



ENVIGEO®



Investícia do Vašej budúcnosti



SANÁCIA ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Tento projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu Európskej únie



Európska únia

LEŠŤ – Garážové dvory:

**sanácia územia vojenského
výcvikového priestoru znečisteného
Sovietskou armádou**

RNDr. Jaroslav Schwarz

ENVIGEO, a.s., Banská Bystrica



ENVIGEO®



Objednávateľ:



Ministerstvo obrany SR,
Kutuzovova 8, 832 47 Bratislava

Zhotoviteľ geologických prác:



EBA, s.r.o.,
Rusovská cesta 1, 851 01 Bratislava



ENVIGEO, a. s.,
Kynceľová 2, 974 11 Banská Bystrica

Zodpovedný riešiteľ:

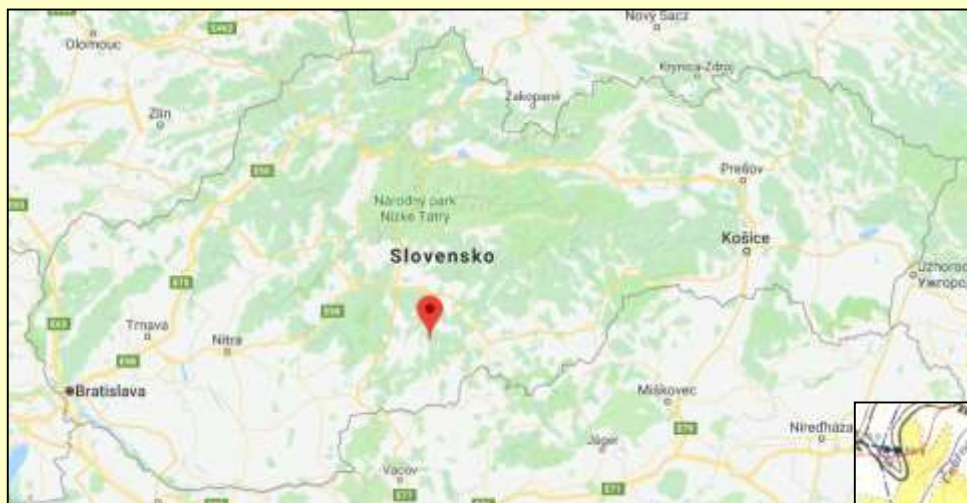
RNDr. Pavol Tupý

Riešiteľ za lokalitu:

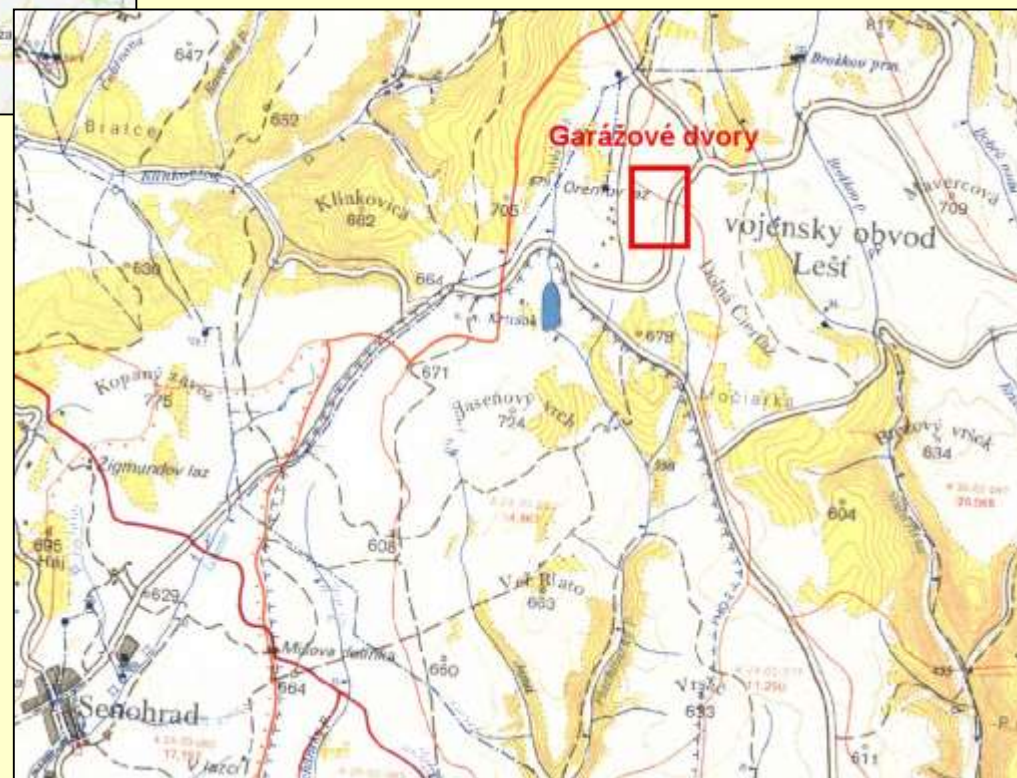
RNDr. Jaroslav Schwarz



ENVIGEO®



1. **Hlavný tábor,**
2. Slávia – Pavlíkov Laz,
3. Sídliisko Družba,
4. **Garážové dvory,**
5. **Sklad PHM Pereš,**
6. **Skládka odpadu Pereš,**
7. Skládka odpadu Riečky,
8. Kasárne a sídlisko Riečky,
9. Táborisko Brožkov prameň,
10. Tankodromy,
11. Vododrom,
12. Delostrelecká strelnica Kamenný vrch,
13. Pechotná strelnica Buťová,
14. Táborisko Vožárka,
15. Chemické cvičište,
16. Pomocné hospodárstvo Zichy Pusta,
17. Tanková strelnica, Pechotná strelnica
18. Vrtuľníková strelnica Turie Pole.



Výcvikový priestor Vojenského obvodu (VP VO) Leš'

- 6 katastrálnych území (Vidov vrch, Lažteky, Podjavorie I., Podjavorie II., Leš' I., Leš' II.),
- 145 km²,
- 18 čiastkových lokalít.



ENVIGEO®



Stručná história

- 1968 – príchod Sovietskej armády
- 1991 – odchod Sovietskej armády
- 1990 – 1991 – prieskumné práce na rozsah znečistenia (INGEO Žilina)
- 1993 – začiatok sanačných prác – asanácia objektov – strážnica, 2 umývacie rampy, plocha pre údržbu techniky, plechový sklad olejov, 2 čerpacie stanice PHM a sklad mazív + sanácia zemín (ex-situ) + sanačné čerpanie
- 1998 – doprieskum, redukcia sanačných prác
- 2000 – 2001 – intenzifikácia prác, sanácia zemín in-situ (HES-Comgeo)
- 2002 – riziková analýza SAŽP



ENVIGEO®



Rozsah prác etapy AAR

- prieskumné sondy na odber zemín: 270 ks á 3 vzorky (9 čiastkových plôch á 30 ks prieskumných sond)–
- hydrogeologické vrty á 7 m: 105 ks
- hydrogeologické vrty á 20 m: 11 ks
- 1 158 vzoriek zemín : C₁₀ – C₄₀, NEL-IR+UV, TOC, PAU, EOCI. S sulf. + kovy (Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, As)
- 348 vzoriek podzemných vôd: C₁₀ – C₄₀, NEL-IR+UV, TOC, PAU, BTEX + CIÚ, S sulf. + kovy (Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, As)
- 27 vzoriek pôdneho vzduchu
- 116 hydrodynamických skúšok



