek pískovců, jílovců (s pelosiderity); místy silné polohy pískovce (ω těšínský a pikrity) $K1v-a_{rh}$

Havárie

- 28.2. 2025 vznik havárie
- Vlak měl 17 vagónů po 60 t benzenu = 1024,55 t
- 5 vagónů nevykolejilo: z nich vyčerpáno 300,2 t
- Z poškozených cisteren vyčerpáno: 24,3 t (dle HZS)
- Ze zbylých **700 t** benzenu:
 - část shořela a odpařila se (odhad HZS okolo **500 t**)
 - Do prostředí uniklo **cca 200 – 250 tun**
 - k závěru srpna 2026 odstraněno **175 tun**
- Havarijní fáze
- 📅 Zahájení prací: 4.3.2025 ✅
- Zahájení prací Hasičů DEKONTA



Nejedná se o běžnou ropnou havárii a rizika jsou jiná!!



Havárie v Hustopečích n. B.



Vlastnost	Hustopeče (98 % benzen)	Benzín (jehož složkou je i benzen)
Těkavost, výbušnost	Extrémně těkavý, páry extrémně výbušné	Vysoce těkavý, výbušný
Obsah benzenu jako nejrizikovější složky	98 -100 %	Do 1 % (legislativní omezení)
Rozpustnost ve vodě	Vysoká 1 800 mg/l (10°C)	Nízká 30–60 mg/l
Limit v pitné vodě	Benzen 0,001 mg/l	Toluen 0,7 mg/l
Akutní toxicita	Bolesti hlavy, závratě, podráždění dýchacích cest, ztráta koordinace Karcinogen I. třídy	Benzen je nejrizikovější složkou v benzínu; toluen je 5 x méně toxický
Vlastnost	Benzen	Voda
Hustota	Benzen 880 kg/m3 (10°C)	Voda 1000 kg/m3 (10°C)
Dynamická viskozita	Benzen 0,75 mPa.s (10°C)	Voda 1,31 mPa.s (10°C)
Bod tání / zmrznutí	Benzen +5,5 °C	Voda 0 °C

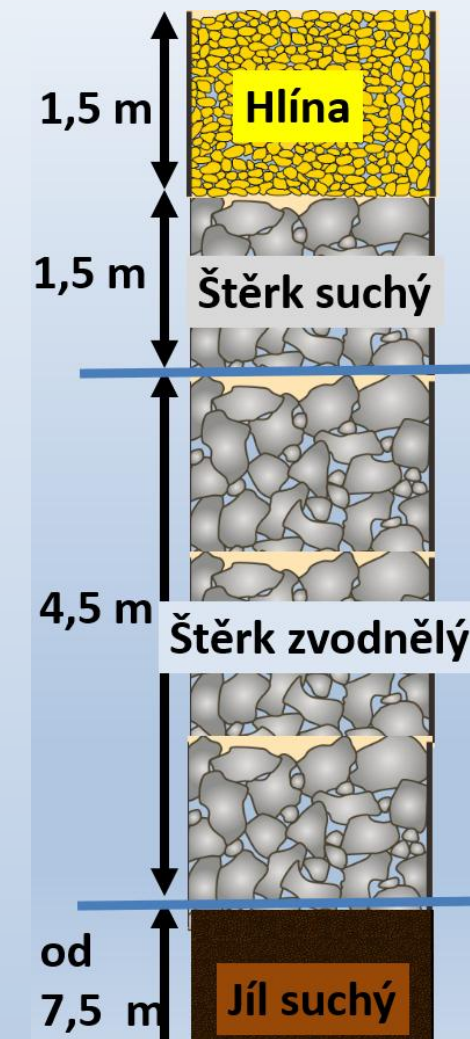
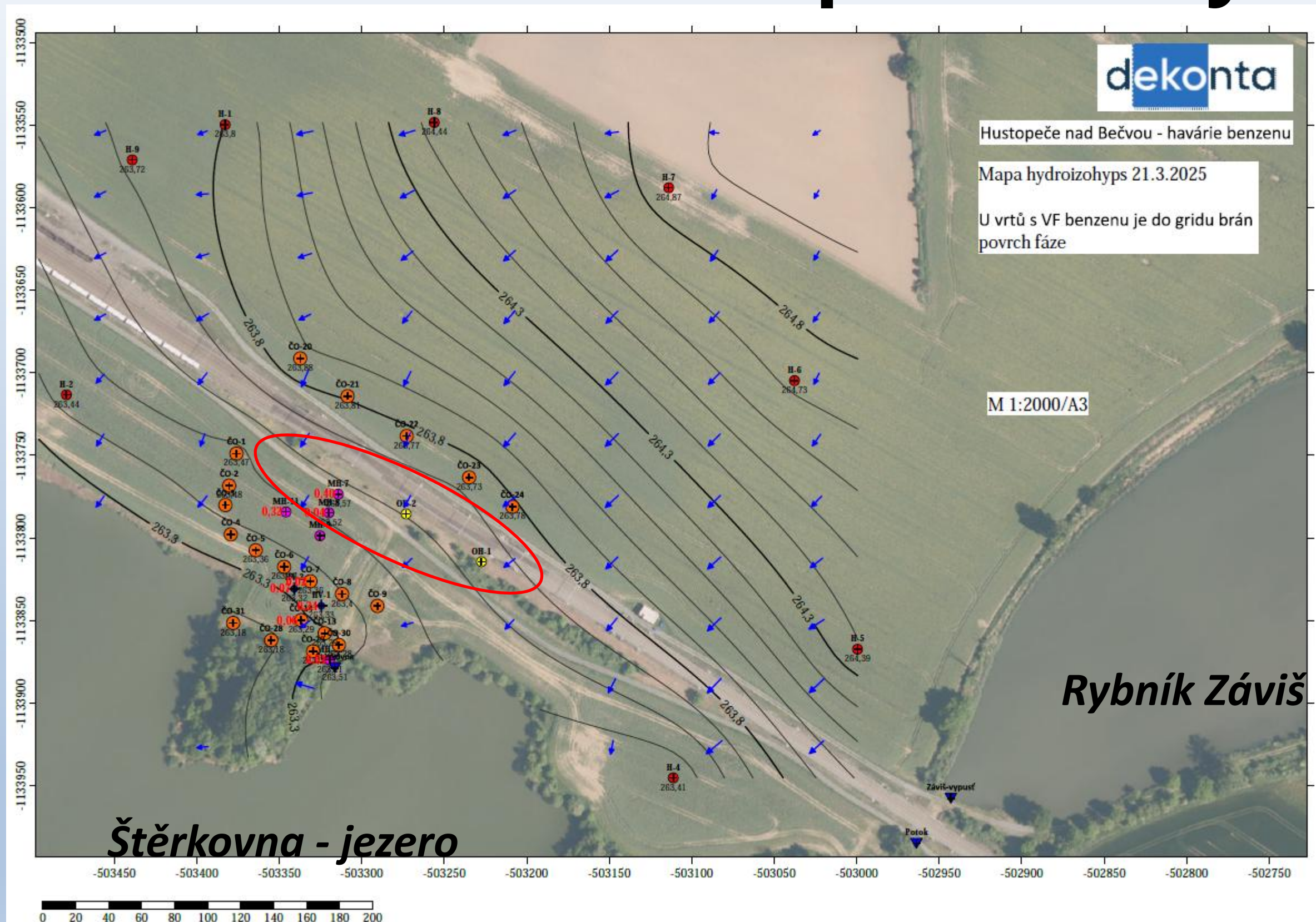
Jde o největší havarijní únik benzenu v historii!!

Při dosud největší havárii v roce 2005 v Číně uniklo 3x méně benzenu – Čínská vláda se snažila problém ututlat → kontaminace rozsáhlého území, zemřelo nejméně šest lidí, 70 jich ošetřeno a dalších 10 000 osob evakuováno.

