

METODICKÁ PRÍRUČKA GEOLOGICKÉHO PRIESKUMU ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA V ZNEČISTENOM ÚZEMÍ



Túto publikáciu vydala Slovenská agentúra životného prostredia
v úzkej spolupráci s Ministerstvom životného prostredia Slovenskej republiky v rámci národného projektu 3 INFOAKTIVITY.

Vydavateľ:

Slovenská agentúra životného prostredia
Tajovského 28
975 90 Banská Bystrica
Slovenská republika
Tel.: + 421 48 4374 165
www.sazp.sk

Názov publikácie:

METODICKÁ PRÍRUČKA GEOLOGICKÉHO PRIESKUMU ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA
V ZNEČISTENOM ÚZEMÍ

Kolektív autorov:

RNDr. Jaroslav Schwarz
RNDr. Slavomír Mikita, PhD.
RNDr. Julián Filo
Ing. Jaroslav Valko
RNDr. Jaroslav Vozár
Ing. Zoltán Jasovský
RNDr. Miroslav Drahoš
RNDr. Ľubomír Jurkovič, PhD.
RNDr. Pavol Pitoňák, PhD.
RNDr. Radovan Masiar
RNDr. Jana Nigrínyová

Metodické vedenie a odborná oponentúra:

RNDr. Vlasta Jánová, PhD., MŽP SR
RNDr. Viera Maťová, MŽP SR
RNDr. Anton Auxt

Odborný garant informačnej aktivity 5.3.8. národného projektu 3 INFOAKTIVITY:

Ing. Jaromír Helma, PhD., SAŽP
Redakčná a jazyková úprava:
Ing. Katarína Paluchová, SAŽP
Ing. arch. Elena Bradiaková, SAŽP

Foto © Archív autorov a SAŽP, foto na obálke: archív SAŽP

Rok vydania: 2020

Poradie vydania: 1. vydanie

Počet strán: 170

Formát: 21 × 29,7 cm

ISBN: 978-80-8213-019-8



Citácia publikácie:

Slovenská agentúra životného prostredia (2020). METODICKÁ PRÍRUČKA GEOLOGICKÉHO PRIESKUMU ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA V ZNEČISTENOM ÚZEMÍ. Banská Bystrica: Slovenská agentúra životného prostredia. 170 s.
Dostupné aj na internete: <https://www.sazp.sk/zivotne-prostredie/environmentalne-sluzby/environmentalne-zataze-4018.html>

Aktivita sa realizuje v rámci národného projektu

Zlepšovanie informovanosti a poskytovanie poradenstva v oblasti zlepšovania kvality životného prostredia na Slovensku.
Projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu EÚ v rámci Operačného programu Kvalita životného prostredia (2014 – 2020).

METODICKÁ PRÍRUČKA GEOLOGICKÉHO PRIESKUMU ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA V ZNEČISTENOM ÚZEMÍ

Podakovanie:

Vydavateľ ďakuje všetkým autorom príručky, oponentom, členom komisie MŽP SR na posudzovanie záverečných správ s analýzou rizika znečisteného územia, predstaviteľom odbornej verejnosti a všetkým ostatným, ktorí aktívne prispeli k jej zostaveniu a vydaniu.

METODICKÁ PRÍRUČKA GEOLOGICKÉHO PRIESKUMU ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA V ZNEČISTENOM ÚZEMÍ

Október 2020

Aktivita sa realizuje v rámci národného projektu

Zlepšovanie informovanosti a poskytovanie poradenstva v oblasti zlepšovania kvality životného prostredia na Slovensku.

Projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu EÚ v rámci Operačného programu Kvalita životného prostredia.

Metodická príručka geologického prieskumu životného prostredia v znečistenom území (skrátene metodická príručka) vychádza zo zákona č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) v znení neskorších predpisov a vyhlášky Ministerstva životného prostredia SR (MŽP SR) č. 51/2008 Z. z., ktorou sa vykonáva geologický zákon v znení neskorších predpisov.