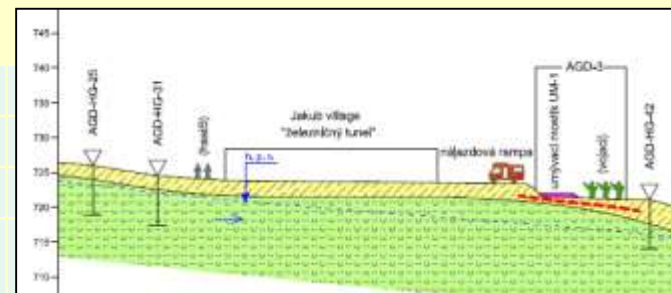


ENVIGEO®



Základné geologické a hydrogeologické charakteristiky

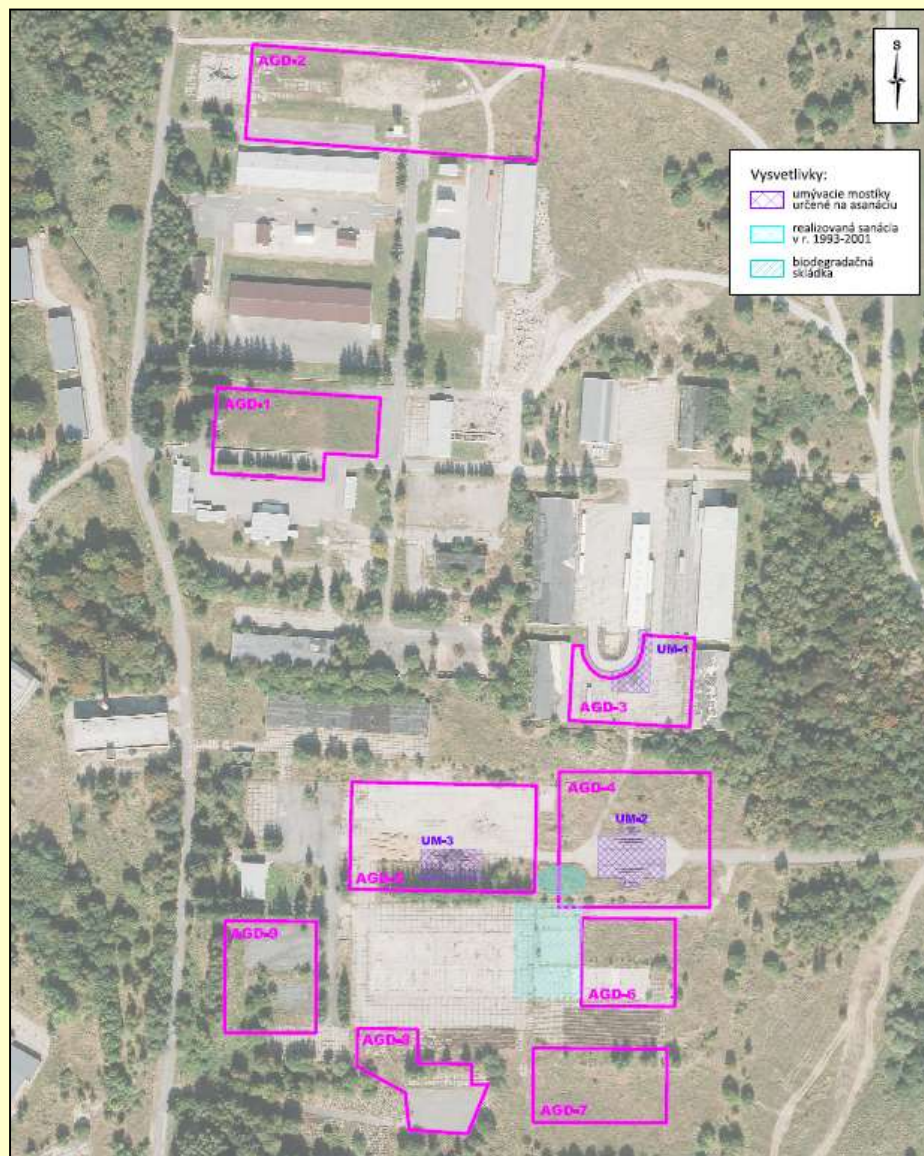
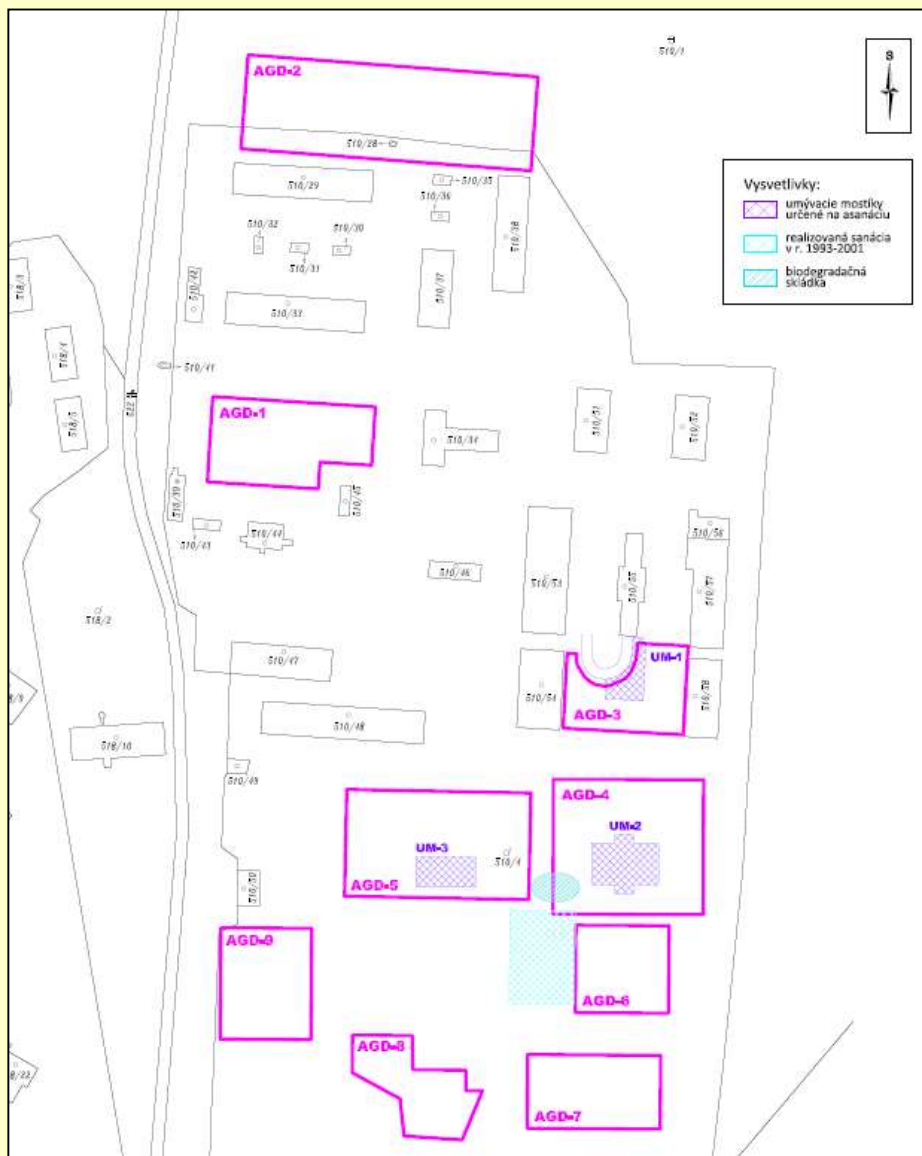
Geologická stavba	Hrúbka	Popis
	0,0 – 1,5 m	Antropogénne navážky
	2,5 – 3,5 m (max. 6 m)	Deluviálne hliny
		Skalné podložie – andezitové vulkanoklastiká



Ukazovateľ	Hodnota	Zdroj	Spôsob získania
Hydraulický gradient	0,059	ENVIGEO, 2015	terénne meranie, geodetické merania
Koeficient filtrácie	$1,87 \cdot 10^{-6}$ m/s	ENVIGEO, 2015	priemerná hodnota z HDS 105 + 11 vrtov
Filtračná rýchlosť	3,48 m/rok	ENVIGEO, 2015	výpočty AR
Pórová rýchlosť	30,5 m/rok	ENVIGEO, 2015	výpočty AR
Pórovitosť efektívna	0,114	ENVIGEO, 2015	odvodené z koefic. voľnej zásobnosti získaného z hydrodynamických skúšok