7.3.2025

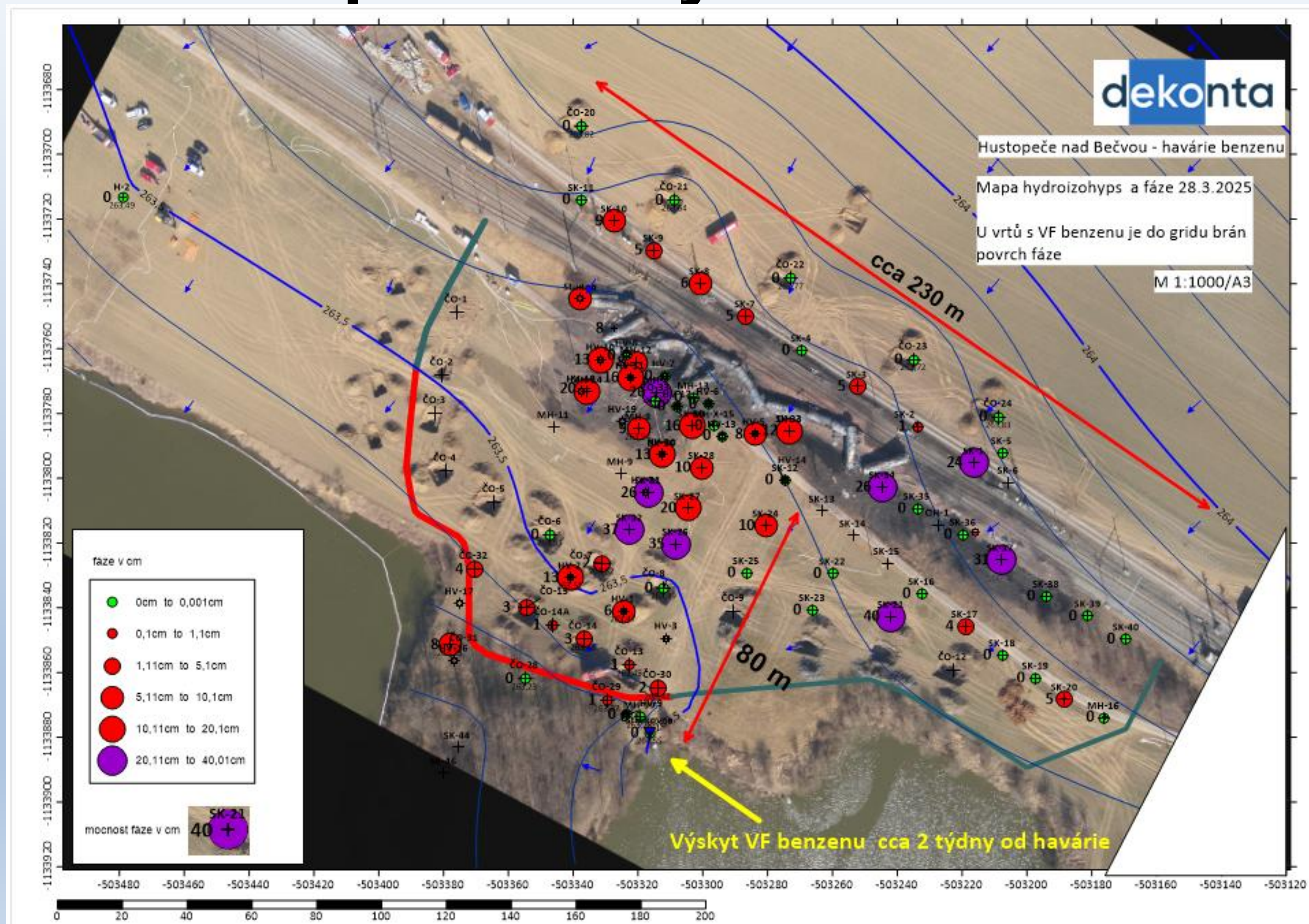


Popis lokality

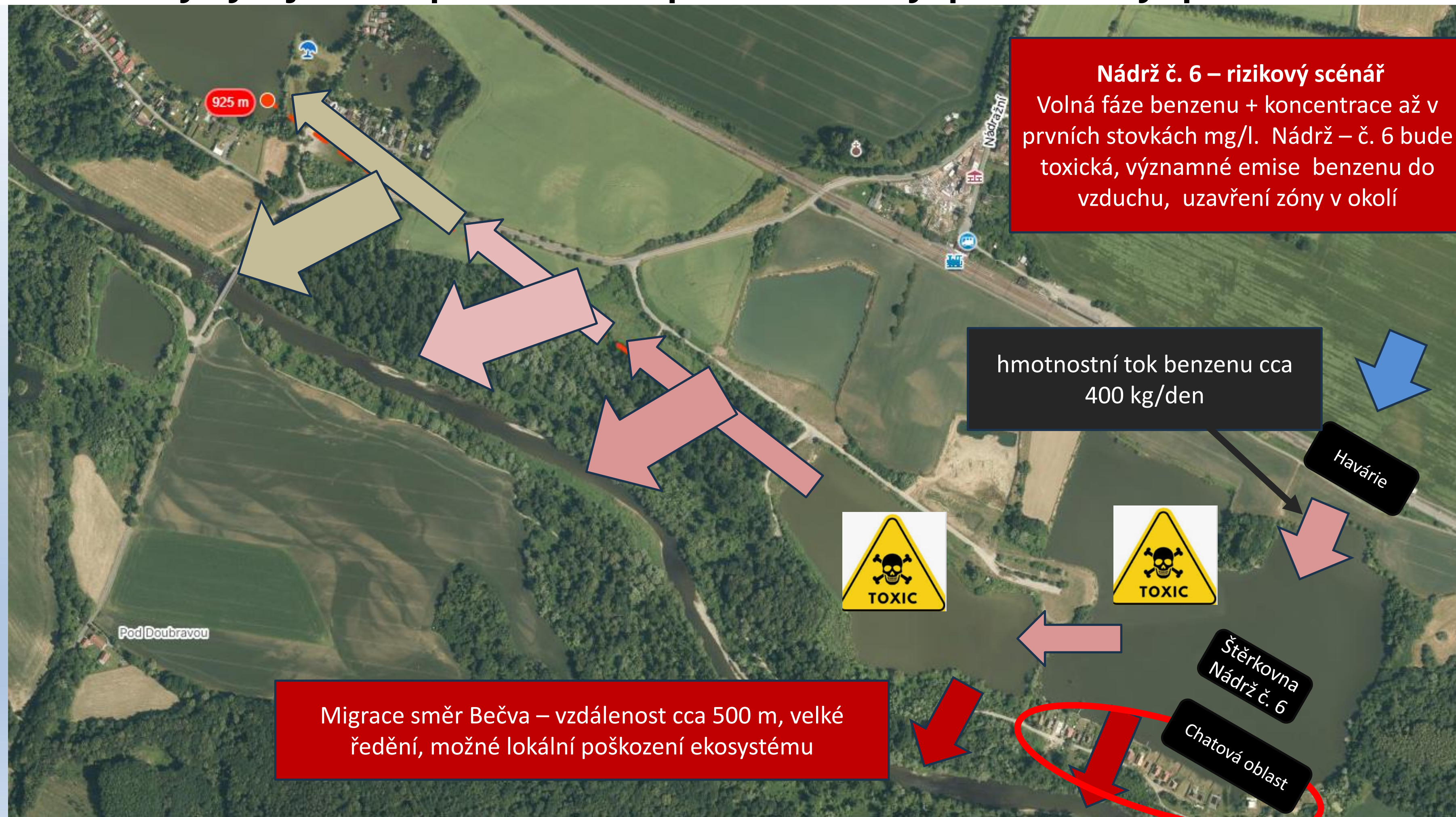


- Údolní niva řeky Bečvy
- Štěrkovna ukončila těžbu cca 2005 = Nulová kolmatace břehů, rychlá komunikace mezi kolektorem a povrchovou vodou
- Přes zónu rozlivu benzenu protéká 2 – 2,5 l/s
- 200 – 250 m³ vody/den
- Rozpouštění benzenu ...cca 1,5 g/l
- **Hrozí tok benzenu 300 – 400 kg/den!!!**

Popis lokality

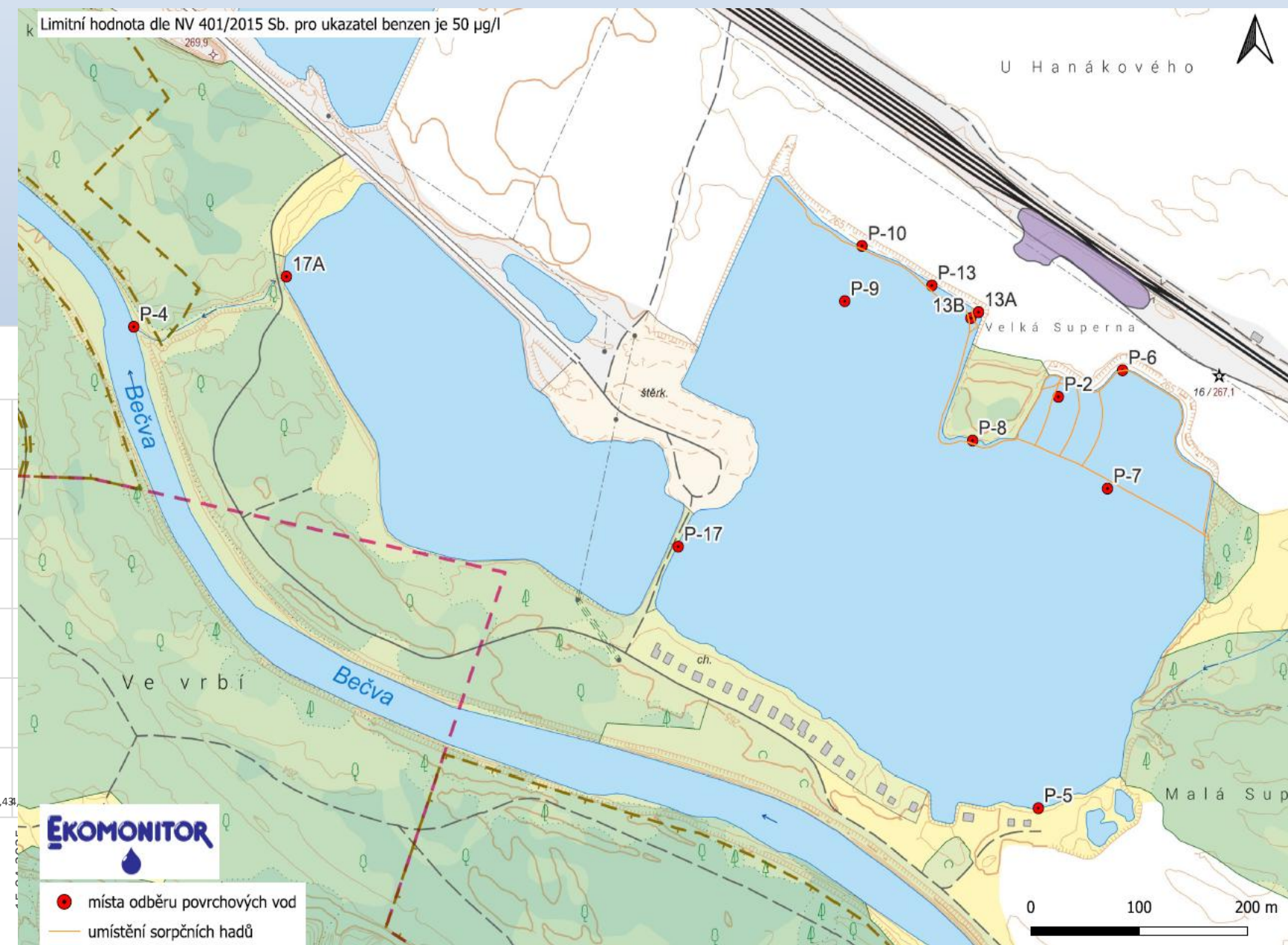
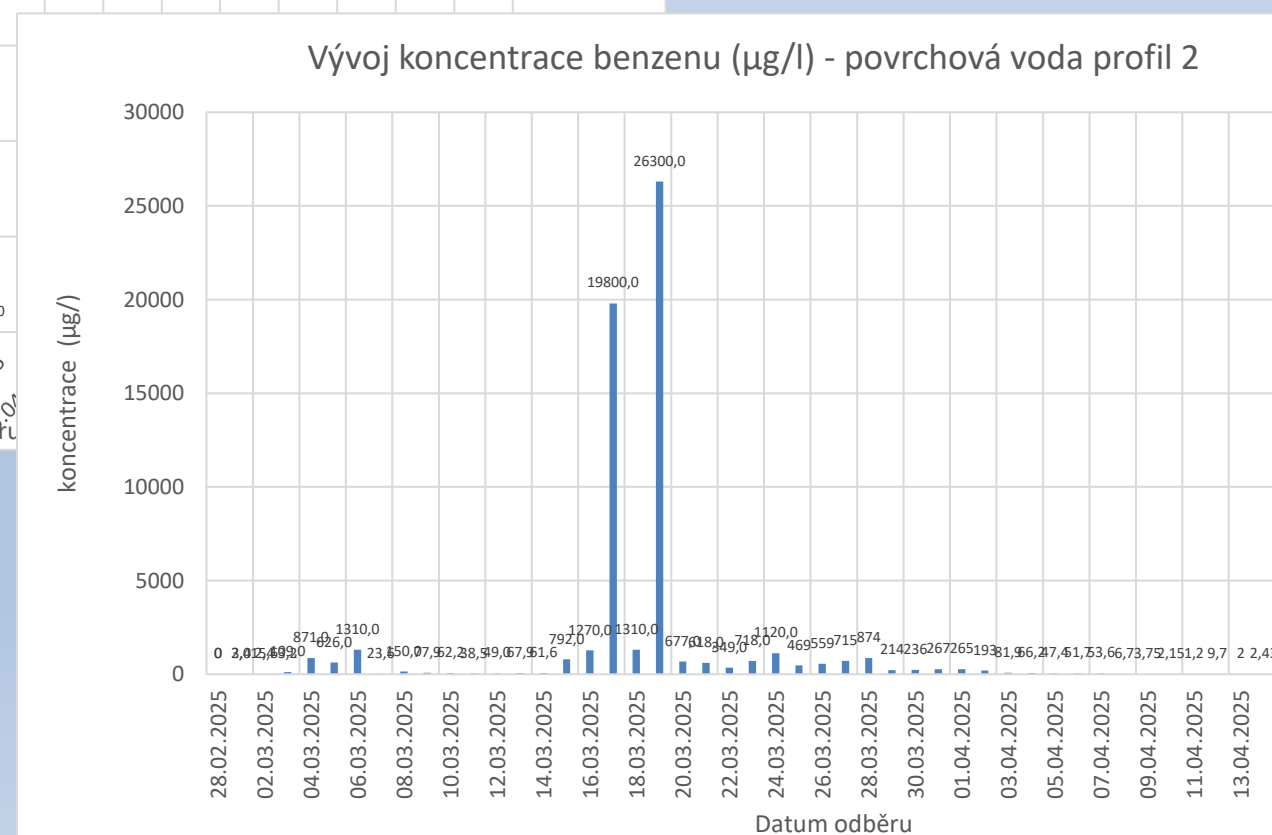
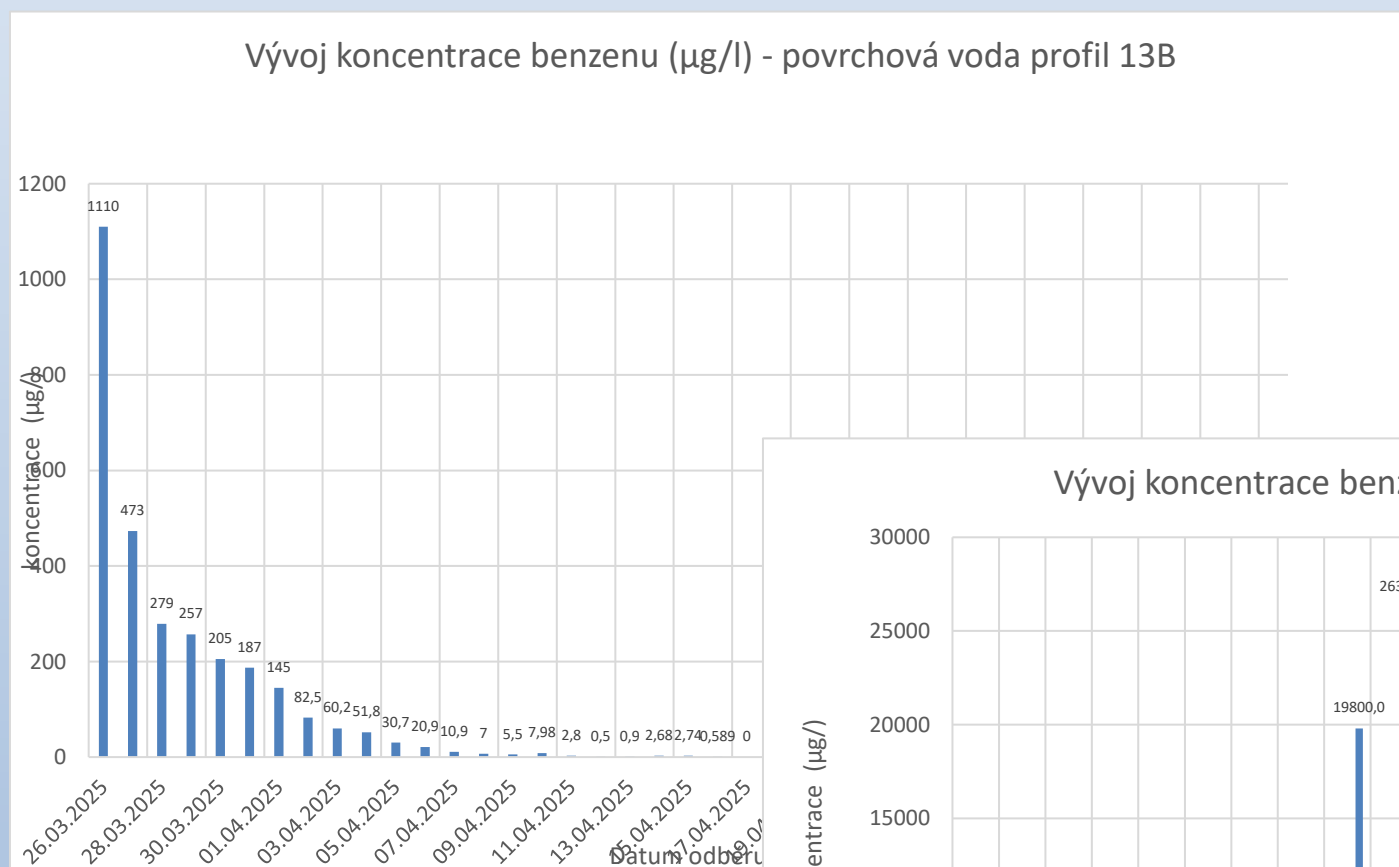