Ustanovenia metodickej príručky sa môžu použiť aj na niektoré práce vykonávané podľa zákona č. 359/2007 Z. z. o prevencii a náprave environmentálnych škôd a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov, zákona č. 409/2011 Z. z. o niektorých opatreniach na úseku environmentálnej záťaže a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení zákona č. 49/2018 Z. z., zákona č. 39/2013 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a zákona č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch (vodný zákon) v znení neskorších predpisov.

Vypracovanie metodickej príručky zabezpečila Slovenská agentúra životného prostredia (SAŽP) Banská Bystrica v rámci projektu INFOAKTIVITY, odborným garantom aktivity projektu bol Ing. Jaromír Helma, PhD.

Metodickú príručku vypracovala skupina odborníkov, ktorej koordinátorom bol RNDr. Jaroslav Schwarz. Podklady vypracovali RNDr. Slavomír Mikita, PhD., RNDr. Julián Filo, Ing. Jaroslav Valko, RNDr. Jaroslav Vozár, Ing. Zoltán Jasovský, RNDr. Miroslav Drahoš, RNDr. Ľubomír Jurkovič, PhD., RNDr. Pavol Pitoňák, PhD., RNDr. Radovan Masiar a RNDr. Jana Nigrínyová.

Spracovatelia metodickej príručky ďakujú za odborné pripomienky a usmernenia v rámci odbornej oponentúry RNDr. Vlaste Jánovej, PhD., RNDr. Viere Maťovej a RNDr. Antonovi Auxtovi.

Podakovanie patrí aj členom komisie MŽP SR na posudzovanie a schvaľovanie záverečných správ s analýzou rizika znečisteného územia, ako aj geologickej verejnosti za aktívny a kooperatívny prístup pri odstraňovaní nejasností a chýb metodickej príručky počas workshopov organizovaných SAŽP Banská Bystrica v rámci projektu INFOAKTIVITY.

Text metodickej príručky prešiel internou jazykovou úpravou v rámci aktivity projektu.

Obsah

1. Úvod	7
2. Účel a pôsobnosť metodickéj príručky	8
2.1 Definícia znečisteného územia	8
2.2 Cieľ a pôsobnosť metodickéj príručky	8
3. Vysvetlenie pojmov	9
3.1 Základné pojmy a ustanovenia zavedené v právnom poriadku Slovenskej republiky	9
3.2 Základné pojmy definované pre účely metodickéj príručky	11
4. Orientačný, podrobný a doplnkový prieskum životného prostredia	13
4.1 Požiadavky na práce orientačného prieskumu znečisteného územia	13
4.2 Požiadavky na práce podrobného prieskumu znečisteného územia	15
4.3 Požiadavky na práce doplnkového prieskumu znečisteného územia	17
5. Druhy prác a metódy prieskumu znečisteného územia	18
5.1 Technické práce	20
5.2 Geofyzikálne merania	25
5.3 Geochemické práce	32
5.4 Geologické činnosti	36
5.5 Vzorokovacie práce	45
5.6 Laboratórne práce	49
5.7 Geodetické činnosti	52
5.8 Terénne skúšky a merania	56
6. Odporúčaný postup pri prieskume znečisteného územia špecifickou znečisťujúcou látkou	62
7. Postup pri posudzovaní a schvaľovaní záverečných správ s analýzou rizika znečisteného územia Ministerstvom životného prostredia SR	63
7.1 Posudzovanie a schvaľovanie záverečných správ	63
7.2 Predloženie záverečnej správy na posúdenia a správny poplatok	63
7.3 Oponenti záverečnej správy s analýzou rizika znečisteného územia	64
7.4 Zasadnutie komisie pre posudzovanie a schvaľovanie záverečných správ s analýzou rizika znečisteného územia	65
7.5 Oprava a odovzdanie záverečnej správy s analýzou rizika znečisteného územia	66
7.6 Odovzdávanie a sprístupňovanie záverečných správ	67
8. Osobitosti prieskumu znečisteného územia pri geologických prácach vykonávaných na účely vybraných zákonov	68
8.1 Osobitosti prieskumu znečisteného územia pre potreby zákona o environmentálnej škode (zákon č. 359/2007 Z. z.)	68
8.2 Osobitosti prieskumu znečisteného územia pre potreby vodného zákona (zákon č. 364/2004 Z. z.) podľa § 41 Mimoriadne zhoršenie kvality vôd alebo mimoriadne ohrozenie kvality vôd ...	69
8.3 Osobitosti prieskumu znečisteného územia podľa § 7 zákona č. 409/2011 Z. z. o niektorých opatreniach na úseku environmentálnej záťaže a o zmene a doplnení niektorých zákonov	71
8.4 Osobitosti prieskumu znečisteného územia pre potreby vypracovania východiskovej správy podľa § 8 zákona č. 39/2013 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov	71
9. Literárne zdroje a zdroje obrázkov	73
10. Zoznam príloh	75