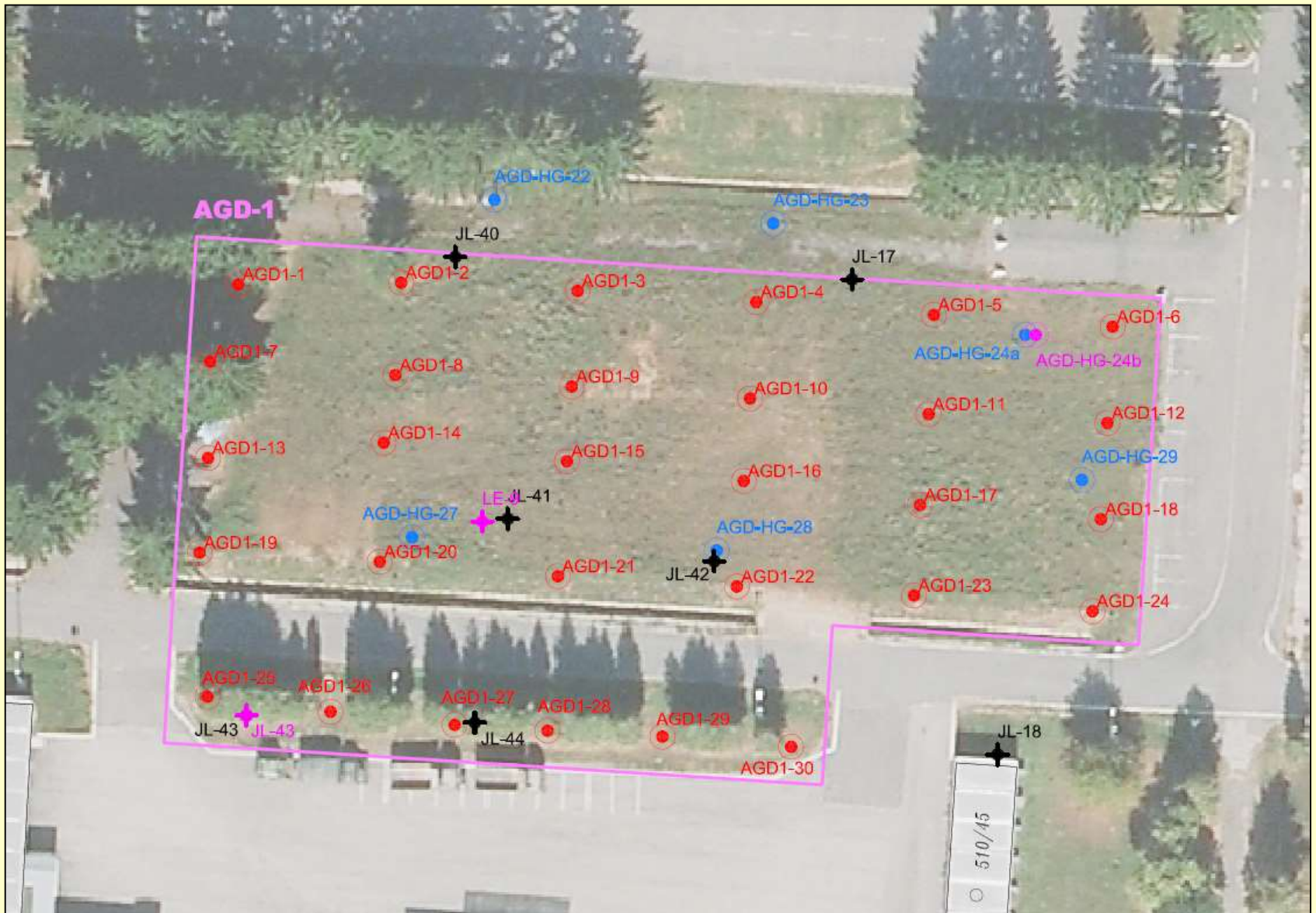


ENVIGEO®





ENVIGEO®





ENVIGEO®



AGD1/H1/A

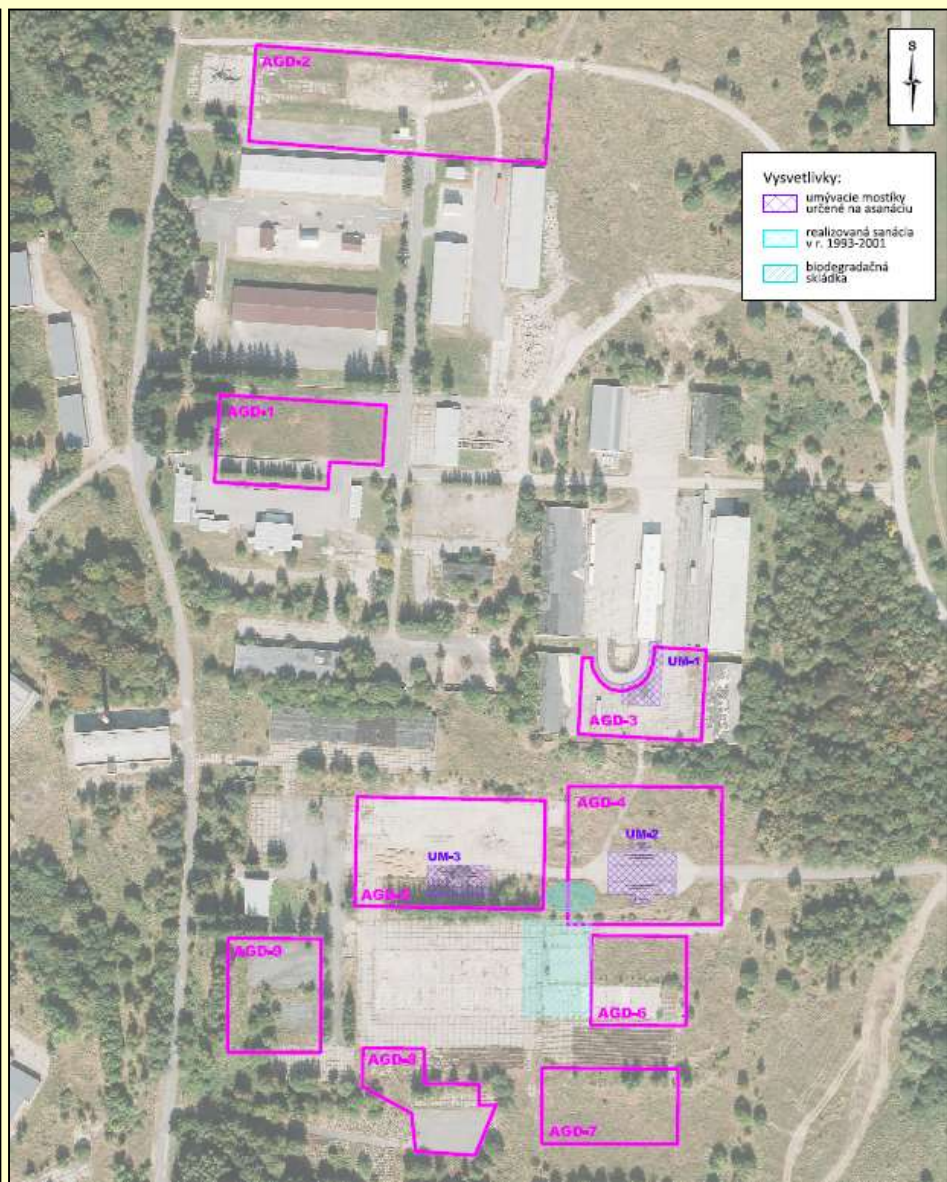
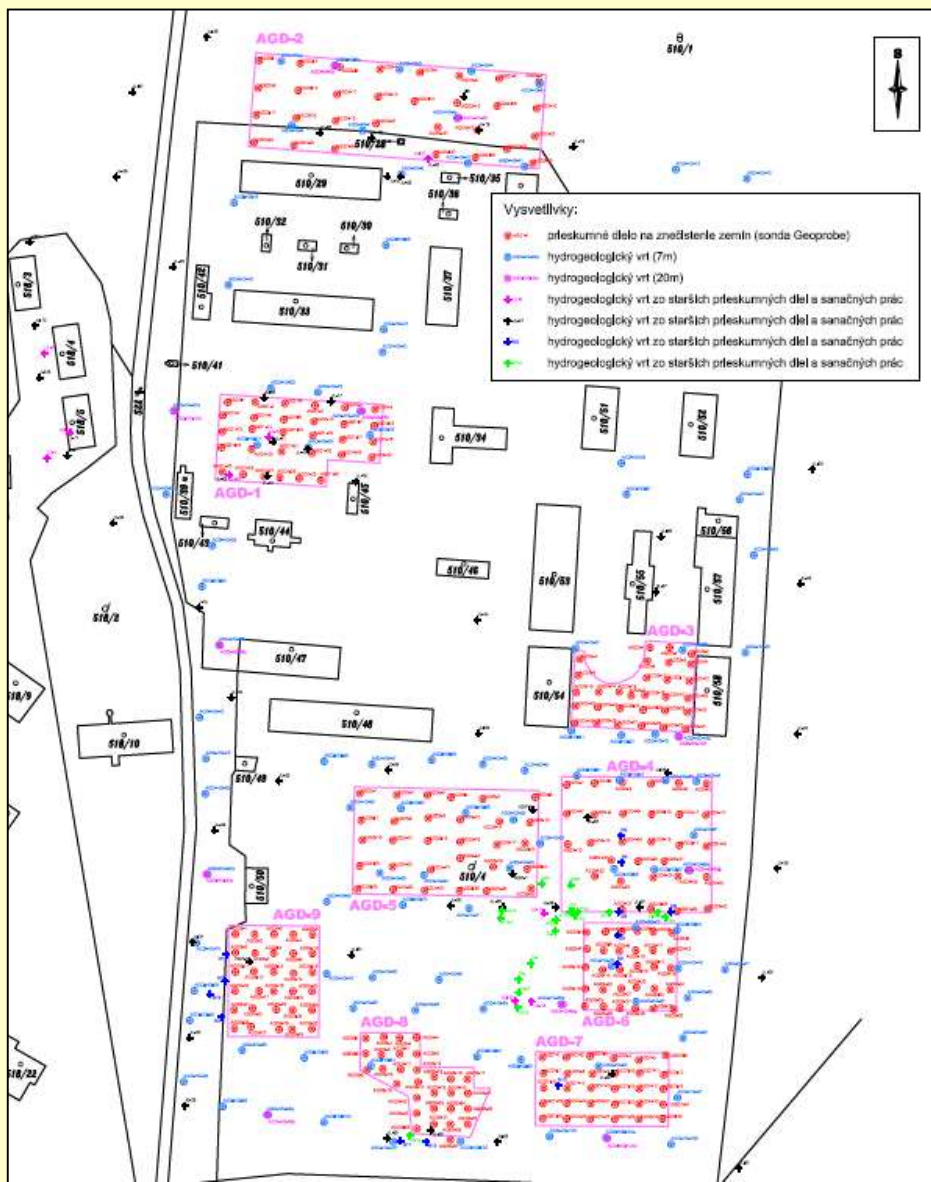
Vysvetlivky:

- znečistenie NEL-IČ nad ID (400mg/kg)
- znečistenie NEL-IČ nad IT (1 000mg/kg)
- + prieskumné dielo - sonda Geoprobe
- + prieskumné dielo - hydrogeologický vrt