Dlouhodobý vývoj bez čerpání a čištění podzemní vody- pouze záchyt plovoucího benzenu



Rozpuštěná kontaminace

- Vrtý instalované v širším okolí lokality proti směru proudění podzemní vody jsou bez kontaminace
- V případě vrtů v zasažené oblasti potvrzena extrémní kontaminace podzemních vod rozpuštěným benzenem i u báze zvodně přesahující 1 g/l
- Pravidelné vzorkování štěrkovny (VZ Ekomonitor), rychlý nárůst koncentrací, po instalaci štětové stěny a dalších opatření pokles

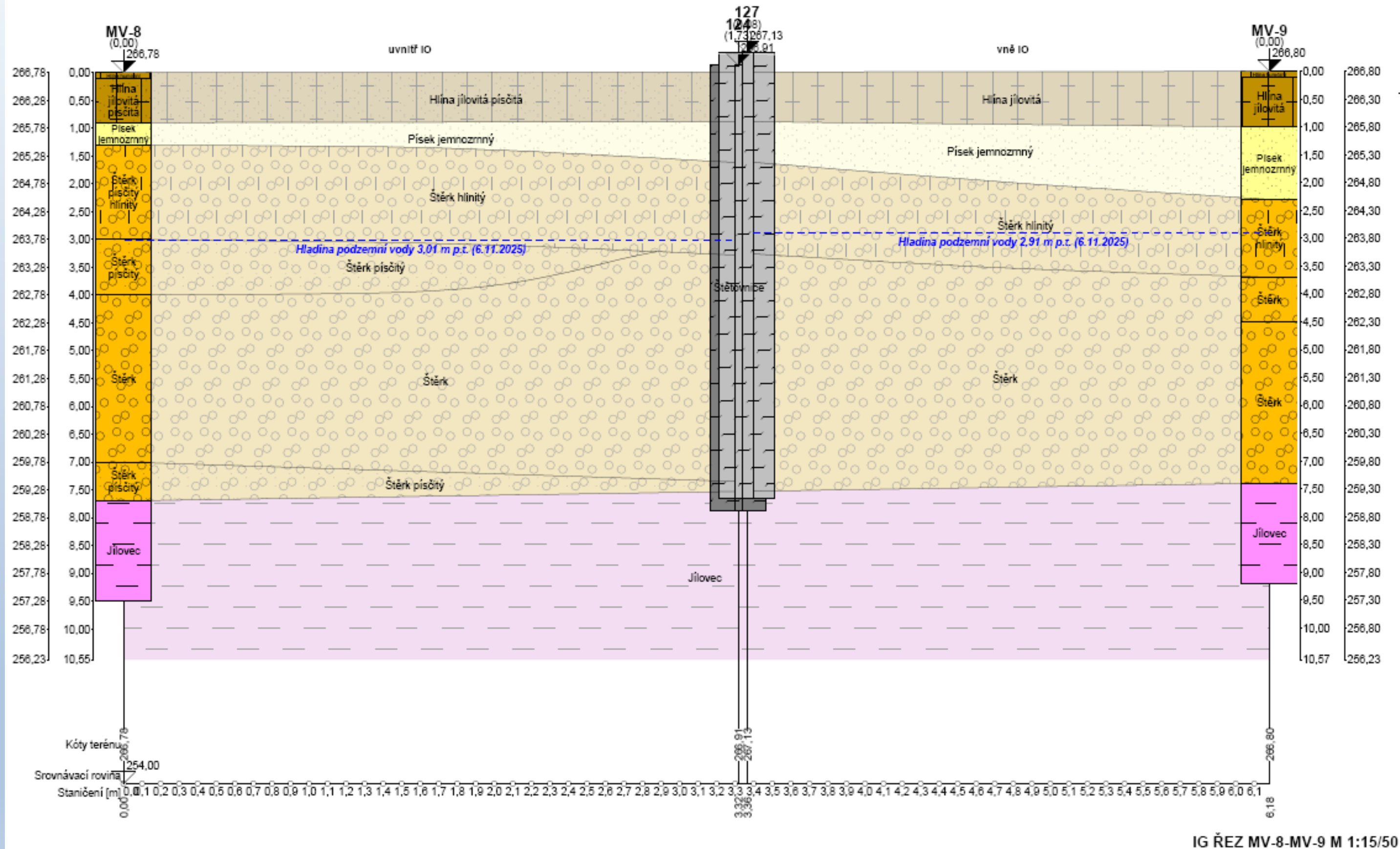


Hlavní opatření

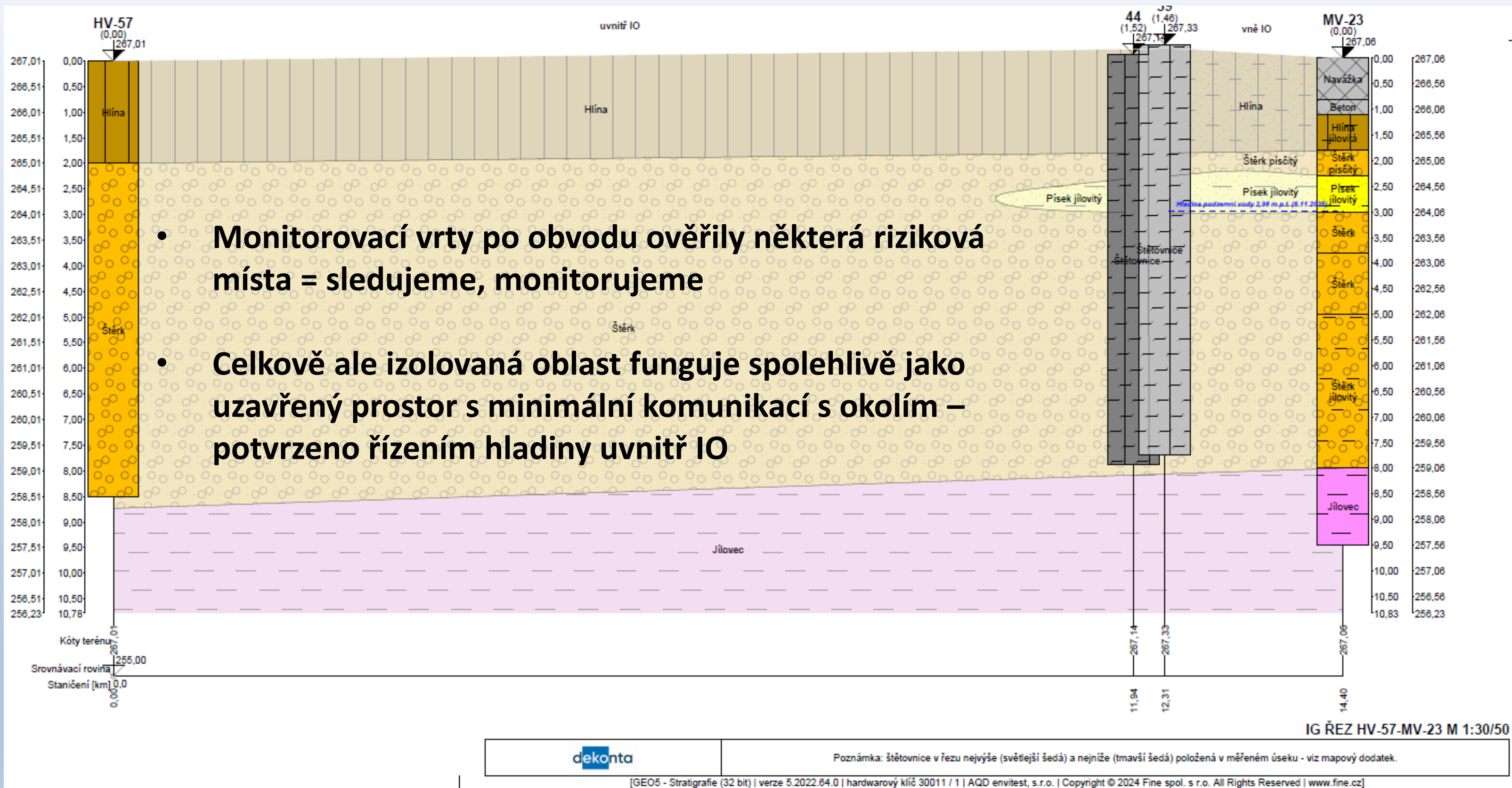
-  18.3.2025 zahájena a 12.4.2025 dokončena instalace štětové stěny
→ vznik uzavřené „**izolované oblasti**“ od okolní podzemní vody,
zaj. Správa železnic, s.p. firma Keller a.s.
→ Zaznamenány nárůsty a poklesy hladin p.v. v závislosti
na instalaci štětovnic → **stěna izoluje, detailní ověření
bylo provedeno navazujícím vrtným průzkumem**



Je štětová stěna dostatečná?



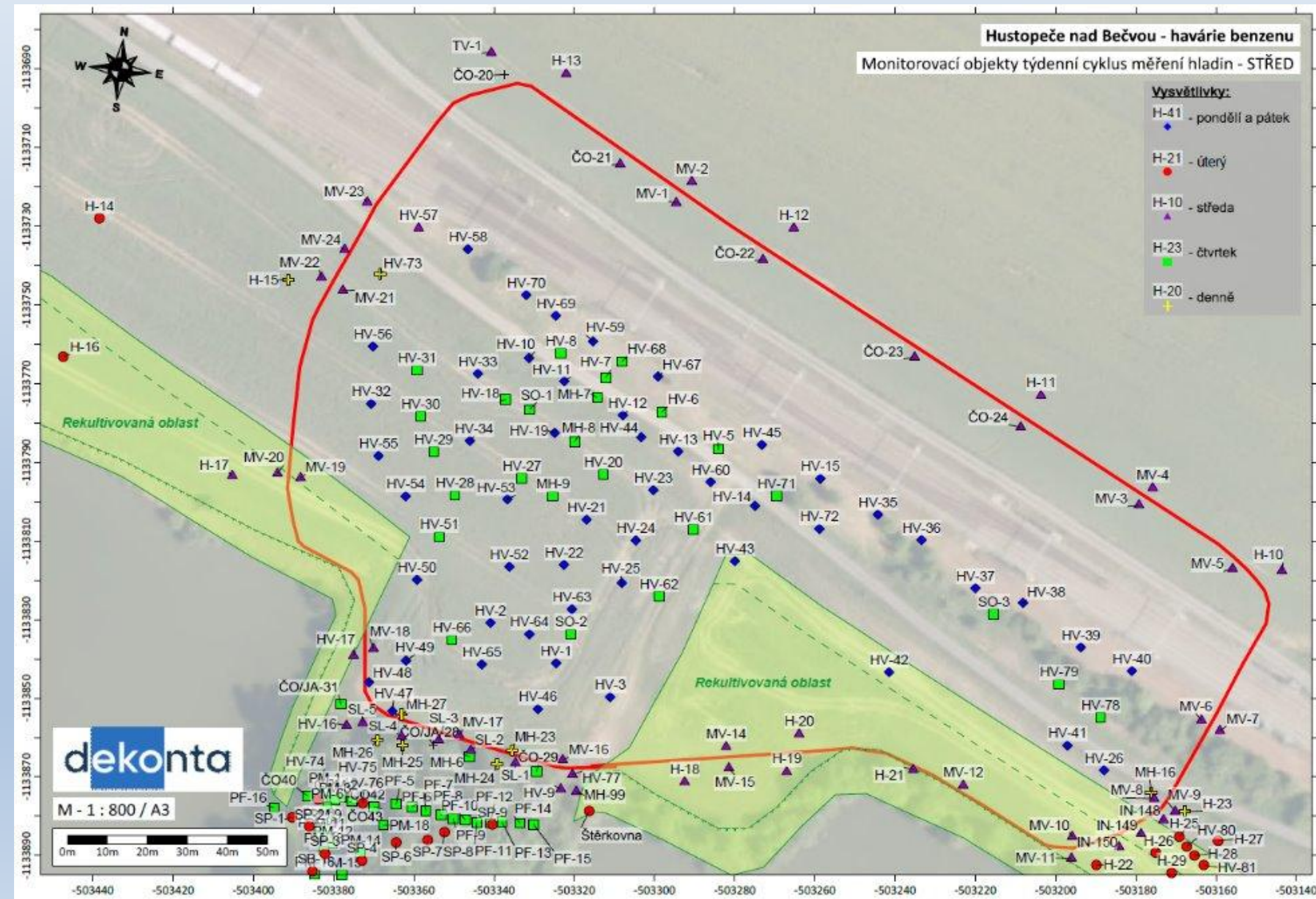
Je štětová stěna dostatečná?