PRÍLOHA Č. 1: ODPORÚČANÝ POSTUP NA URČENIE MINIMÁLNEHO POČTU PRIESKUMNÝCH BODOV	76
<i>A. Orientačný geologický prieskum životného prostredia</i>	76
<i>B. Podrobný geologický prieskum životného prostredia</i>	81
<i>C. Doplnkový geologický prieskum životného prostredia</i>	84
PRÍLOHA Č. 2: ODPORÚČANÉ TYPY VZORKOVNÍK A ZÁKLADNÉ POKYNY PRE ODBER VÔD	85
PRÍLOHA Č. 3: VŠEOBECNÉ POŽIADAVKY NA VZORKÁRA A VZORKOVACIE PRÁCE Z HĽADISKA ZABEZPEČENIA VZORKOVACÍCH PÁČ, BEZPEČNOSTI PRÁCE A OCHRANY ZDRAVIA PRI PRÁCI.....	90
PRÍLOHA Č. 4: PREHĽAD VYBRANÝCH SLOVENSKÝCH TECHNICKÝCH NORIEM A INÝCH TECHNICKÝCH DOKUMENTOV PRE ODBER VZORIEK VÔD, DNOVÝCH A RIEČNYCH SEDIMENTOV, KALOV, SYPKÝCH A ZRNITÝCH MATERIÁLOV, ODPADOV A ŤAŽOBNÝCH ODPADOV	91
PRÍLOHA Č. 5: OBSAH ZÁVEREČNEJ SPRÁVY Z ODSTRANOVANIA NÁSLEDKOV MIMORIADNEHO ZHORŠENIA VÔD	95
<i>Príloha 5a: Obsah záverečnej správy z odstraňovania následkov mimoriadneho zhoršenia vôd, kde prieskum znečistenia bol spojený s okamžitým odstraňovaním znečistenej zeminy.....</i>	95
<i>Príloha 5b: Obsah záverečnej správy z odstraňovania následkov mimoriadneho zhoršenia vôd, kde prieskum znečistenia bol spojený so sanáciou zemín a podzemnej vody</i>	95
PRÍLOHA Č. 6: NÁLEŽITOSTI SÚHRNNEJ GEOLOGICKEJ DOKUMENTÁCIE VRTU	97
<i>Náležitosti súhrnnej geologickej dokumentácie mapovacieho vrtu</i>	97
<i>Náležitosti súhrnnej geologickej dokumentácie hydrogeologického vrtu.....</i>	97
PRÍLOHA Č. 7: OBSAH A NÁLEŽITOSTI PROJEKTU GEOLOGICKEJ ÚLOHY PRIESKUMU ENVIRONMENTÁLNEJ ZÁŤAŽE	98
Náležitosti titulných strán.....	98
Obsah projektu geologickej úlohy prieskumu environmentálnej záťaže	99
PRÍLOHA Č. 8: ZOZNAM INŠTITÚCIÍ, S KTORÝMI JE POTREBNÉ RIEŠIŤ STRETY ZÁUJMOV.....	104
PRÍLOHA Č. 9: ZÁKLADNÉ POŽIADAVKY NA ZODPOVEDNÉHO RIEŠITEĽA GEOLOGICKEJ ÚLOHY PRI RIADENÍ TECHNICKÝCH PRÁČ	106
PRÍLOHA Č. 10: TESTY EKOTOXICITY.....	108
PRÍLOHA Č. 11: ODPORÚČANÝ OBSAH ODBORNÉHO POSUDKU ZÁVEREČNEJ SPRÁVY Z GEOLOGICKÉHO PRIESKUMU ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA S ANALÝZOU RIZIKA	114
PRÍLOHA Č. 12: ODPORÚČANÝ POSTUP PRE ODBER VZORIEK PODZEMNEJ VODY Z VRTU	115
PRÍLOHA Č. 13: ODPORÚČANÝ POSTUP PRE VYBRANÉ PRÍPADY PRIESKUMU ZNEČISTENÉHO ÚZEMIA ŠPECIFICKOU ZNEČISŤUJÚCOU LÁTKOU	121
A. Prípady znečisťovania územia vo vzťahu k typu hydrogeologickej štruktúry.....	121
B. Prípady znečisťovania územia podľa druhu znečisťujúcej látky.....	127
C. Literárne zdroje a zdroje obrázkov v prílohe.....	146
PRÍLOHA Č. 14: ŠPECIACNÁ ANALÝZA A BIOPRÍSTUPNOSŤ	148
PRÍLOHA Č. 15: PROBLEMATIKA STANOVENIA OBSAHU ROPNÝCH LÁTOK A INTERPRETÁCIA VÝSLEDKOV.....	155
PRÍLOHA Č. 16: NÁVRH OSVEDČENÝCH POSTUPOV PRE IMPLEMENTÁCIU DO SYSTÉMOV RIADENIA KVALITY NA VYKONÁVANIE PRIESKUMU ZNEČISTENÉHO ÚZEMIA	157
PRÍLOHA Č. 17: VZORY DOKUMENTOV PÍSMONEJ GEOLOGICKEJ DOKUMENTÁCIE	161