AGD1/H1/B



ENVIGEO®

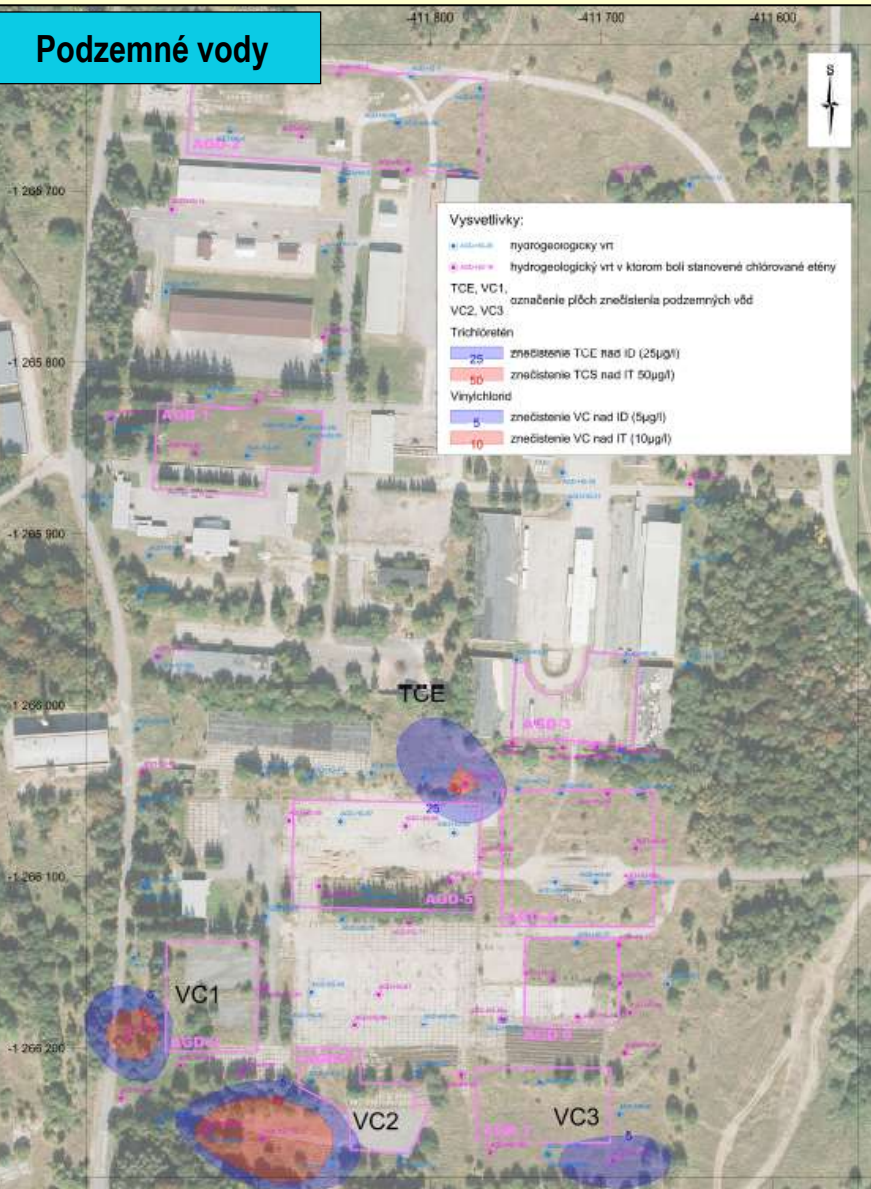




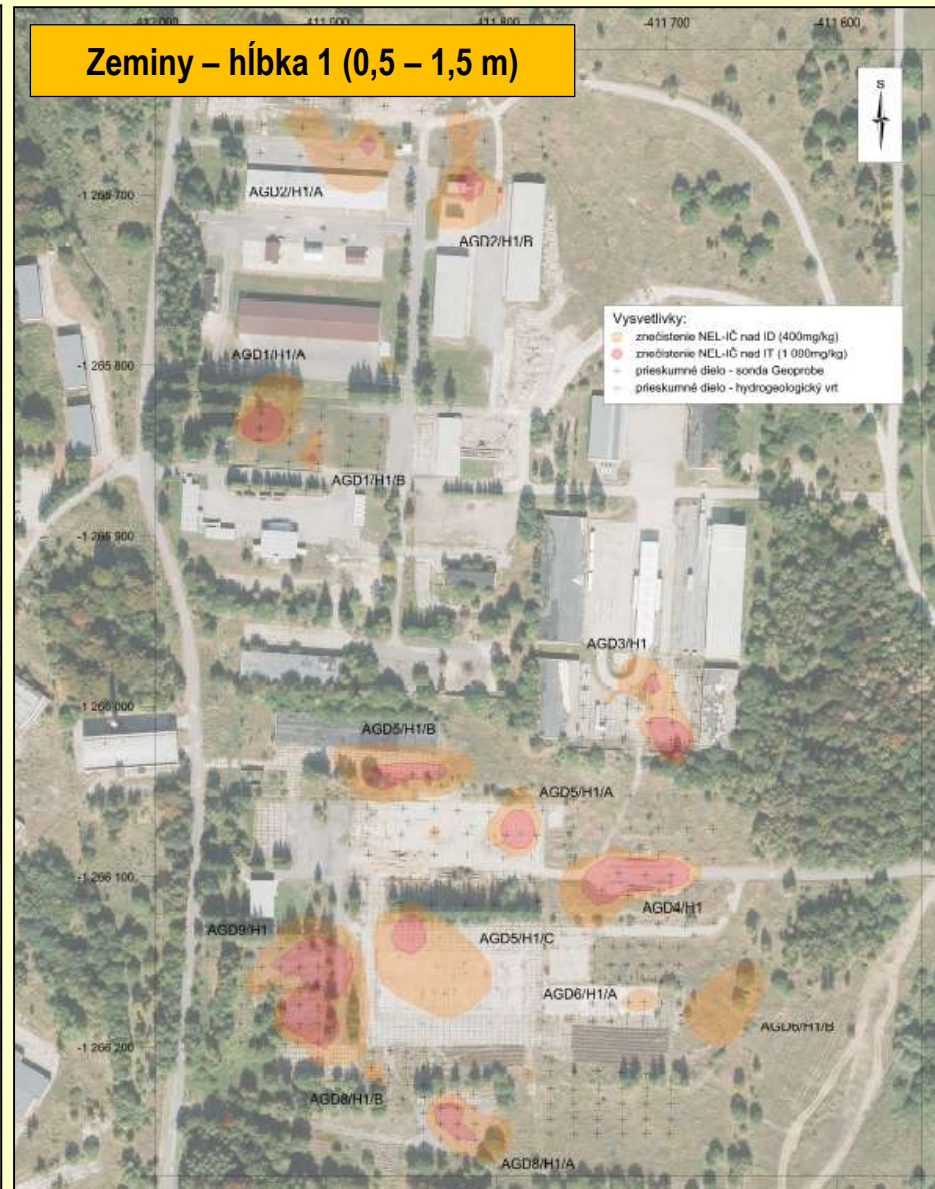
ENVIGEO®



Podzemné vody



Zeminy – hĺbka 1 (0,5 – 1,5 m)





ENVIGEO®



Zeminy – hĺbka 2 (2,5 – 3,5 m)



Zeminy – hĺbka 3 (4,0 – 5,0 m)

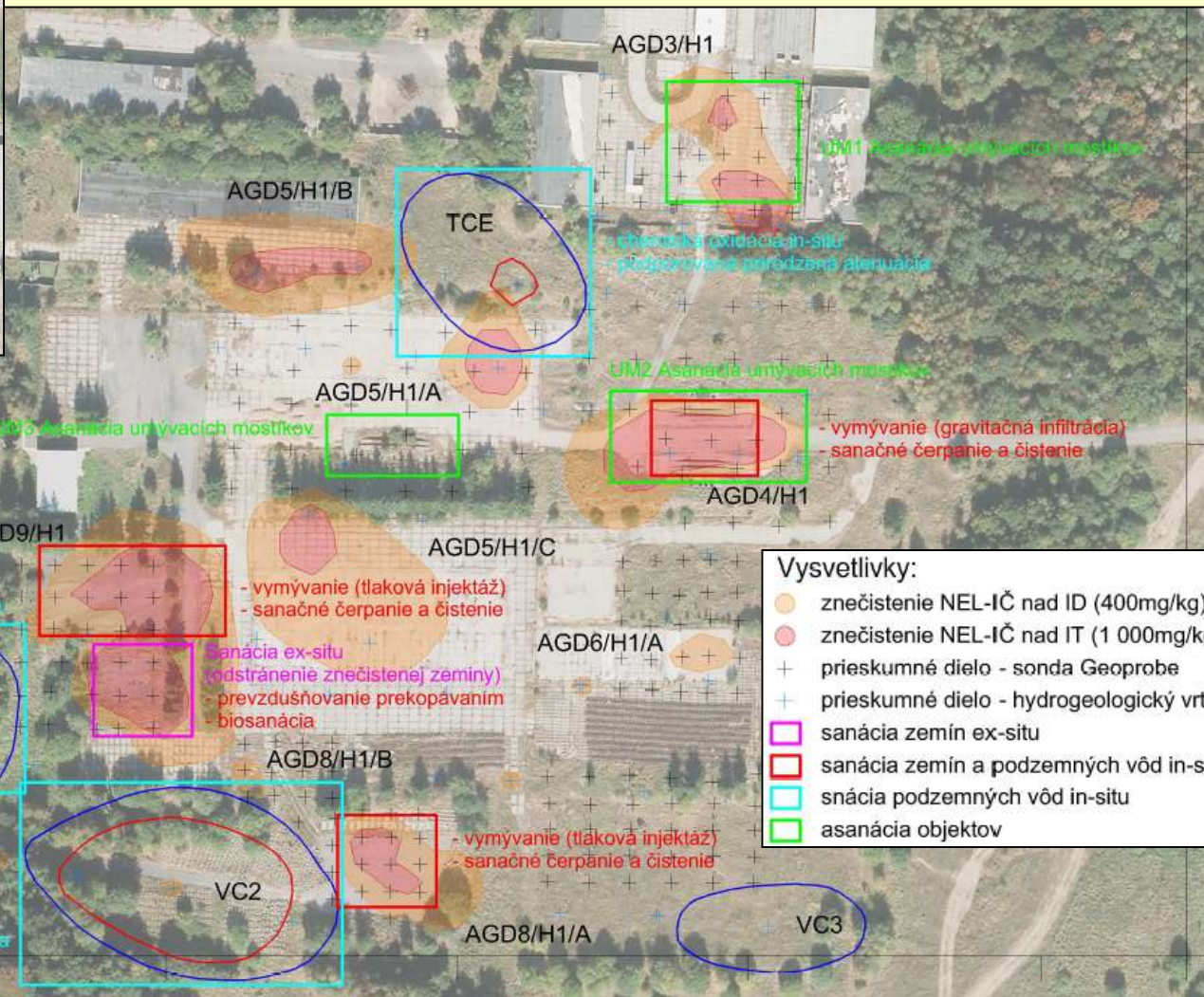




ENVIGEO®



Návrh sanácie



- Vysvetlivky:**
- znečistenie NEL-IČ nad ID (400mg/kg)
 - znečistenie NEL-IČ nad IT (1 000mg/kg)
 - +
 - +
 -
 -
 -
 -



ENVIGEO®



Metódy sanácie zemín in-situ

Čiastková lokalita	Označenie plochy	Plocha (NEL-IR > 400 mg/kg)	Metódy sanácie zemín in-situ	Kubatúra [m ³]
AGD-1	AGD1/H1/A	900,70	①	1 801,40
AGD-4	AGD4/H1	1 163,10	① ③	2 326,20
AGD-6	AGD5/H1/B	1 479,10	①	2 958,20
AGD-8	AGD8/H1/A	1 002,20	②	2 004,40
AGD-9	AGD9/H1	1 942,70	① ② ③ ④	3 885,40
Spolu	5 čiastkových plôch	6 487,80	4 metódy sanácie in-situ	12 975,60

Vysvetlivky:

Aplikované metódy sanácie zemín in-situ:

- | | |
|---|---|
| ① | vymývanie – gravitačná infiltrácia / biotransformácia |
| ② | vymývanie – tlaková injektáž / biotransformácia |
| ③ | prevzdušňovanie prekopávaním |
| ④ | podporovaná biosanácia |



ENVIGEO®



Metódy sanácie podzemných vôd in-situ

Čiastková plocha	Označenie plochy	Plocha (nad ID) (m ²)	Metódy sanácie podzemných vôd
AGD-1, AGD-4, AGD-8, AGD-9 (plochy znečistenia zemín)	AGD-N/H1	5 008,7 (spolu)	vymývanie sanačné čerpanie a čistenie (filter) chemická oxidácia in-situ
TCE	TCE	2 733,10	podporovaná prirodzená atenuácia sanačné čerpanie a čistenie (striping) chemická oxidácia in-situ
VC1	VC1	2 155,90	podporovaná prirodzená atenuácia sanačné čerpanie a čistenie (striping) chemická oxidácia in-situ
VC2	VC2	5 132,60	podporovaná prirodzená atenuácia sanačné čerpanie a čistenie (striping) chemická oxidácia in-situ
VC3	VC3	1 581,0	podporovaná prirodzená atenuácia sanačné čerpanie a čistenie (striping)



ENVIGEO®



Cieľové hodnoty sanácie

Cieľové hodnoty sanácie znečistenia v zeminách pre ukazovateľ NEL-IR:

Čiastková lokalita	C _{CH} – cieľová hodnota sanácie
	NEL-IR (mg/kg sušiny)
AGD1	400
AGD3	350
AGD4	300
AGD5	400
AGD6	400
AGD8	400
AGD9	400

Táto cieľová hodnota musí byť dosiahnutá v 90 % kontrolných vzoriek.

Cieľové hodnoty sanácie znečistenia v podzemnej vode pre chlórované etény:

Znečisťujúca látka	C _{CH} – cieľová hodnota sanácie
	(mg/l)
trichlóretén (TCE)	0,05
vinylchlorid (VC)	0,01

Táto cieľová hodnota musí byť dosiahnutá v 90 % kontrolných vzoriek.



ENVIGEO®



Asanácia umývacích mostíkov

Umývací mostík
UM-2 na AGD-4





ENVIGEO®



Asanácia umývacích mostíkov

Umývací mostík
UM-3 na AGD-5





ENVIGEO®



Sanácia ex-situ na AGD-9





ENVIGEO®



Sanácia ex-situ pri asanácii objektov a na AGD-9

Tabuľka 28. Prehľad sanácie ex-situ podľa jednotlivých čiastkových lokalít

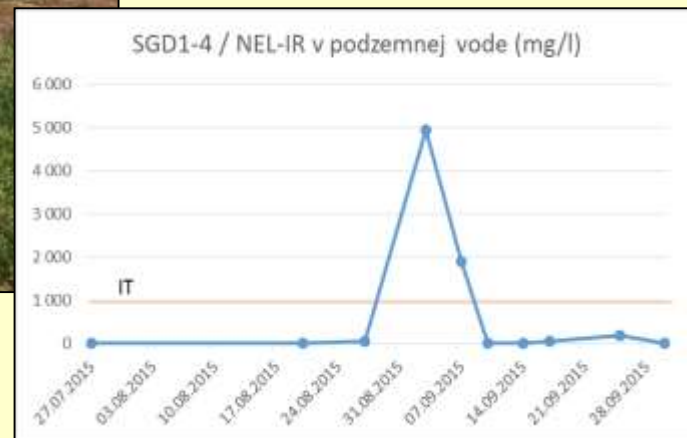
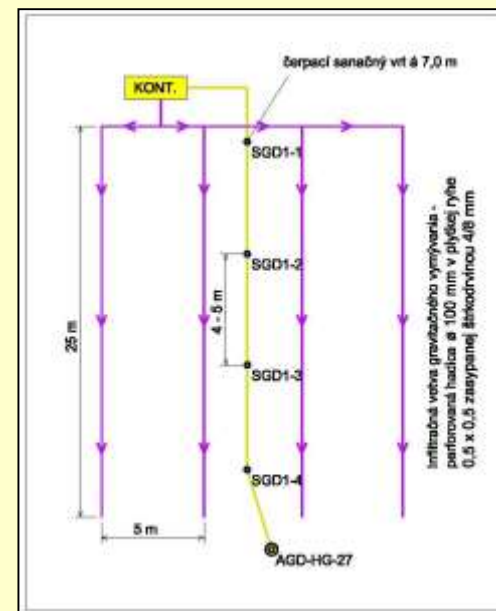
Čiastková lokalita	Označenie plochy	Metóda sanácie zemín ex-situ [m ³]	Kubatúra [m ³]
AGD-3	AGD3/H1	asanácia umývacích mostíkov (UM-1) + sanácia ex-situ	15
AGD-4	AGD4/H1	asanácia umývacích mostíkov (UM-2) + sanácia ex-situ	20
AGD-5	AGD3/H1	asanácia umývacích mostíkov (UM-3)+ sanácia ex-situ	15
AGD-9	AGD9/H1	sanácia ex-situ na dekontaminačnej ploche	700
Spolu	4 čiastkové plochy	asanácia 3 objektov (umývacích mostíkov) + sanácia ex-situ	750