Současný stav - sanační a monitorovací vrty

Dosud realizováno – průzkumné a sanační objekty:

- 32 sanačních výkopů do hl. 3,5 – 4,5 m (k hladině p.v.), výstroj DN315 PVC, zásyp
- 93 sanačních vrtů do hl. 7,5 – 8,5 m (do podložních jílovců), výstroj DN315 a DN250, PP
- Cca 50 monitorovacích vrtů hl. hl. 7,5 – 8,5 m (do podložních jílovců), výstroj DN125, PP
- více než 200 úzkoprofilových sond DN25-63, aplikační, vyhledávací, injektážní atd.



Odstraňování benzenu z hladiny ve vrtech



- Účinné opatření v období **3 – 6/2025**, následně vymizení volné fáze (LNAPL) z vrtů

Odstraňování benzenu:

- Čerpadly z hladiny p.v. – manuálně řízené periodické odčerpávání dle výskytu fáze, osazeno cca 25 - 30 objektů
- Čerpání spodními čerpadly pro vytvoření deprese – průběžně na 2 – 4 objektech, přesun dle výnosů VF, $Q = \text{cca } 2 - 2,5 \text{ l/s}$, výrazný efekt deprese na výnos fáze benzenu

- **Volná fáze benzenu velmi likvidní (menší viskozita než u vody)**
- Rychlý přesun VF v rámci lokality, reakce na hydraulické změny
- Bylo nutno operativně řídit čerpání benzenu a přesouvat čerpadla

Příklad - Vrt HV-36: po osazení spodním čerpadlem a vytvoření deprese vyčerpáno 7. – 8. 5. 2025 celkem 1100 litrů čistého benzenu. 12.5. vrt bez měřitelné volné fáze...

Takto odstraněno celkem cca **47 tun benzenu**.

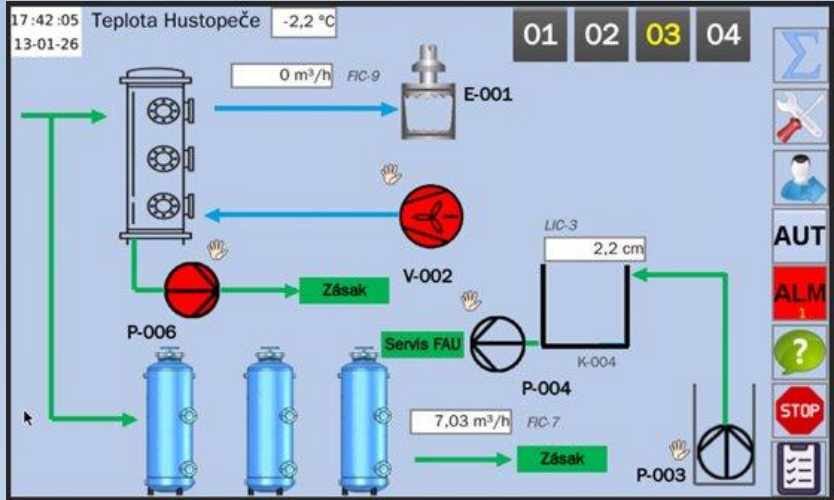
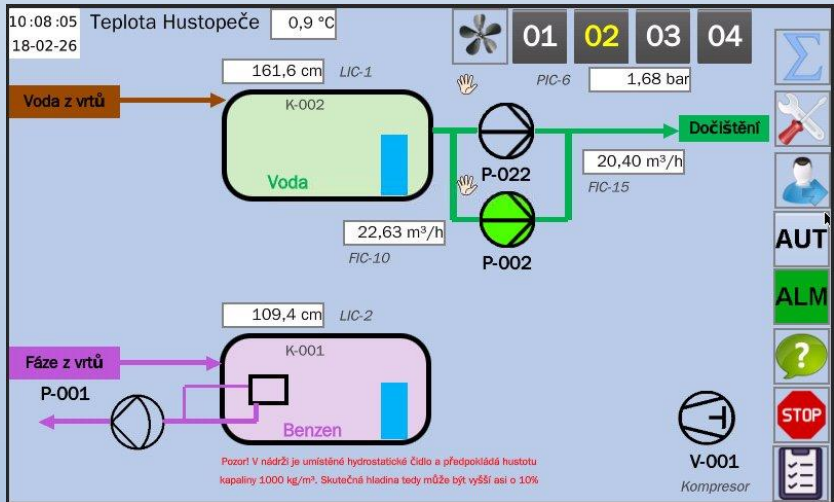
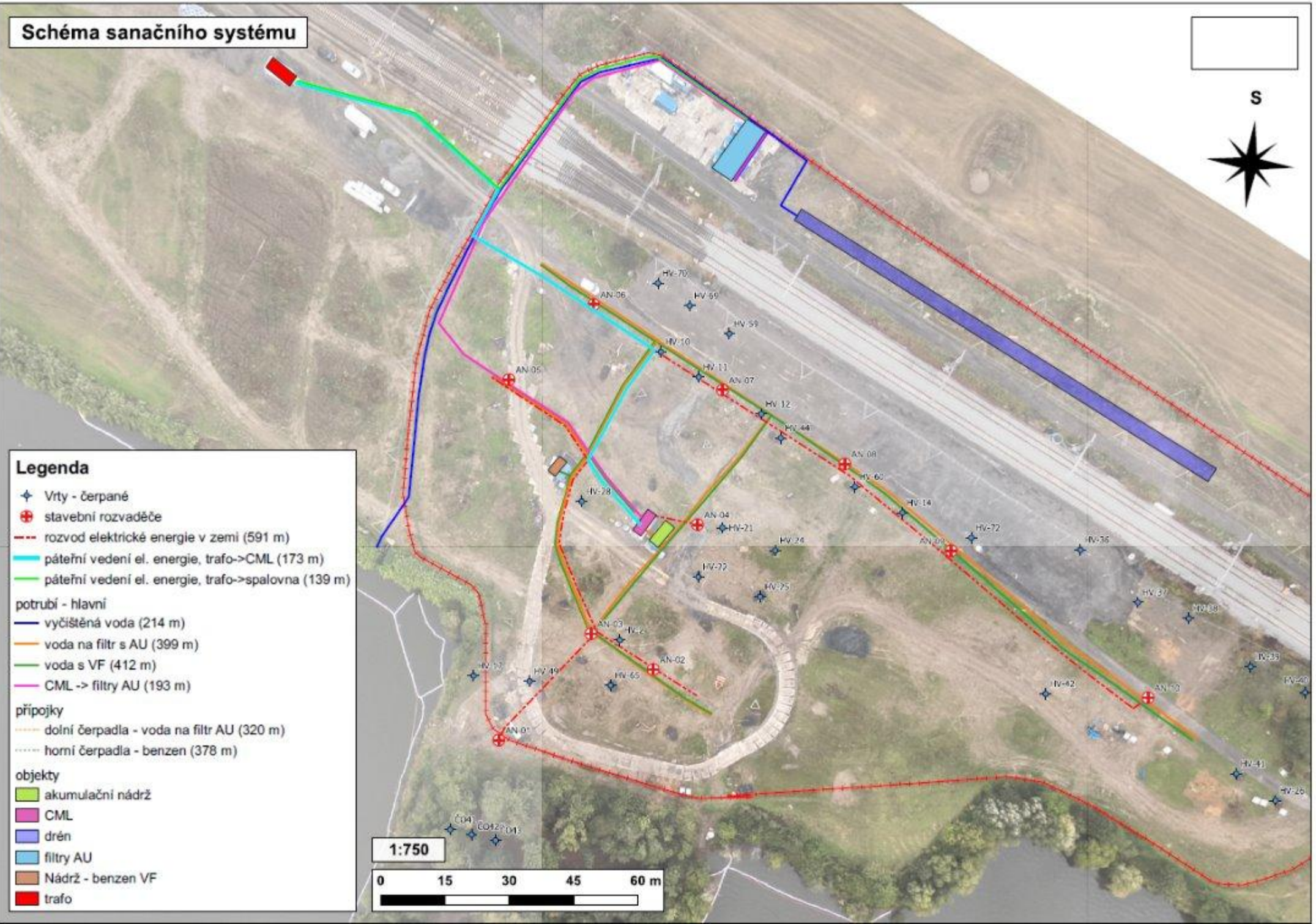
Odstraňování benzenu z hladiny ve vrtech

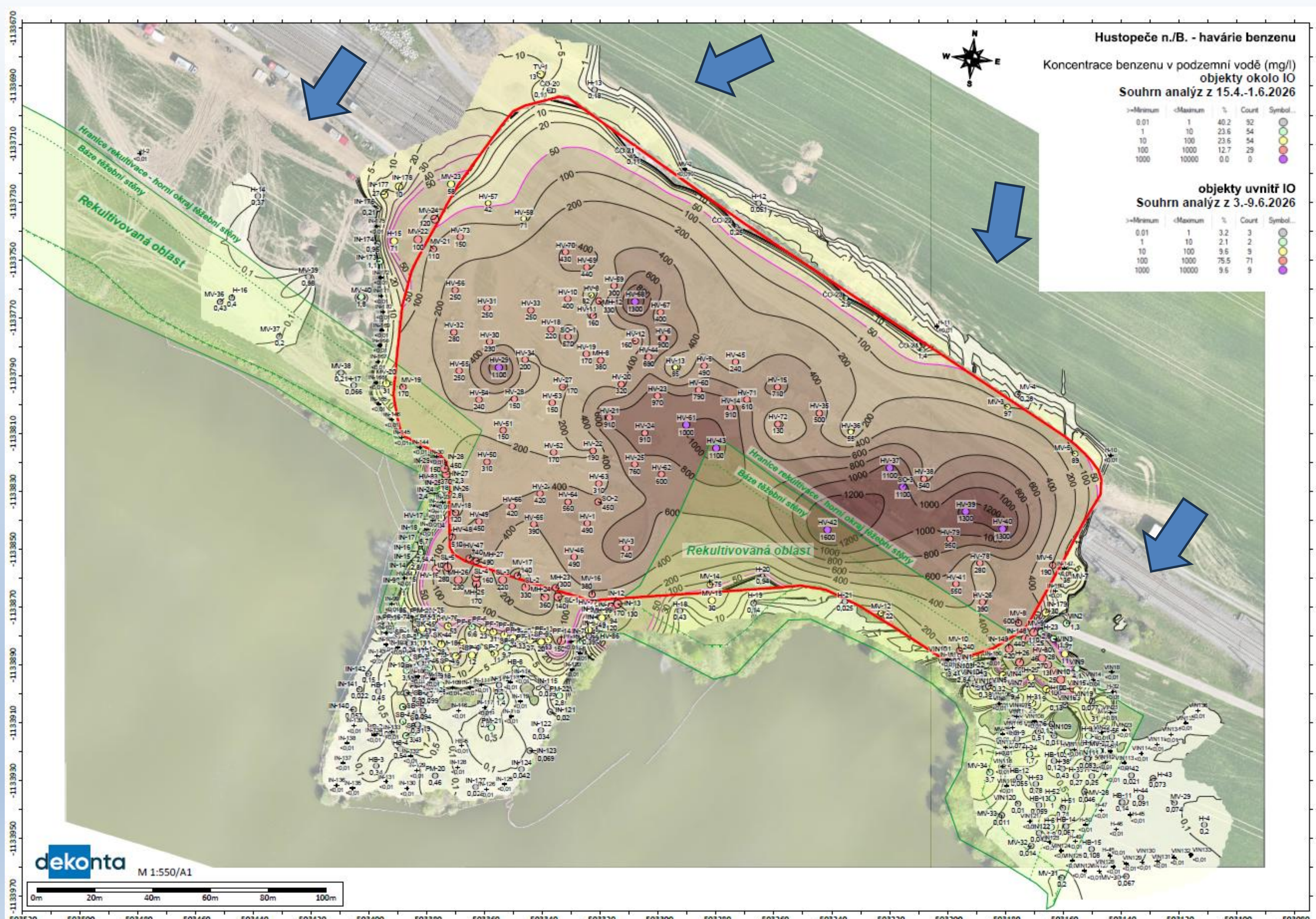


Odvážená vodní emulze
benzenu



Sanační systém





Benzen
červen 2026
(mg/l)