Zoznam skratiek

BTEX	- benzén, toluén, etylbenzén, xylény
BOZP	- bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci
<i>direct-push</i>	- metóda priameho zatlačania sútyčia, používaná vzorkovacími súpravami
C ₁₀ – C ₄₀	- uhl'ovodíkový index
CIU	- (alifatické) chl'ované uhl'ovodíky
CPT	- <i>Cone Penetration Testing</i> (kužel'ová/statická penetračná skúška)
DEMP	- dipólové elektromagnetické profilovanie
DCE	- dichlóretén/dichlóretylén
DNAPL	- <i>Dense Non-Aqueous Phase Liquid</i> (hustá kvapalina bez vodnej fázy)
DO	- <i>Dissolved Oxygen</i> (rozpuštný kyslík)
EC	- elektolytická vodivosť (<i>Electrolytic Conductivity</i>)
EC50	- <i>Effective Concentration</i> (efektívna koncentrácia)
Eh	- redox potenciál
ERT	- <i>Electric Resistivity Tomography</i> (elektrická odporová tomografia)
ETRS	- Európsky terestrický referenčný systém
EZ	- environmentálna záťaž
EOCl	- extrahovateľný organicky viazaný chlór
EÚ	- Európska únia
ex-situ	- mimo miesta pôvodného výskytu, na inom mieste (z lat.)
GNSS	- globálny navigačný družicový systém (<i>Global Navigation Satellite System</i>)
GPS	- globálny systém na určenie polohy (<i>Global Positioning System</i>)
GSD	- <i>Ground Sampling Distance</i>
GPR	- <i>Ground Penetrating Radar</i>
GSM	- globálny systém mobilných komunikácií (<i>Global System for Mobile Communications</i>)
HPT	- <i>Hydraulic Profiling Tool</i> (sonda hydraulického profilovania)
IC50	- <i>Inhibitory Concentration</i> (inhibičná koncentrácia)
ID	- indikačné kritérium
<i>in-situ</i>	- na mieste (z lat.)
IPKZ	- integrovaná prevencia a kontrola znečisťovania
IT	- intervenčné kritérium
LNAPL	- <i>Light Non-Aqueous Phase Liquid</i> (ľahká kvapalina bez vodnej fázy)
LOD	- medza dokázateľnosti (<i>Limit of Detection</i> , z angl.)
LOQ	- medza stanoviteľnosti (<i>Limit of Qualification</i> , z angl.)
MIP	- <i>Membrane Interface Probe</i> (sonda s membránovým rozhraním)
MTBE	- metyl-terc-butyléter
MŽP SR	- Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky
NEL	- nepolárne extrahovateľné látky
NEL-GC	- nepolárne extrahovateľné látky stanovované chromatograficky (alternatívna aj ako uhl'ovodíkový index alebo C ₁₀ – C ₄₀)
NEL-IR	- nepolárne extrahovateľné látky stanovované v infračervenej časti spektra (alternatívne NEL-IČ)