ENVIGEO®



Sanácia in-situ na AGD-1

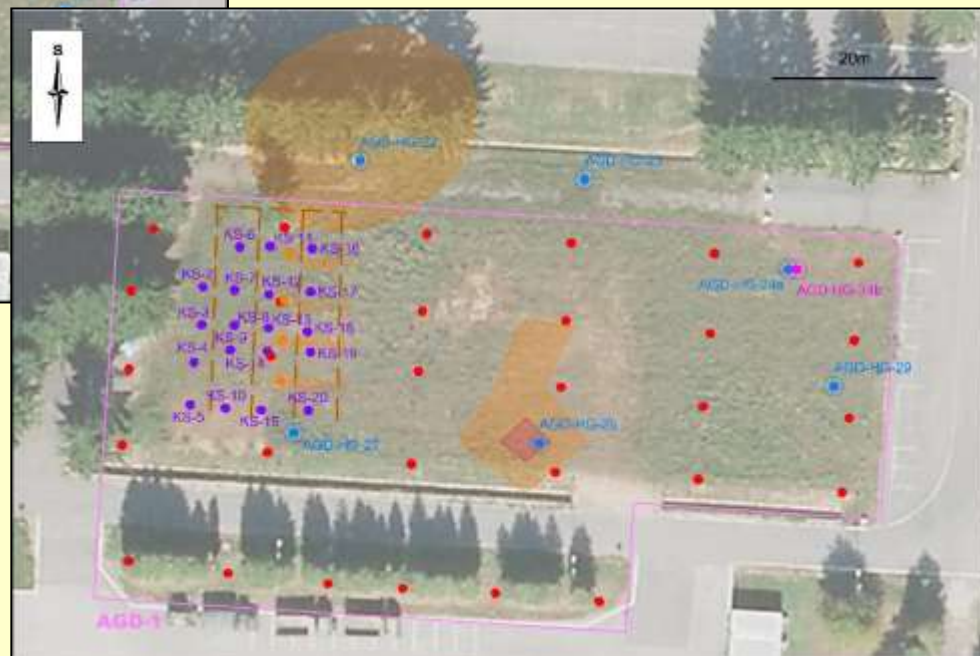
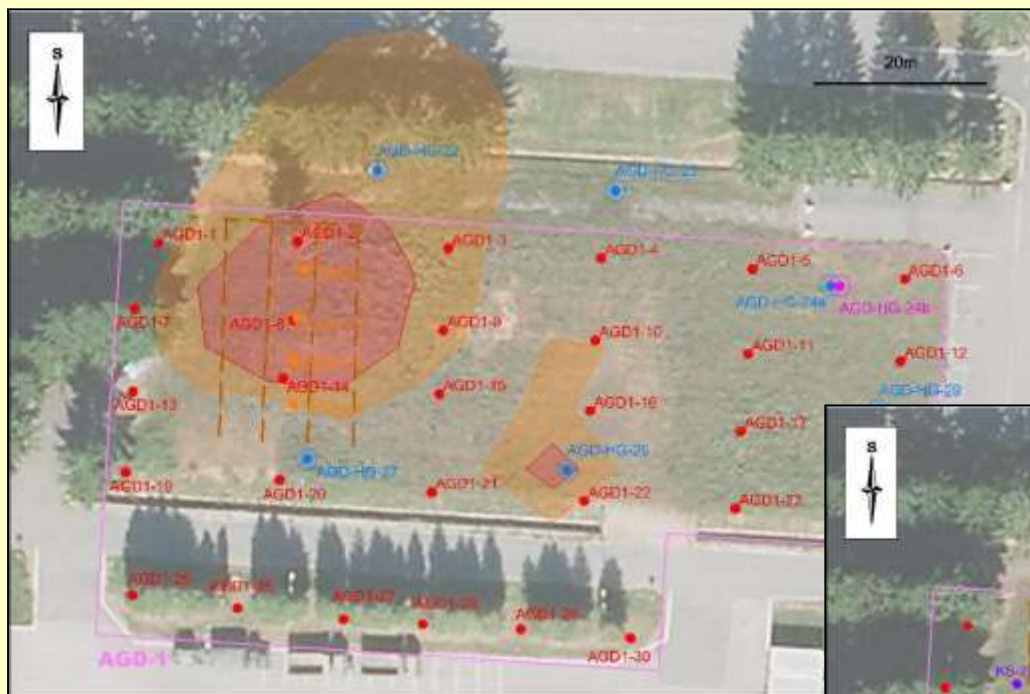




ENVIGEO®



Sanácia in-situ na AGD-1

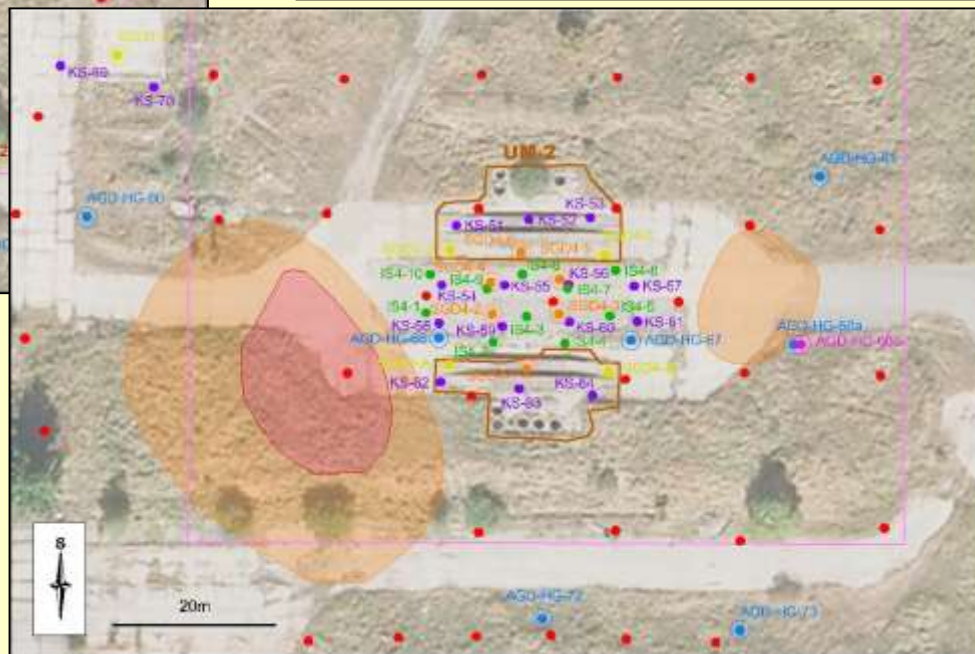
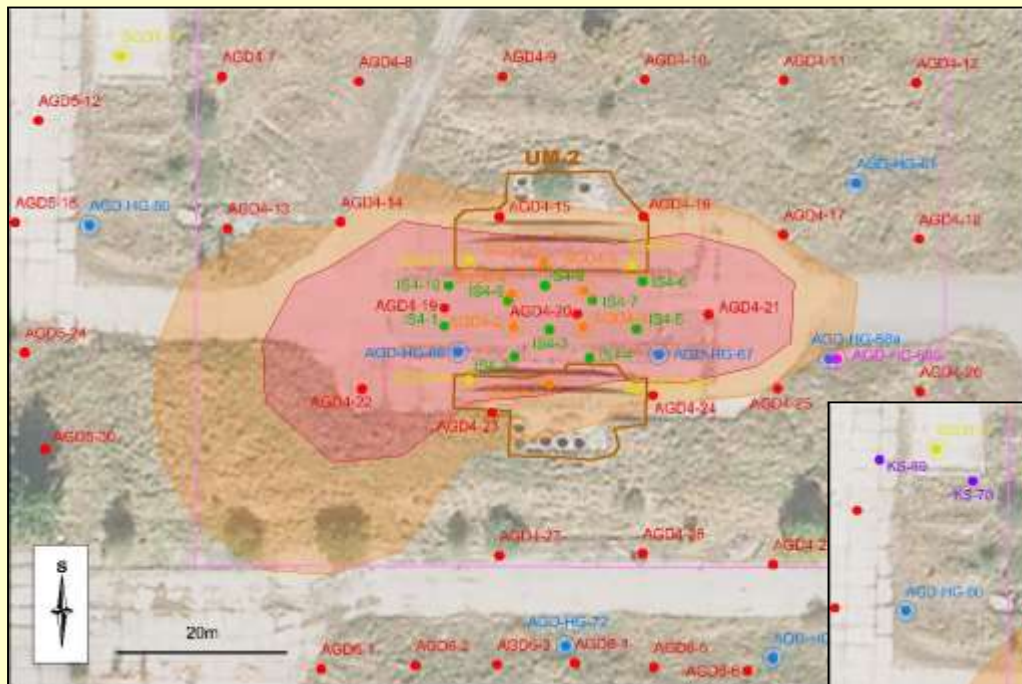