Průběžná bilance odstraňovaného benzenu



Odstraněné množství benzenu - průběžná evidence									
	Odvozy vod DEZA	Benzen odstraněný čerpáním z jam (jen březem)	Evidence benzenu v IBC	Rozpuštěný benzen	Benzen v nádrži	Benzen odstraněný na filtrech s AU	Benzen odstraněný stripováním a spalovnou a ventingovou zkouškou		Celkem odstraněno benzenu
	m3	tuny	tuny	tuny	tuny				tuny
III.25	479,38	44,22	3,72	0,65		-			48,59
IV.25	2 264,20	-	31,07	3,35		-			34,42
V.25	1 222,48	-	9,30	1,82		-			11,12
VI.25	908,10	-	2,01	1,36		4,56			7,93
VII.25	340,68	-	0,27	0,51	0,06	1,70	2,18		4,72
VIII.25	134,96	-	0,19	0,20	0,10	1,51			2,01
IX.25	85,04	-	0,04	0,13	0,02	5,81			6,00
X.25	-	-	0,21	-	0,03	8,63			8,87
XI.25	23,10	-	0,17	0,03	-	10,33			10,53
XII.25			-	-	-	4,68	1,60		6,28
I.26			-	-	-	3,36			3,36
II.26						6,03			6,03
III.26						4,80			4,80
IV.26						5,55			5,55
V.26						5,49			5,49
VI.26						4,17			4,17
VII.26						2,68			2,68
VIII.26						2,65			2,65
Celkem	5 457,94	44,22	46,99	8,05	0,22	71,94	3,78		175,19

celkem již odstraněno **175 tun** benzenu, z toho:

- Odčerpáváním volné fáze z vrtů: 47 t
- Na filtrech s AU: 72 t

Kam zmizela volná fáze?
Odstranili jsme ji?

Z prostoru IO již vyčerpáno přes 120 tis. m3
Při ploše IO cca 28 tis. m2, mocnosti zvodnění cca 5 m a pórovitosti štěrků 20% je možné odhadovat množství podzemních vod v IO na 25 – 30 tis. m3

Tedy objem IO byl již vyčerpán a přečištěn na filtrech s AU minimálně **4 x !**

„Smearing zone“

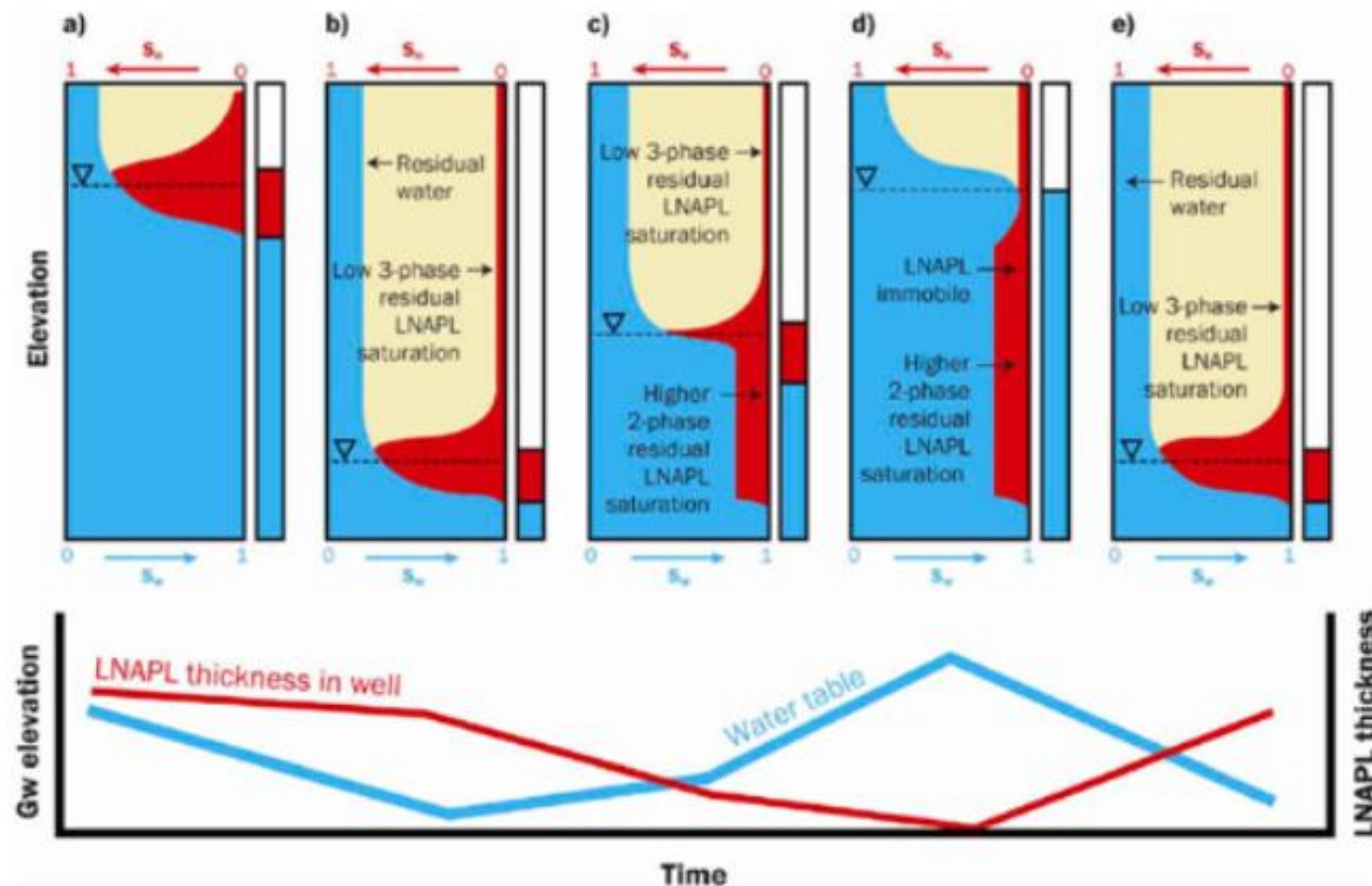


Figure 3-6. Conceptual depiction of LNAPL observed within the formation and within monitoring wells (a – e) during a variable water table and LNAPL thickness shown on the bottom graph (after (ITRC 2009a^[56]); (CL:AIRE 2014^[26])). S_n is saturation of the pore space of NAPL, and S_w is saturation of water.

- vytvoření rovnováhy v pórovém prostředí:

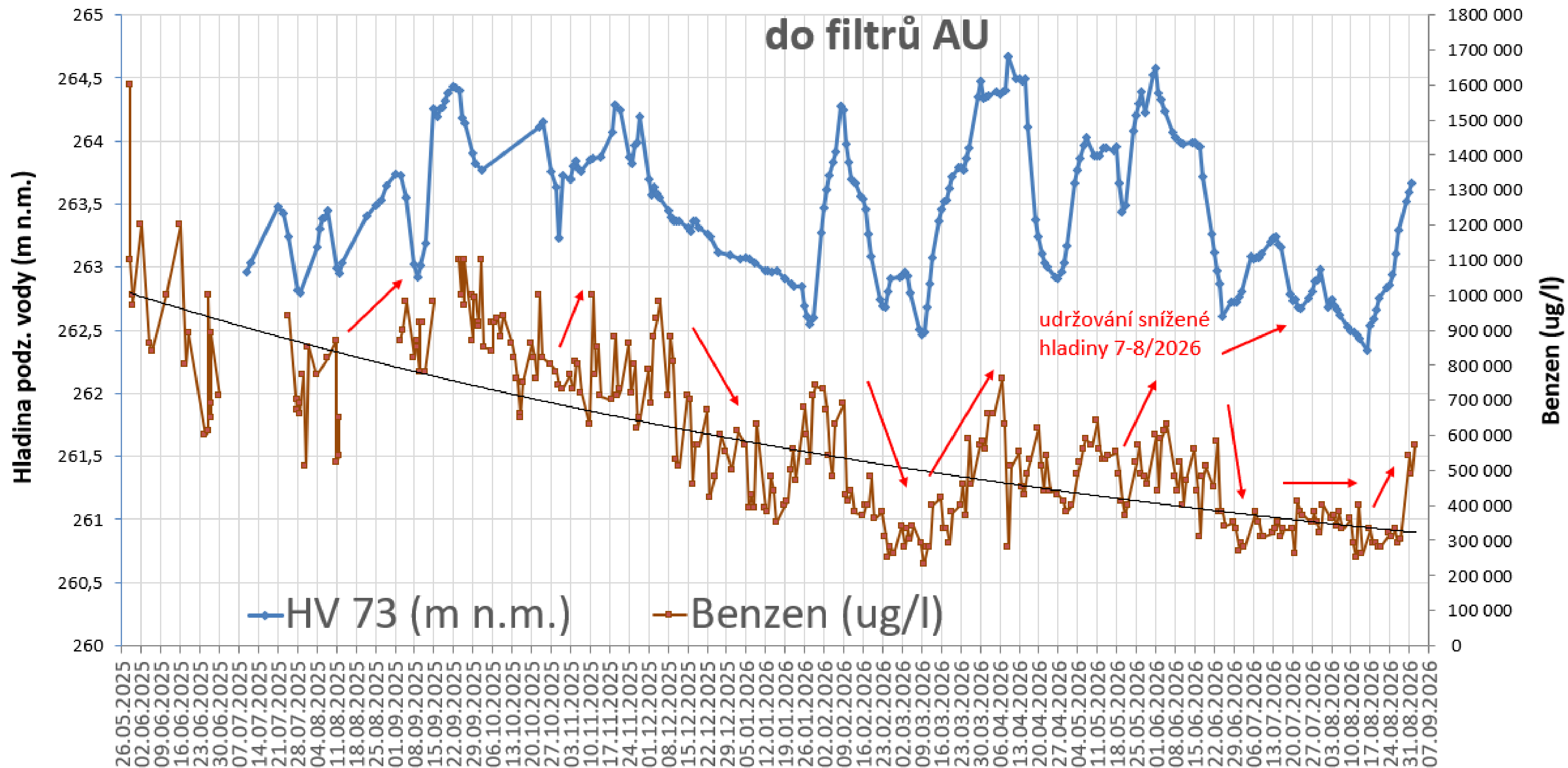
V nesaturované zóně:

vzduch/benzen

V zóně kolísání hladiny podzemní vody: voda/vzduch/benzen

- volná fáze se gravitačně neuvolňuje do vrtů, ale je v pórech stále přítomna

Hladina podzemní vody v IO / koncentrace benzenu na vstupu do filtrů AU



Vlivy charakteru lokality, kontaminantu a geologické stavby na šíření kontaminace a eliminaci rizik

V čem byla smůla: ☹️

- Vlakový výhled v prostření údolní terasy Bečvy = propustné štěrky, malá mocnost krycích hlín
- Preferenční cesty pro migraci
 - Přírodní – zóny hrubých štěrků
 - Umělé – vyvrácená patka trolejového vedení v ohnisku rozlivu
- Blízkost vodních ploch – jezero 80 m, Bečva 500 m
- Dále, např.:
 - hašení urychlilo transport benzenu (nelze považovat za chybu)
 - dynamická viskozita benzenu 0,65 mPa.s / vody 1,0 mPa.s = benzen se v pórech šíří rychleji



Vlivy charakteru lokality, kontaminantu a geologické stavby na šíření kontaminace a eliminaci rizik

V čem bylo štěstí: 😊

- Vlak vykolejil v neobydlené oblasti
 - bez přímého ohrožení lidí, vítr foukal k SV, do polí
 - žádné stavby, bylo možné provést štětovou stěnu rychle a efektivně
 - bylo a je možné provádět vrty, průzkum, aplikace chemických metod
- Nepropustné předkvartérní podloží
 - v dosažitelné hloubce (7 – 9 m), jílovce, slínovce
- Maximální rozpustnost benzenu 1,8 g/l (20°C), efektivní ve zvodni 1,3 – 1,4 g/l (10°C), tzn. je perspektiva, že se podaří rozpustit, odčerpat a odstranit fyzikálně-chemickými metodami
- Výhodou je i těkavost – lze využít „venting“ jako efektivní metodu, atp.