NEL-UV	- nepolárne extrahovateľné látky stanovované v ultrafialovej časti spektra
on-line	- v aktuálnom čase, priebežne
OIP	- <i>Optical Image Profiler</i> (optická obrazová sonda)
OOPP	- osobné ochranné pracovné pomôcky
OP	- odporové profilovanie
ORP	- oxidačno-redukčný potenciál
OTN	- odborová technická norma
PAU	- polycyklické aromatické uhl'ovodíky
PCB	- polychlórované bifenyly
PCE	- perchlóretén/perchlóretylén/tetrachlóretén/tetrachlóretylén (alt. názvy)
PDOP	- parameter presnosti priestorovej polohy (z angl. – <i>Positional Dilution of Precision</i>)
PE	- polyetylén
pH	- reakcia vody
PMB	- pomocné meračské body
PTP	- potenciálne toxické prvky
PVC	- polyvinylchlorid
REZ	- Register environmentálnych záťaží
PHM	- pohonné hmoty a mazadlá
RTK	- kinematická metóda v reálnom čase (<i>Real-time Kinematic</i>)
SAŽP	- Slovenská agentúra životného prostredia
SHMÚ	- Slovenský hydrometeorologický ústav
S-JTSK	- Súradnicový systém Jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej
SKPOS	- Slovenská priestorová observačná služba
SNAS	- Slovenská národná akreditačná služba
SP	- spontánna polarizácia
SR	- Slovenská republika
STN	- slovenská technická norma
TCE	- trichlóretén/trichlóretylén
TECE	- tetrachlóretén/tetrachlóretylén
TNI	- technické normalizačné informácie
TOC	- celkový organický uhlík (<i>Total Organic Carbon</i>)
TSD	- celkové rozpustné látky (<i>Total Dissolved Solids</i>)
TPH	- <i>Total Petroleum Hydrocarbons</i> (ropné uhl'ovodíky)
TU	- <i>Toxicity Unit</i> (jednotka toxicity)
UAV	- bezpilotované letecké prostriedky (<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>)
VC	- vinylchlorid/chlóretén
VES	- vertikálne elektrické sondovanie
ŽP	- životné prostredie

1. Úvod

Metodická príručka na prieskum znečisteného územia (ďalej len Metodická príručka) je vypracovaná v rámci aktivít Národného projektu 3 – Zlepšovanie informovanosti a poskytovanie poradenstva v oblasti zlepšovania kvality životného prostredia na Slovensku (INFOAKTIVITY). Národný projekt 3 je podporený v rámci Operačného programu Kvalita životného prostredia, prioritná os 1 (Udržateľné využívanie prírodných zdrojov prostredníctvom rozvoja environmentálnej infraštruktúry), investičná priorita 1.4 Prijatie opatrení na zlepšenie mestského prostredia, revitalizácie miest, oživenia a dekontaminácie opustených priemyselných areálov ...) špecifický cieľ 1.4.2. Zabezpečenie sanácie environmentálnych záťaží v mestskom prostredí, ako aj v opustených priemyselných lokalitách (vrátane oblastí, ktoré prechádzajú zmenou).