ENVIGEO®



Sanácia in-situ na AGD-4

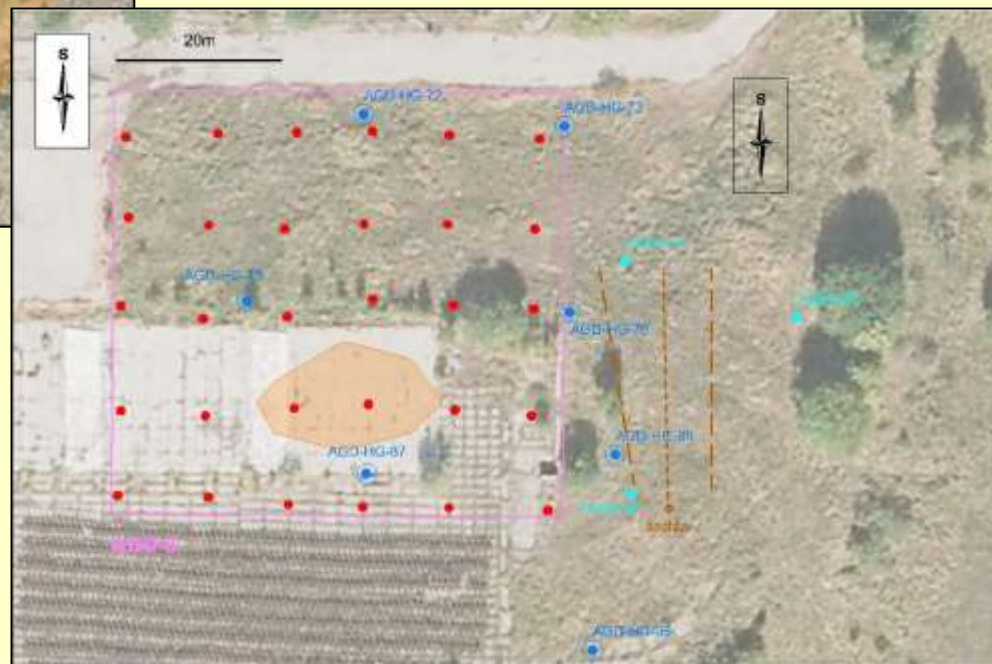




ENVIGEO®



Sanácia in-situ na AGD-6

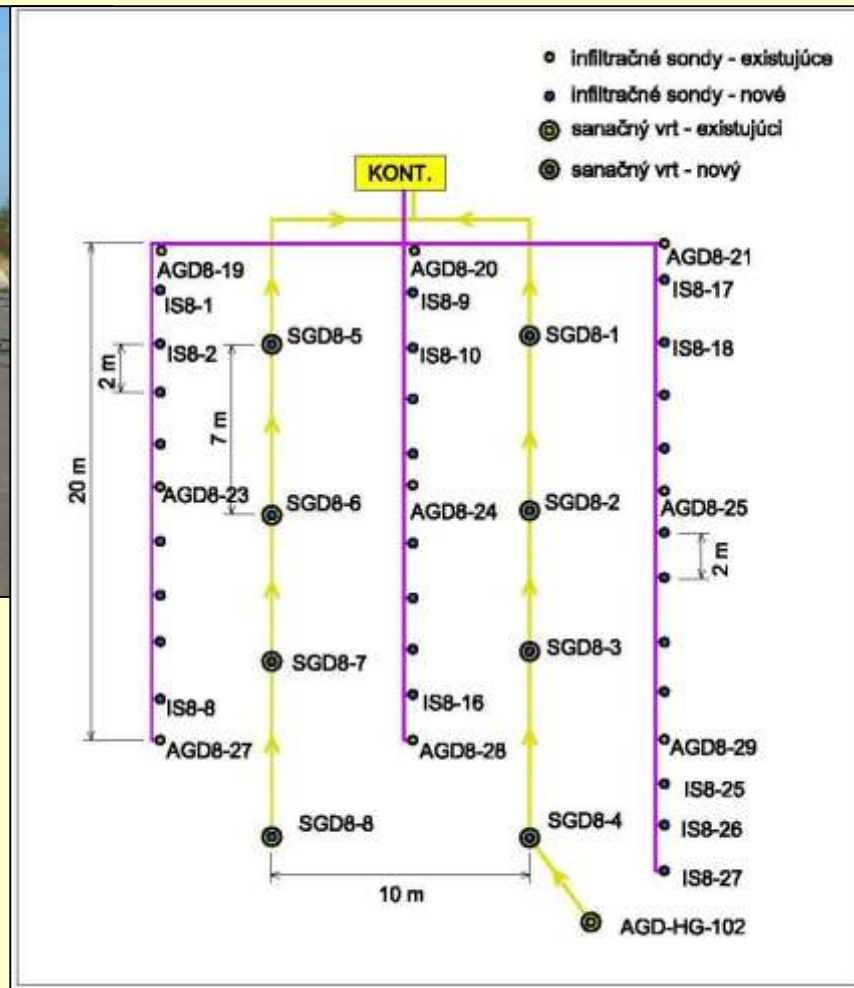
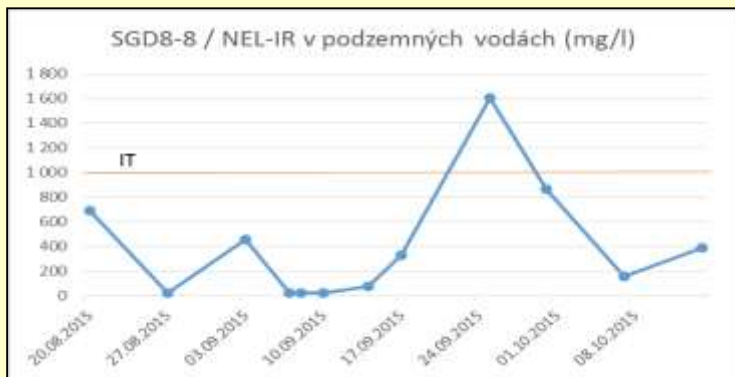




ENVIGEO®



Sanácia in-situ na AGD-8





ENVIGEO®



Sanácia in-situ na AGD-8



Sanácia zemín in-situ

Metóda	Doba prevádzky	Bilancia
Vymývanie (tlaková injektáž)	VI - X/2015	139,6 m ³ vody 84,4 l detergentov
Biotransformácia	VI - X/2015	139,6 m ³ vody 70 l enzýmov

Sanácia podzemnej vody

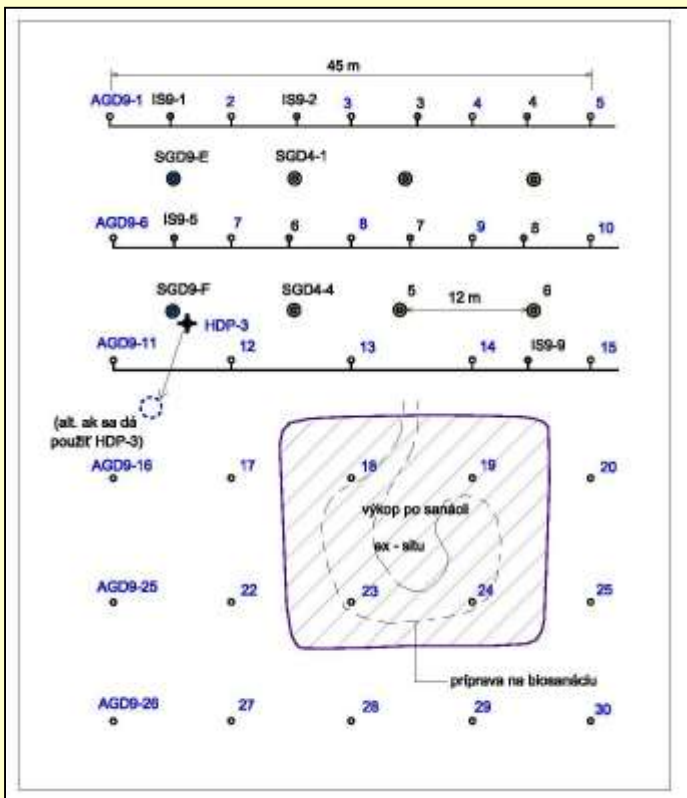
Metóda	Doba prevádzky	Bilancia
sanačné čerpanie a čistenie	VI - X/2015	čerpanie 10 vrtov 18,5 m ³ vody



ENVIGEO®



Sanácia in-situ na AGD-9



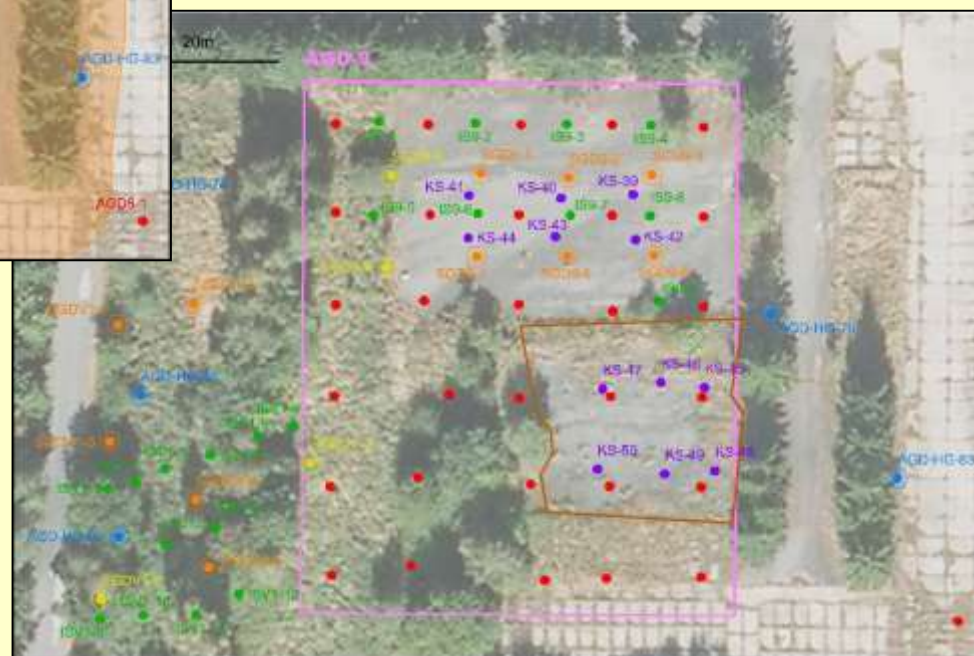
- AGD9-1 až 30 existujúce sondy na prieskum zemin (etapa AAR)
- ⊕ HDP-3 existujúci starší vrt
- IS9-1 až 9 nové infiltračné sondy á 4 m (9 ks)
- ⊙ SGD4-1 až 6 nové sanačné vrty á 7 m (6 ks)
- ⊙ SGD4-E,F nové sanačné vrty á 20 m (2 ks)