Poloostrov – vybudování ochranné bariéry z koloidního AU (Petrofix)

- PetroFix™ (dodavatel REGENESIS) je suspenze mikronizovaného aktivního uhlí (1–2 µm)
- Dochází k rychlé adsorbci benzenu z rozpuštěné fáze, následně dochází k biologickému odbourávání
- V rozích poloostrova bylo KAU aplikováno společně s u+nFe (NANOFER STAR DC) v rámci ISCO
- Množství KAU ověřeno v rámci pilotního testu

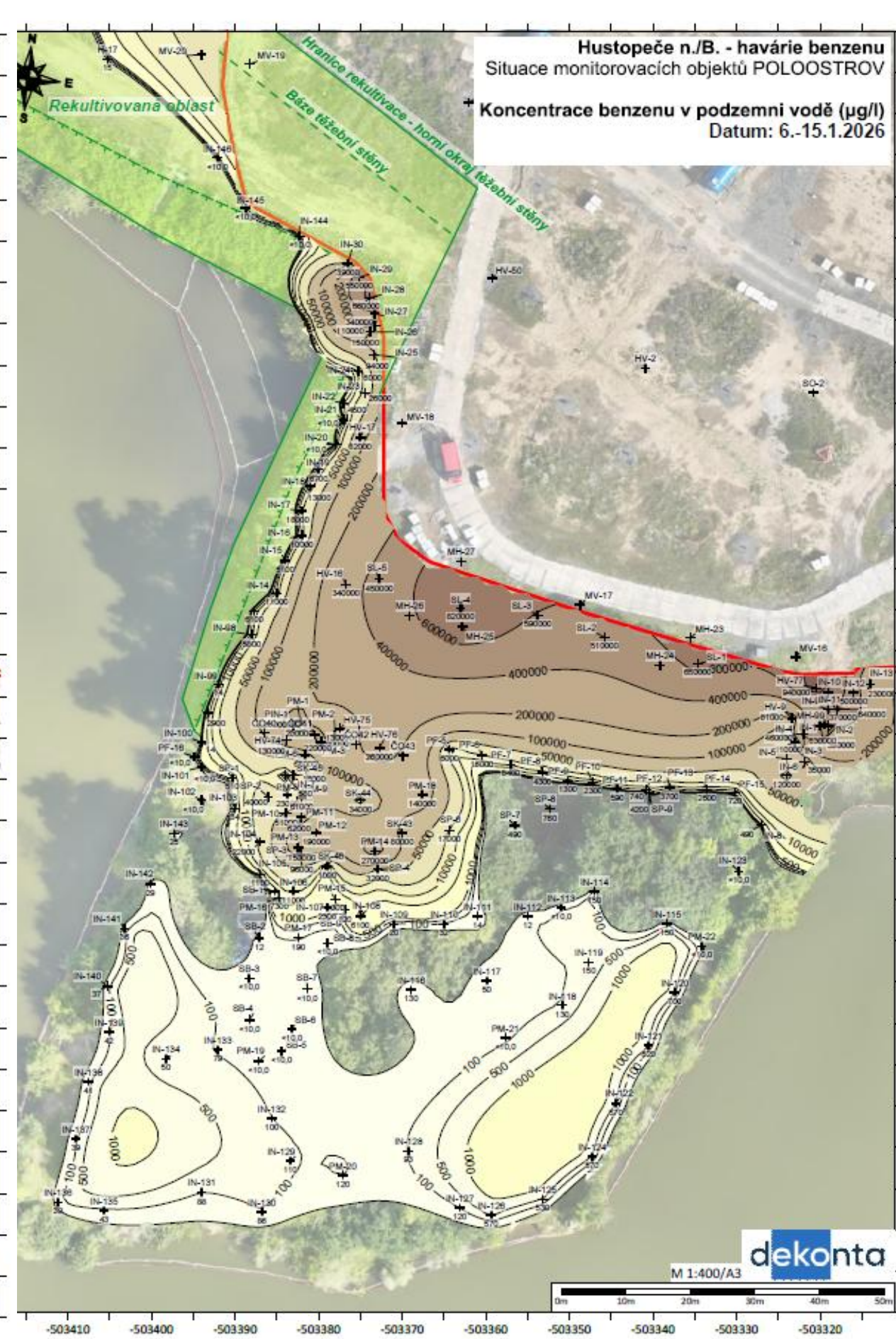
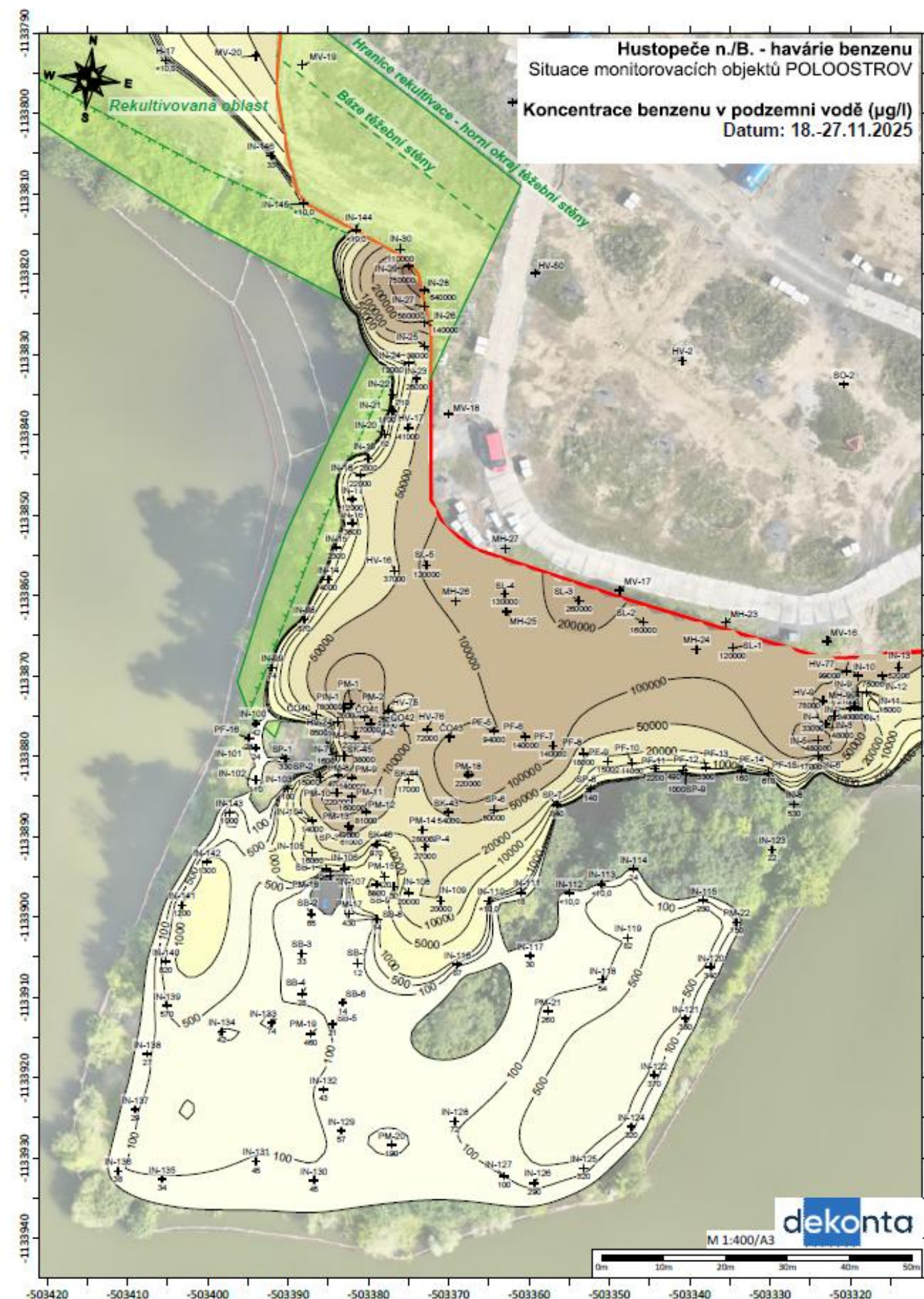


Poloostrov – vliv čerpání PV do IO

11/2025

1/2026

3/2026



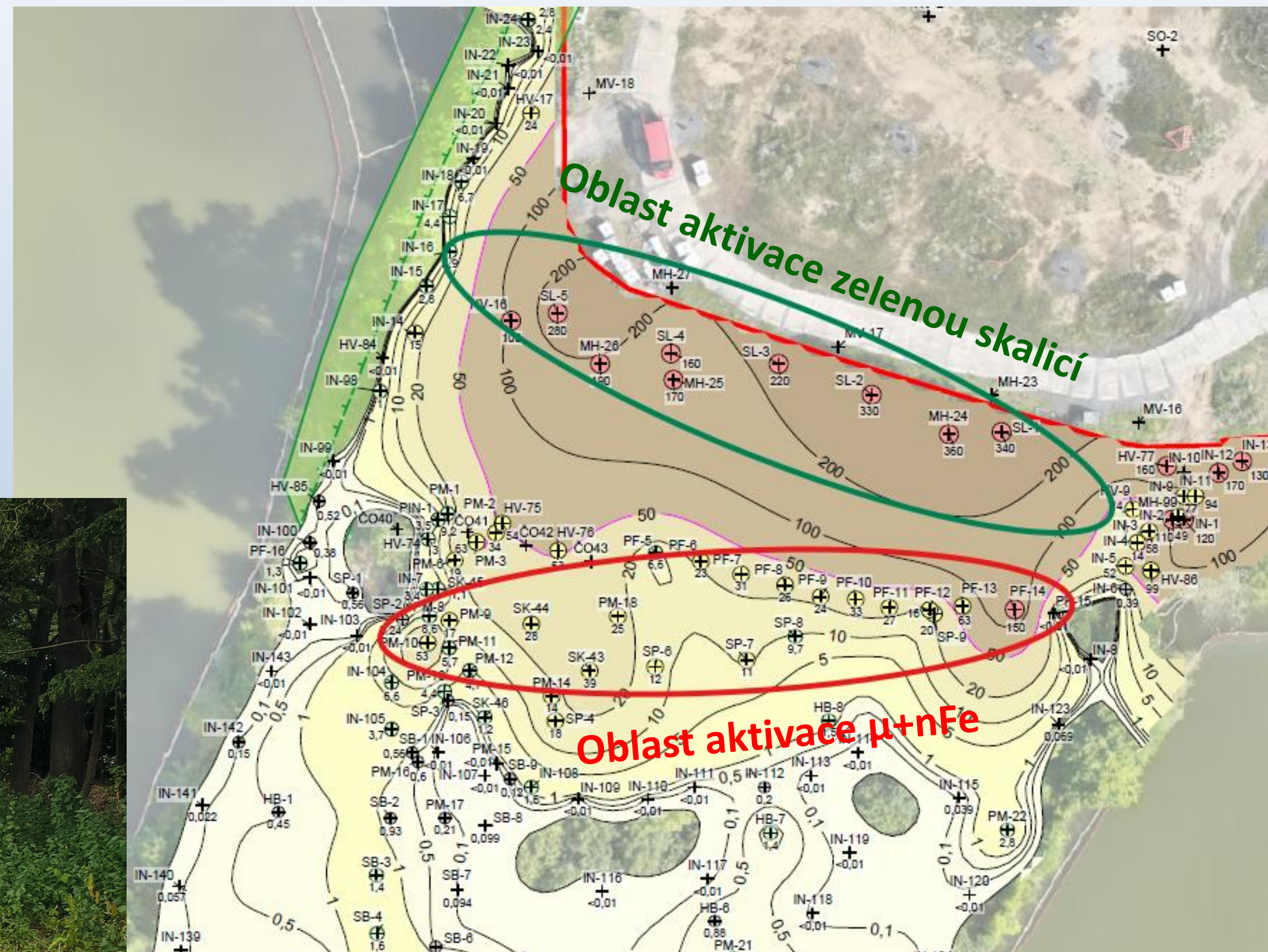
Poloostrov - Injektáž ISCO 1. kampaň

- Březen 2026
- Celkově zasáknuto 220,7 m³ ~10%, resp.
88,7 t 35% peroxidu vodíku
- 450 kg síranu železnatého a 287,5 kg μ +nFe
(Nanofer Star DC)