Oprávneným prijímateľom v rámci Národného projektu 3 je SAŽP Banská Bystrica, ktorá zabezpečuje realizáciu jednotlivých aktivít. Projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu Európskej únie.

Metodická príručka je určená predovšetkým zodpovedným riešiteľom geologických úloh, ktorí vykonávajú geologický prieskum životného prostredia podľa zákona č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) v znení neskorších predpisov (ďalej len zákon č. 569/2007 Z. z.), prípadne vykonávajú odpovedajúce prieskumné práce za iným účelom (definovaným nižšie), tiež objednávateľom geologických prác, verejným obstarávateľom geologických prác a orgánom štátnej správy, ktorých činnosť sa týka znečistených území.

2. Účel a pôsobnosť metodickéj príručky

2.1 Definícia znečisteného územia

Znečistené územie¹ znamená priestor (horninové prostredie, podzemná voda, pôdny vzduch, kontaminačný mrak), v ktorom sú prítomné nebezpečné látky a škodlivé látky v dôsledku ľudského zásahu. Tento pojem je definovaný v smernici Ministerstva životného prostredia SR č. 1/2015 – 7 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia (ďalej len smernica MŽP SR č. 1/2015 – 7) na základe požiadavky vyplývajúcej z ustanovení zákona č. 569/2007 Z. z. (geologický zákon), podľa ktorej sa analýza rizika znečisteného územia má vypracovať zakaždým, keď sa geologickým prieskumom zistí a overí prítomnosť závažného znečistenia spôsobeného činnosťou človeka, bez ohľadu na to, či je znečistené územie klasifikované ako environmentálna záťaž, environmentálna škoda alebo kontaminačný mrak.

Takéto územie sa označuje všeobecným pojmom *znečistené územie* a geologický prieskum životného prostredia, alebo geologické práce podobného charakteru na ňom vykonávané, sa označuje ako *prieskum znečisteného územia*.

2.2 Cieľ a pôsobnosť metodickéj príručky

Cieľom metodickéj príručky je poskytnúť syntézu metodických postupov a prístupov, ktoré môžu slúžiť pri vykonávaní prieskumu znečisteného územia ako príklad správnych postupov (*good practice*). Za **správny postup** sa pokladá postup efektívny a úspešný, opakovateľný, technicky realizovateľný, environmentálne a ekonomicky udržateľný, adaptabilný a minimalizujúci chybovosť a riziko.

Pôsobnosť metodickéj príručky na prieskum znečisteného územia je vymedzená predovšetkým geologickými prácami², ktoré sa vykonávajú podľa § 2 ods. 3 písm. d) zákona č. 569/2007 Z. z. a § 7 vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z., ktorými je definovaný **geologický prieskum životného prostredia**.

Postupy podľa tejto metodickéj príručky je možné použiť aj pri prácach podobného charakteru vykonávaných na účely zákonov ako napríklad:

- zisťovanie základného stavu podľa § 2 ods. 5 zákona č. 359/2007 Z. z. o prevencii a náprave **environmentálnych škôd** a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (ďalej len zákon č. 359/2007 Z. z.),
- vykonanie geologického prieskumu životného prostredia na zistenie stavu nehnuteľnosti pri preveze nehnuteľnosti a vlastníckeho práva podľa § 7 zákona č. 409/2011 Z. z. o niektorých opatreniach na úseku **environmentálnej záťaže** a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení zákona č. 49/2018 Z. z. (ďalej len zákon č. 409/2011 Z. z.),
- vypracovanie **východiskovej správy** podľa § 8 zákona č. 39/2013 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (ďalej len zákon č. 39/2013 Z. z.),
- vykonanie opatrení na zneškodnenie **mimoriadneho zhoršenia vôd** podľa § 41 zákona č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch (vodný zákon) v znení neskorších predpisov (ďalej len zákon č. 364/2004 Z. z.).

¹ Čl. 2 bod (45) smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7.

² § 2 zákona č. 569/2007 Z. z.