ENVIGEO®



Sanácia in-situ na AGD-9

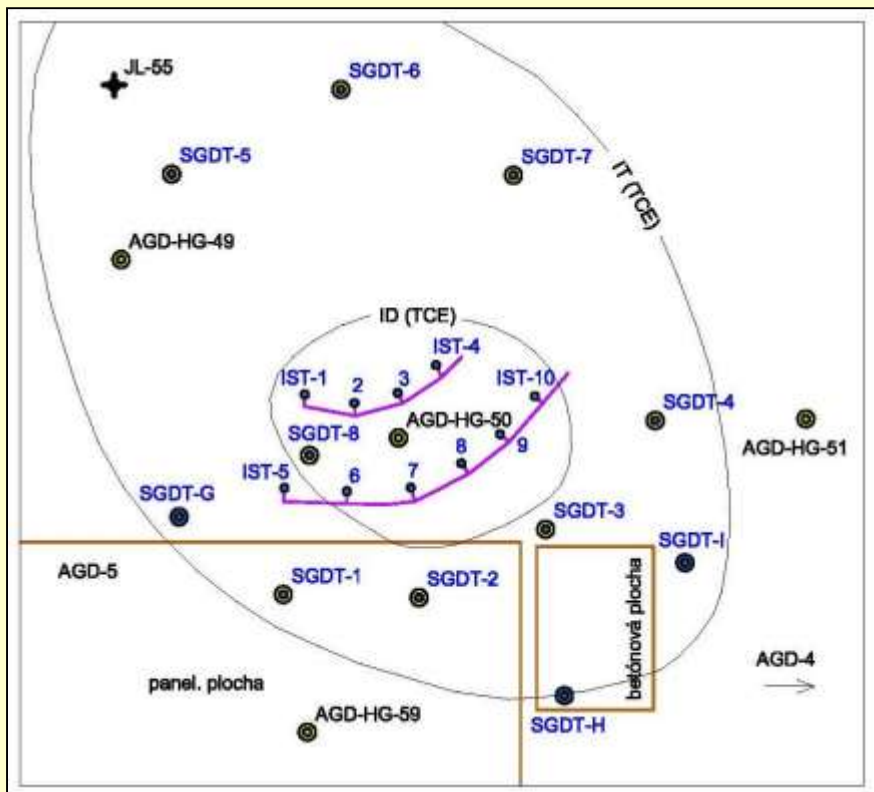




ENVIGEO®



Sanácia in-situ na TCE



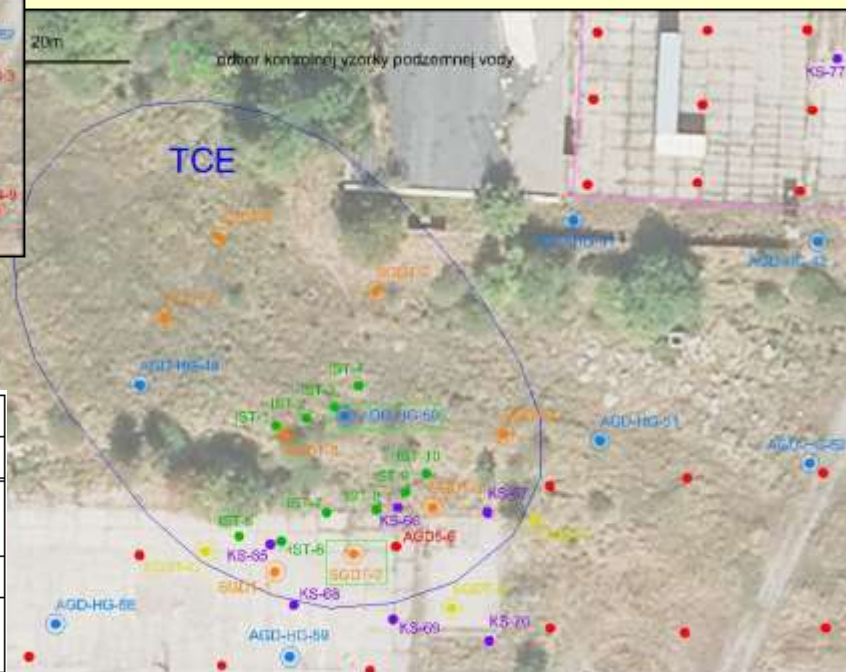
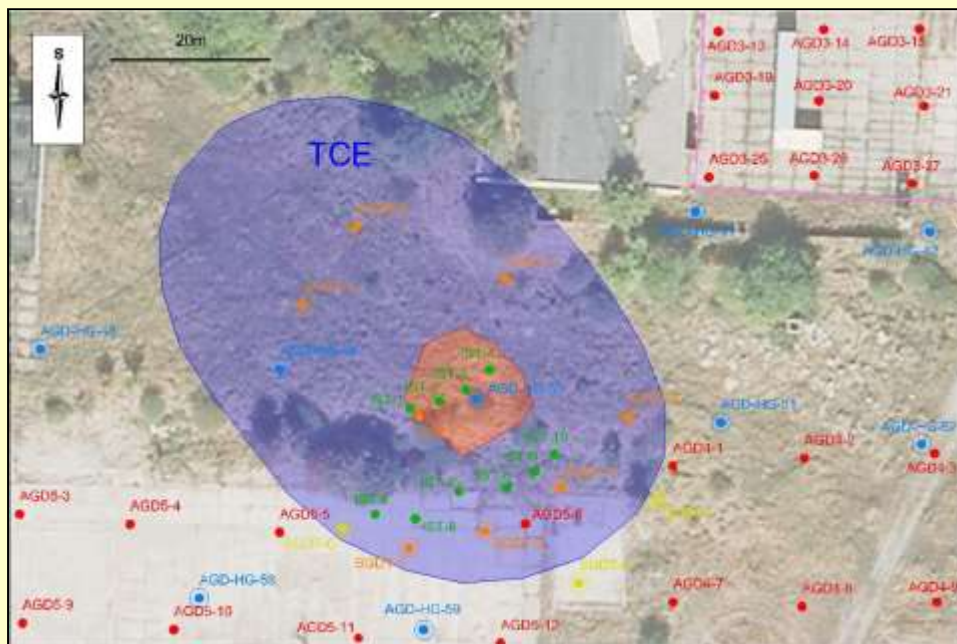
- | | |
|------------------|---|
| ⊙ AGD-HG-49, ... | existujúce hydrogeologické vrtý (etapa AAR) |
| ⊕ JL-55 | existujúci starší vrt |
| • IST-1 až 10 | nové infiltračné sondy á 4 m (12 ks) |
| ⊙ SGDT- 1 až 8 | nové sanačné vrtý á 7 m (6 ks) |
| ⊙ SGDT-G, H, I | nové sanačné vrtý á 20 m (3 ks) |



ENVIGEO®



Sanácia in-situ na TCE



Sanácia podzemnej vody

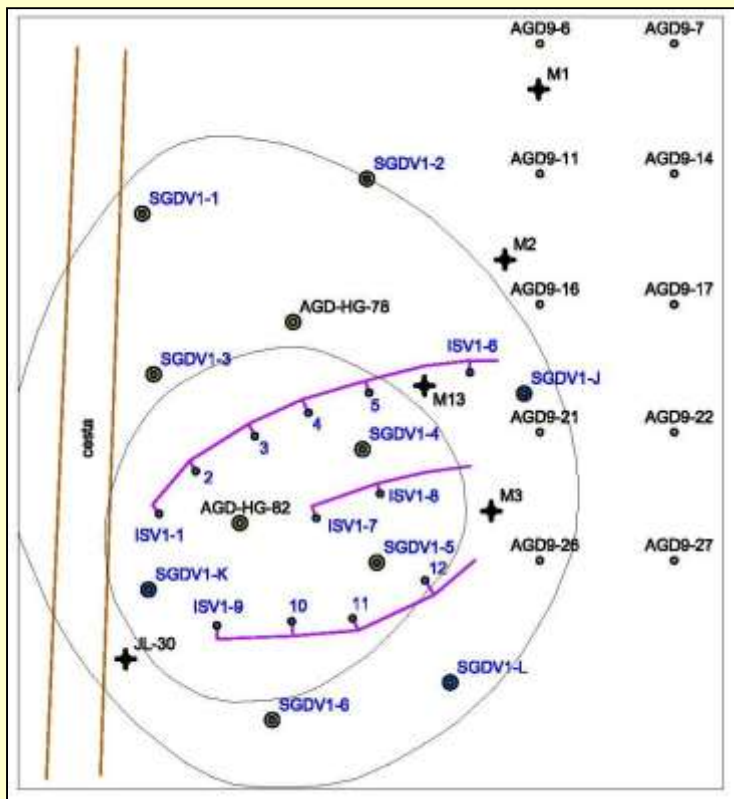
Metóda	Doba prevádzky	Bilancia
ISCO	VIII - X/2015	infiltrácia 40 m ³ vody 60 kg KMnO ₄
HRC	X/2015	80 l kyseliny mliečnej
sanačné čerpanie a čistenie	VIII - X/2015	čerpanie 10 vrtov 8,8 m ³ vody



ENVIGEO®



Sanácia in-situ na VC1



⊙ AGD-HG-100, ...	existujúce hydrogeologické vrtý (etapa AAR)
✦ M1	existujúci starší vrt
○ AGD9-26	existujúce infiltračné sondy (etapa AAR)
● ISV1-1 až 12	nové infiltračné sondy á 4 m (12 ks)
⊙ SGD1-1 až 6	nové sanačné vrtý á 7 m (6 ks)
⊙ SGD1-7, K, L	nové sanačné vrtý á 20 m (3 ks)

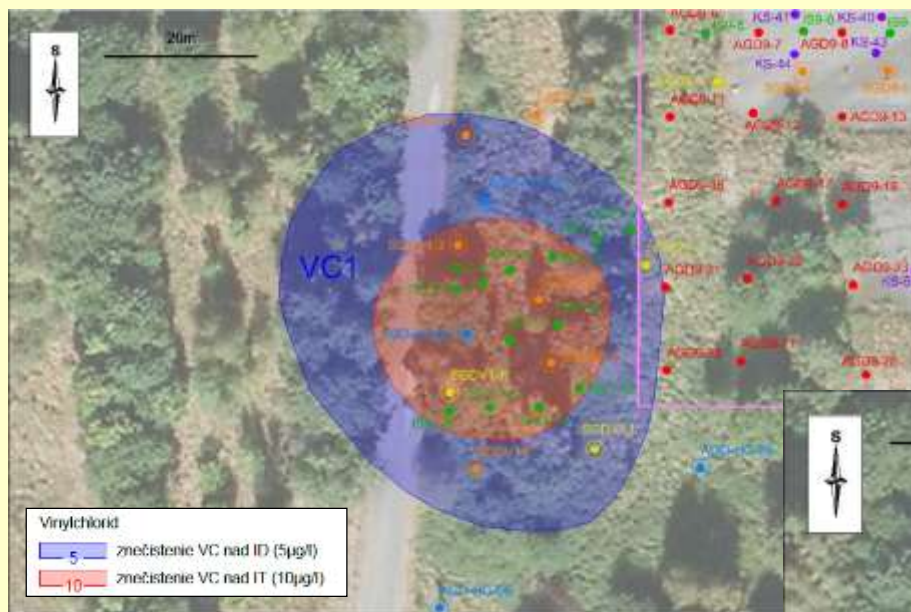




ENVIGEO®



Sanácia in-situ na VC1



Sanácia podzemnej vody

Metóda	Doba prevádzky	Bilancia
ISCO	VIII - X/2015	infiltrácia 38 m ³ vody 68 kg KMnO ₄
HRC	X/2015	80 l kyseliny mliečnej
sanačné čerpanie a čistenie	VIII - X/2015	čerpanie 9 vrtov 11,2 m ³ vody