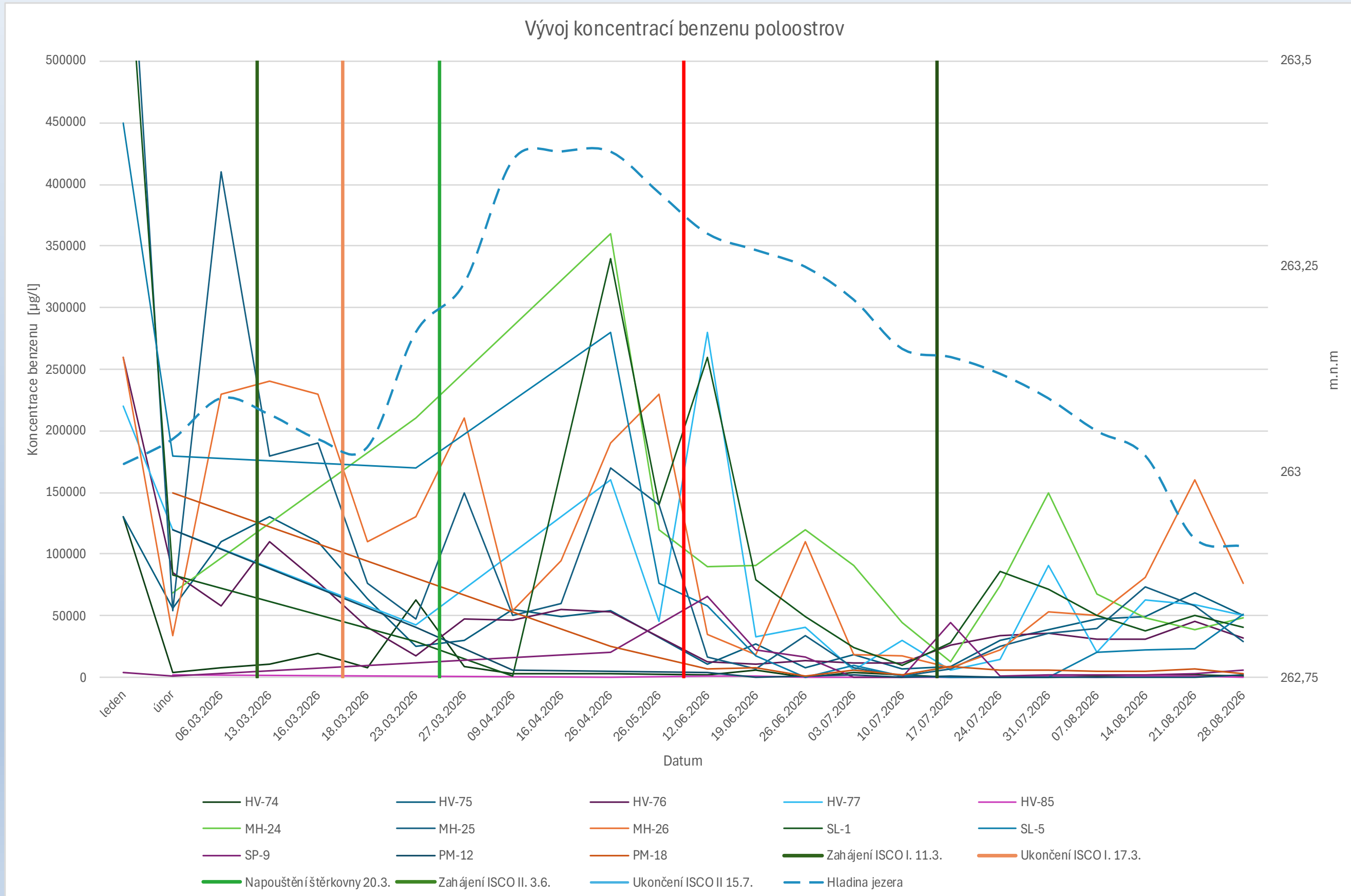
Poloostrov - Injektáž ISCO 2. kampaň

- Červen až červenec 2026
- Celkově zasáknuto 430,1 m³ ~10%, resp.
114,7 t 35% peroxidu vodíku
- 325 kg síranu železnatého a 300 kg μ +nFe
(Nanofer Star DC)



Poloostrov – vývoj kontaminace

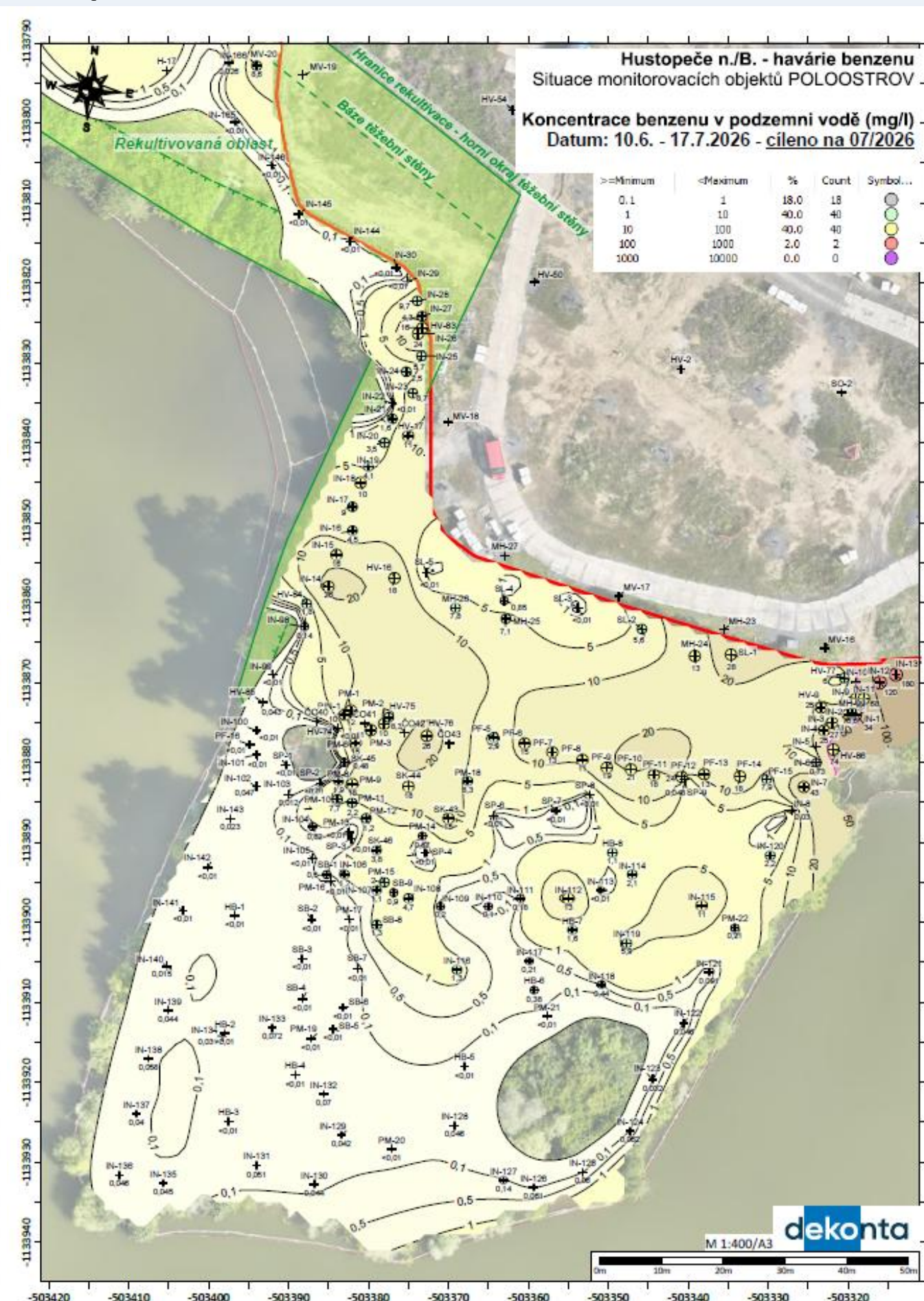
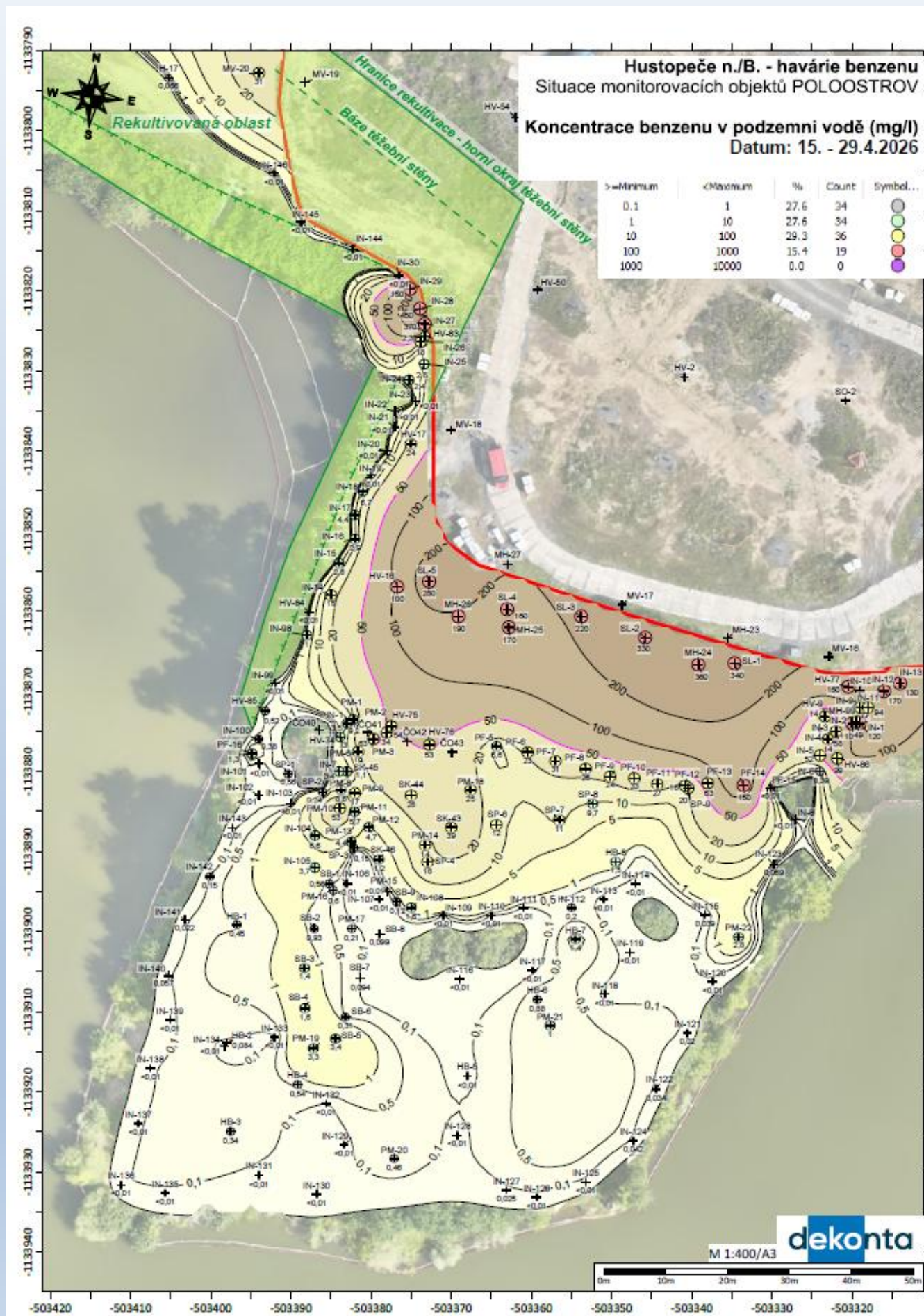
- Situace ovlivněna poklesem hladiny štěrkovny
- Nadále předpokládáme výskyt benzenu vázaného na pórové prostředí