3. Vysvetlenie pojmov

3.1 Základné pojmy a ustanovenia zavedené v právnom poriadku Slovenskej republiky

- analýza rizika znečisteného územia³ je proces zahrňujúci popis a zhodnotenie východiskových podmienok na znečistenom území, vyhodnotenie súčasných a potenciálnych rizík s ohľadom na súčasné a budúce využitie územia a navrhnutie variantov nápravných opatrení;
- biologická kontaktná zóna⁴ (1,5 až 2 m pod povrchom terénu) je vrchná časť horninového prostredia, t. j. tá časť horninového prostredia, s ktorou prichádzajú do styku živé organizmy;
- cieľová hodnota sanácie znečisteného územia⁵ je koncentrácia znečisťujúcich látok pre jednotlivé dominantne nebezpečné a škodlivé znečisťujúce látky v jednotlivých zložkách životného prostredia, ktorá sa odporúča na základe hodnotenia rizika s ohľadom na existujúce a potenciálne využitie územia. Táto hodnota musí zaručovať ochranu zdravia človeka a životného prostredia;
- environmentálnou škodou⁶ sa rozumie škoda na
 1. chránených druhoch a chránených biotopoch, ktorá má závažné nepriaznivé účinky na dosahovanie alebo udržiavanie priaznivého stavu ochrany chránených druhov a chránených biotopov s výnimkou už skôr identifikovaných nepriaznivých účinkov vzniknutých následkom konania prevádzkovateľa, na ktoré bol výslovne oprávnený v súlade s osobitným predpisom,
 2. vode, ktorá má závažné nepriaznivé účinky na ekologický, chemický alebo kvantitatívny stav vôd alebo na ekologický potenciál vôd s výnimkou nepriaznivých účinkov ustanovených v osobitnom predpise, alebo
 3. pôde spočívajúca v znečistení pôdy predstavujúcom závažné riziko nepriaznivých účinkov na zdravie v dôsledku priameho alebo nepriameho zavedenia látok, prípravkov, organizmov alebo mikroorganizmov na pôdu, do pôdy alebo pod jej povrch;
- environmentálna záťaž⁷ je znečistenie územia spôsobené činnosťou človeka, ktoré predstavuje závažné riziko pre ľudské zdravie alebo horninové prostredie, podzemnú vodu a pôdu s výnimkou environmentálnej škody;
- geologický prieskum životného prostredia⁸ je prieskum, ktorým sa zisťujú a overujú
 1. geologické činitele ovplyvňujúce toto prostredie vrátane zisťovania znečistenia spôsobeného činnosťou človeka v horninovom prostredí, podzemnej vode a pôde a navrhujú sa sanačné opatrenia alebo
 2. pravdepodobná environmentálna záťaž alebo environmentálna záťaž, vyhodnocujú sa súčasné a potenciálne riziká environmentálnej záťaže s ohľadom na súčasné a budúce využitie územia a navrhujú sa sanačné opatrenia, alebo
 3. geologické podmienky na zriaďovanie a prevádzku úložísk rádioaktívnych odpadov a iných odpadov v podzemných priestoroch;

³ Čl. 2 bod (18) smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7.

⁴ Čl. 2 bod (18) smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7.

⁵ Čl. 2 bod (20) smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7.

⁶ § 2 ods. 1 písm. a) zákona č. 359/2007 Z. z.

⁷ § 3 písm. t) zákona č. 569/2007 Z. z.

⁸ § 3 písm. d) zákona č. 569/2007 Z. z.