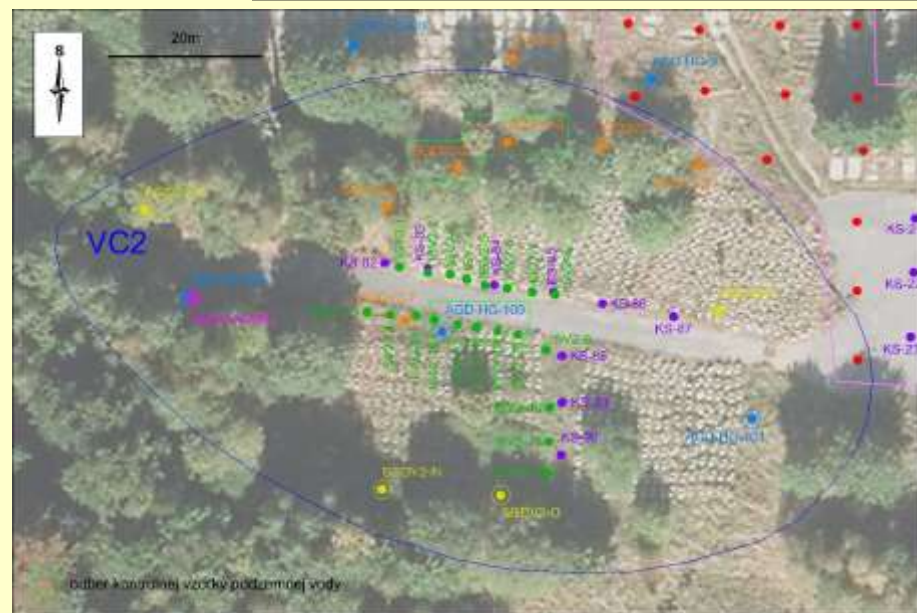
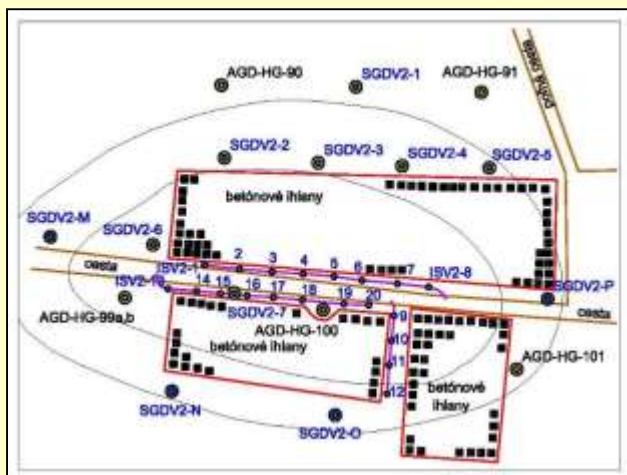
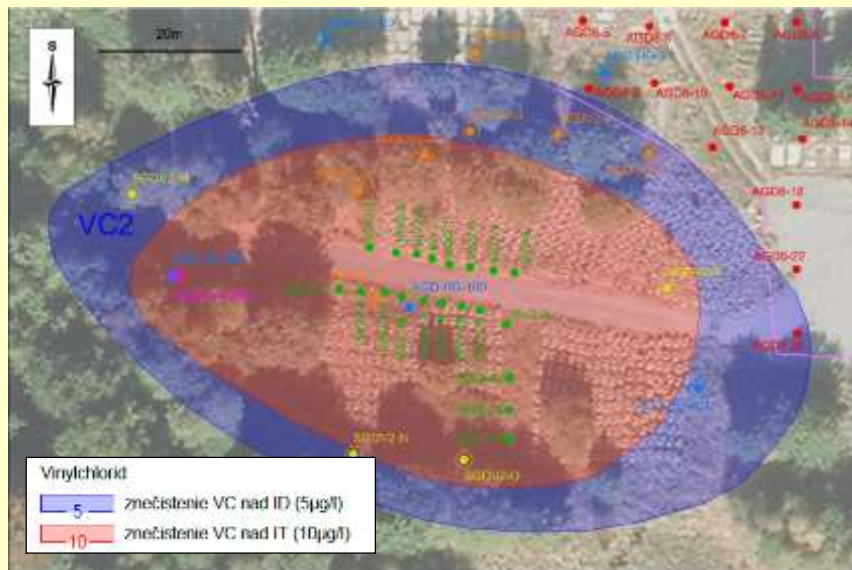




ENVIGEO®



Sanácia in-situ na VC2





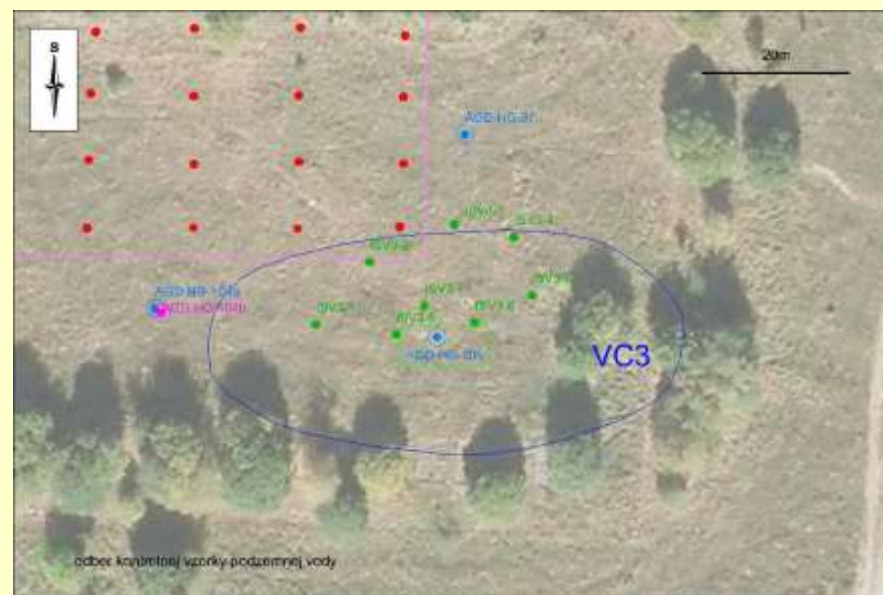
ENVIGEO®



Sanácia in-situ na VC3



Sanácia podzemnej vody		
Metóda	Doba prevádzky	Bilancia
ISCO	X/2015	infiltrácia 14 m ³ vody 28 kg KMnO ₄
HRC	X/2015	20 l kyseliny mliečnej
sanačné čerpanie a čistenie	X/2015	čerpanie 1 vrtu 1,4 m ³ vody





ENVIGEO®



Kontrola účinnosti sanácie

Tabuľka 45. Hodnotenie dosiahnutia cieľových hodnôt sanácie na čiastkových plochách AGD-1, AGD-8, AGD-9 a AGD-4

Štatistické hodnotenie čiastkovej lokality pre ukazovateľ NEL-IR	AGD-1	AGD-8	AGD-9	AGD-4
Počet kontrolných vzoriek - H1:	20	18	12	14
Počet kontrolných vzoriek - H2:	20	18	12	14
Počet kontrolných vzoriek spolu:	40	36	24	28
Cieľová hodnota sanácie (CHS) pre danú čiastkovú lokalitu:	400	400	400	300
Počet vzoriek prekračujúcich CHS - H1:	0	0	0	0
Počet vzoriek prekračujúcich CHS - H2:	1	2	2	2
Počet vzoriek prekračujúcich CHS spolu:	1	2	2	2
Percentuálny podiel vzoriek nad CHS - H1:	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Percentuálny podiel vzoriek nad CHS - H2:	5,00%	11,11%	16,67%	14,29%
Percentuálny podiel vzoriek nad CHS spolu:	2,50%	5,56%	8,33%	7,14%
Maximálne percento prekročenia :	10%	10%	10%	10%
Hodnotenie plnenia CHS:	splnené	splnené	splnené	splnené
Priemerná koncentrácia NEL-IR - H1:	71,6	78,3	118,3	97,4
Priemerná koncentrácia NEL-IR - H2:	132,2	543,8	298,9	178,2
Priemerná koncentrácia NEL-IR spolu:	104,6	292,6	193,0	134,0

Poznámka: H1 - hĺbka 0,5 - 1,5 m p.t., H2 - hĺbka 2,5 - 3,5 m p.t., CHS - cieľová hodnota sanácie



ENVIGEO®



Kontrola účinnosti sanácie

Tabuľka 46. Hodnotenie dosiahnutia cieľových hodnôt sanácie na čiastkových plochách TCE+AGD-5, AGD-3 a AGD-8 / VC2

Štatistické hodnotenie čiastkovej lokality pre ukazovateľ NEL-IR	TCE + AGD-5 spolu	AGD-3	AGD-8 / VC2
Počet kontrolných vzoriek spolu:	20	14	18
Počet vzoriek prekračujúcich CHS spolu:	1	1	0
Percentuálny podiel vzoriek nad CHS spolu:	5,00%	7,14%	0,00%
Maximálne percento prekročenia :	10%	10%	10%
Hodnotenie plnenia CHS:	splnené	splnené	splnené
Priemerná koncentrácia NEL-IR spolu:	96,1	83,5	86,3





ENVIGEO®



Rozpočet prác – projekt a skutočné čerpanie

Názov výkonu	Cena v EUR bez DPH (projekt)	Cena v EUR bez DPH (skutočnosť)
Spracovanie projektu geologickej úlohy	13 500,00 €	13 500,00 €
Sled, riadenie, koordinácia	17 000,00 €	17 000,00 €
Strety záujmov, vstupy, vytýčenie inž. sietí	3 000,00 €	3 000,00 €
Technické práce	397 561,00 €	377 771,50 €
Odbery vzoriek na analýzy	62 303,00 €	60 653,00 €
Terénne merania	171 479,00 €	159 946,00 €
Laboratórne práce	208 713,00 €	208 302,00 €
Sanácia environmentálnej záťaže	462 665,00 €	521 405,00 €
Záverečné spracovanie - vyhodnotenie, spracovanie záverečnej správy zo sanácie EZ, vrátane AAR (predsanačnej a posanačnej)	9 200,00 €	9 200,00 €
Záverečná oponentúra	1 300,00 €	2 600,00 €
Spolu bez rezervy	1 346 721,00 €	1 373 377,50 €
Rozpočtová rezerva [€]	67 336,05 €	
Úloha celkom bez rozpočtovej rezervy vrátane DPH [€]	1 616 065,20 €	1 648 053,00 €



ENVIGEO®



Ďakujem za pozornosť!