Poloostrov – vliv aplikace II. kampaně ISCO

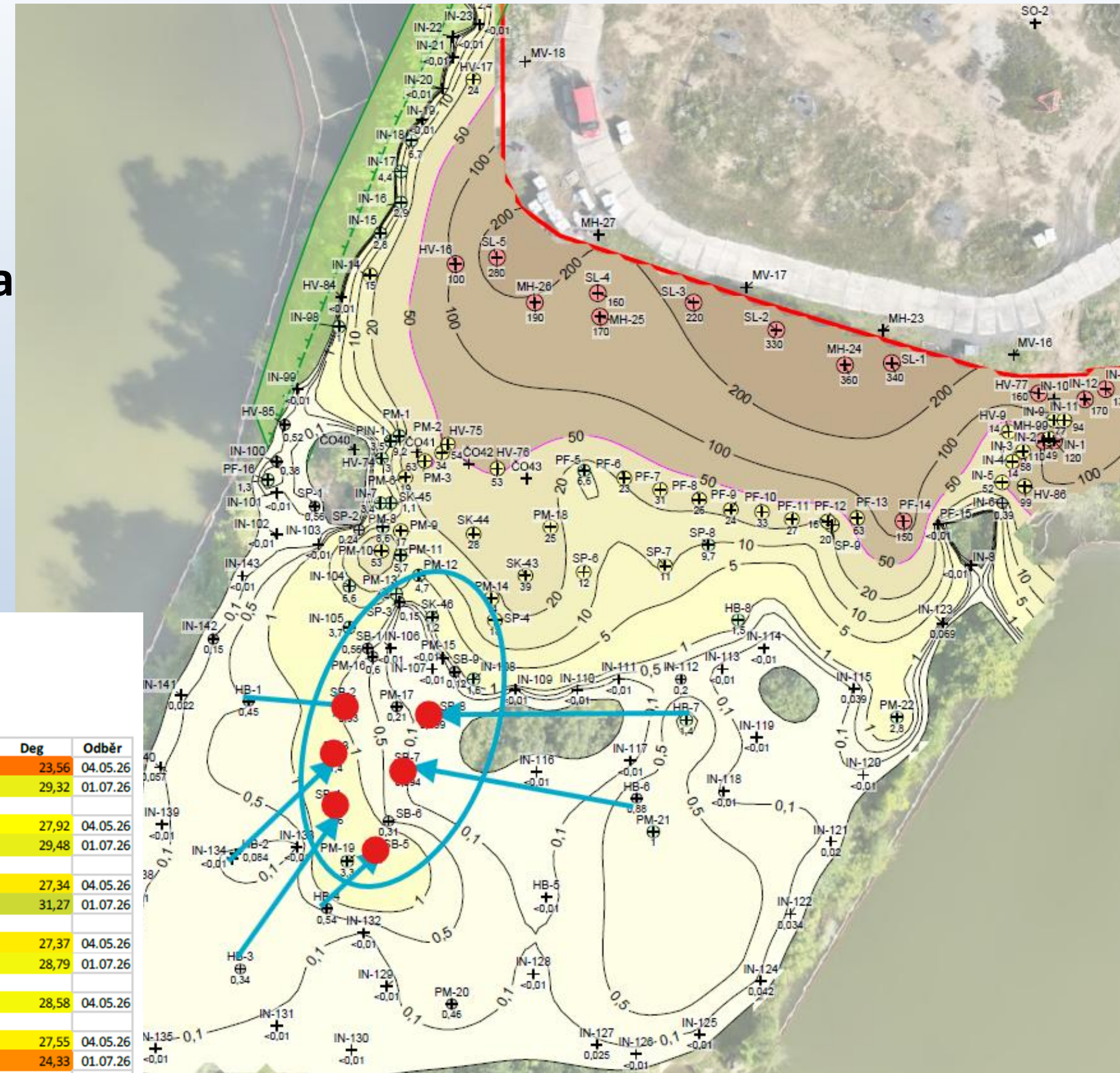
4/2026

7/2026



Poloostrov - Biodegradace

- **Od května 2026, jižní oblast poloostrova**
- **Aplikováno 222 m³ biopreparátu připraveného na lokalitě**
- **Cirkulovaná voda obohacována o 0,2% H₂O₂ a živiny**

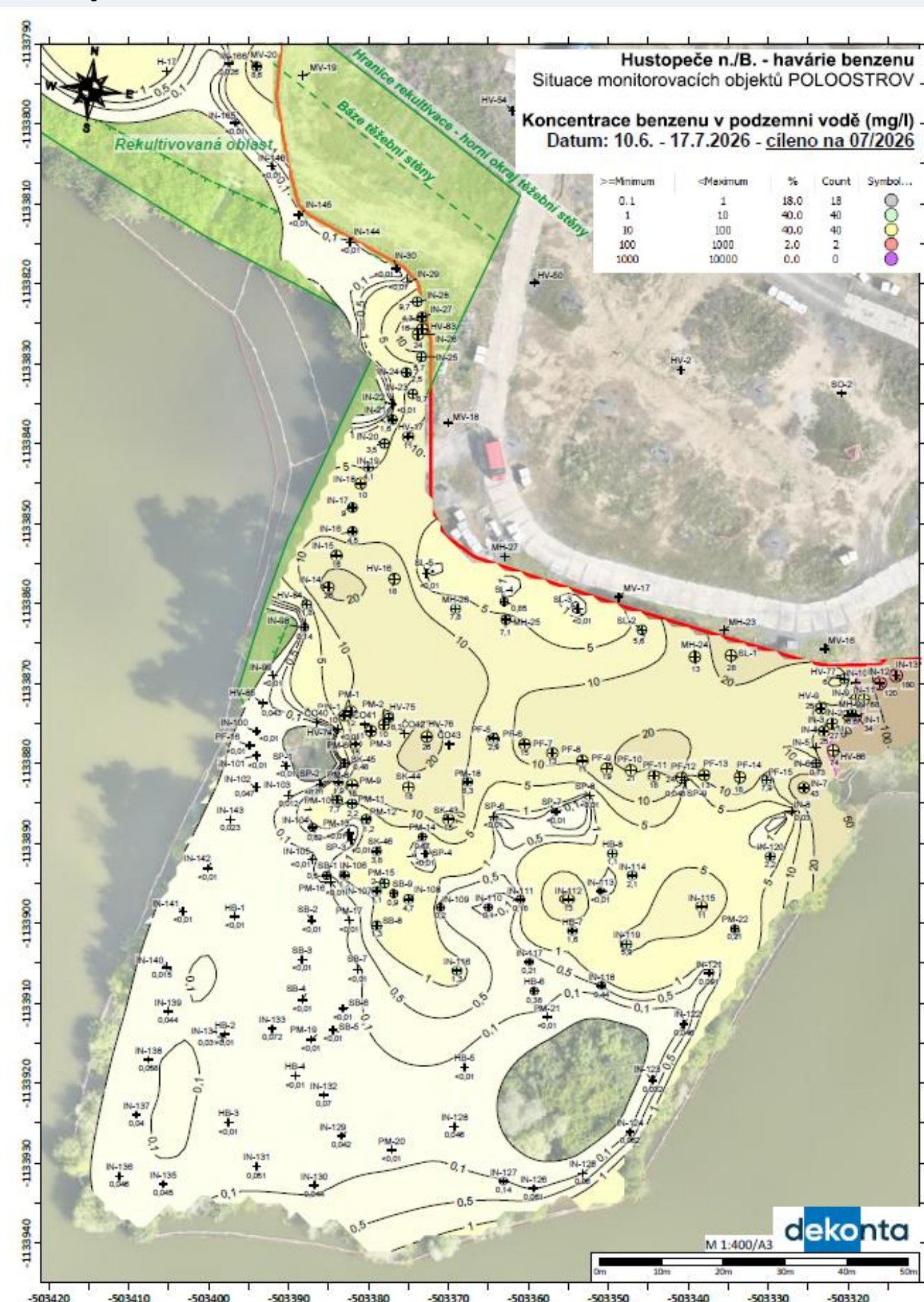
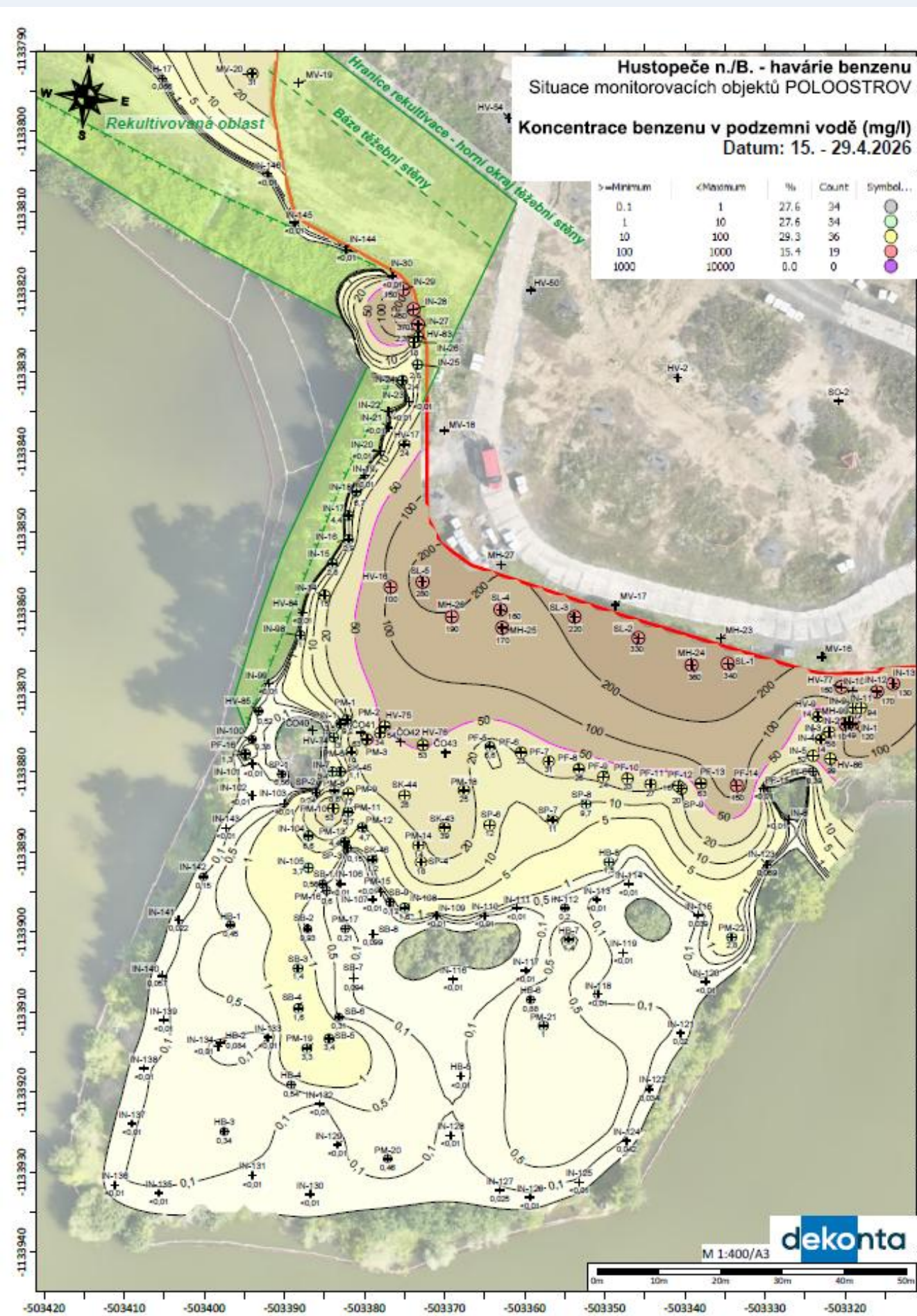


Barevná škála						
nedetekováno (Cq 40 a více)						
střední Cq hodnota v rámci markeru						
nejnižší Cq hodnota v rámci markeru						
Vrty	16S	apsA	bssA4	bamA2	Deg	Odběr
HB-1	10,77	29,14	30,79	24,78	23,56	04.05.26
	11,86	26,67	31,58	25,92	29,32	01.07.26
HB-2	9,98	28,26	32,90	24,95	27,92	04.05.26
	13,10	30,48	32,93	27,60	29,48	01.07.26
HB-3	10,92	32,88	30,79	25,65	27,34	04.05.26
	13,53	28,26	34,07	26,84	31,27	01.07.26
HB-4	10,58	26,64	31,47	24,63	27,37	04.05.26
	11,15	24,95	29,81	23,40	28,79	01.07.26
HB-5	10,26	29,77	29,72	23,36	28,58	04.05.26
HB-6	9,57	29,00	28,00	20,66	27,55	04.05.26
	10,43	28,22	28,50	22,55	24,33	01.07.26
HB-7	8,77	25,70	28,05	20,37	25,71	04.05.26
	8,85	24,39	26,67	22,85	20,08	01.07.26
HB-8	9,53	29,09	30,03	20,85	24,01	04.05.26

Poloostrov – vliv aplikace biodegradace

4/2026

7/2026





Děkujeme za pozornost

www.dekonta.cz

dekonta





Dovolujeme si Vás pozvat na konferenci

Kontaminovaná místa: nové přístupy k ekonomickému hodnocení a rozhodování o sanacích ve veřejné správě

V rámci projektu Ekonomické aspekty sanace kontaminovaných míst a brownfieldů z pohledu veřejné správy (EkoAS)

Termín konání: 1.10.2026

Místo konání: Ballingův sál Národní technické knihovny, Technická 2710/6, Praha 6 - Dejvice

Více informací na www.aqd.cz