- indikačné kritérium⁹ (ID) je hraničná hodnota koncentrácie znečisťujúcej látky stanovenej pre pôdu, horninové prostredie a podzemnú vodu, ktorej prekročenie môže ohroziť ľudské zdravie a životné prostredie, tzn. táto situácia vyžaduje monitorovanie znečisteného územia;
- intervenčné kritérium¹⁰ (IT) je kritická hodnota koncentrácie znečisťujúcej látky stanovenej pre pôdu, horninové prostredie a podzemnú vodu, ktorej prekročenie pri danom spôsobe využitia územia predpokladá vysokú pravdepodobnosť ohrozenia ľudského zdravia a životného prostredia, tzn. je nutné vykonať podrobný geologický prieskum životného prostredia s analýzou rizika znečisteného územia;
- kontaminačný mrak či mrak znečistenia¹¹ je časť vodného útvaru podzemnej vody znečistená znečisťujúcimi látkami pochádzajúcimi z bodových zdrojov znečistenia alebo znečistenej zeminy nad úroveň kritéria kvality podzemnej vody, s možným negatívnym vplyvom na šírenie sa znečistenia, dobrý chemický stav útvaru podzemnej vody či riziko pre ľudské zdravie a pre životné prostredie;
- mimoriadne zhoršenie kvality vôd alebo mimoriadne ohrozenie kvality vôd (ďalej len „mimoriadne zhoršenie vôd“)¹² je náhle, nepredvídané a závažné zhoršenie alebo závažné ohrozenie kvality vôd spôsobené vypúšťaním odpadových vôd bez povolenia alebo v rozpore s ním, alebo spôsobené neovládateľným únikom škodlivých látok a obzvlášť škodlivých látok, ktoré sa prejavujú najmä zafarbením alebo zápachom vody, tukovým povlakom, vytváraním peny, výskytom uhynutých rýb na hladine vody alebo výskytom škodlivých látok a obzvlášť škodlivých látok v prostredí súvisiacom s povrchovou vodou alebo podzemnou vodou;
- pásмо nasýtenia¹³ je časť horninového prostredia, v ktorej sú všetky póry celkom vyplnené vodou; tvorí ho zvrstvenie (jednotná a súvislá akumulácia podzemnej vody v hornine) a nasýtená časť kapilárnej obruby (časť horninového prostredia tesne nad hladinou podzemnej vody);
- pásмо prevzdušnenia¹⁴ je časť pôdneho alebo horninového prostredia, v ktorej je časť pórov vyplnená vzduchom; leží medzi povrchom terénu a pásmom nasýtenia;
- sanácia geologického prostredia¹⁵ sú práce vykonávané v horninovom prostredí, podzemnej vode a pôde, ktoré zahŕňajú špeciálne technologické postupy zamerané na odstránenie, zníženie alebo izoláciu vplyvov ľudskej činnosti a geodynamických javov na životné prostredie;
- sanácia environmentálnej záťaže¹⁶ sú práce vykonávané v horninovom prostredí, podzemnej vode a pôde, ktorých cieľom je odstrániť, znížiť alebo obmedziť kontamináciu na úroveň akceptovateľného rizika s ohľadom na súčasné a budúce využitie územia;
- pravdepodobná environmentálna záťaž¹⁷ je stav územia, kde sa dôvodne predpokladá prítomnosť environmentálnej záťaže;
- sanácia znečisteného územia je spoločný pojem zahŕňajúci sanáciu environmentálnej záťaže a sanáciu geologického prostredia zameranú na odstránenie znečistenia spôsobeného činnosťou človeka;

⁹ Čl. 2 bod (24) smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7.

¹⁰ Čl. 2 bod (25) smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7.

¹¹ Podľa § 4c ods. 23 zákona č. 364/2004 Z. z., upravené.

¹² § 41 ods. 1 zákona č. 364/2004 Z. z.

¹³ Čl. 2 bod (31) smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7.

¹⁴ Čl. 2 bod (32) smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7.

¹⁵ § 3 písm. n) zákona č. 569/2007 Z. z.

¹⁶ § 3 písm. s) zákona č. 569/2007 Z. z.

¹⁷ § 3 písm. u) zákona č. 569/2007 Z. z.

- skúmané územie¹⁸ je územie, na ktorom sa nachádza jedno alebo viac znečistených území; rozsah skúmaného územia sa stanoví s prihliadnutím na možný dosah prejavov znečistenia;
- zdroj znečistenia¹⁹ je zdroj, ktorý spôsobil znečistenie horninového prostredia, pôdy a podzemnej vody/povrchovej vody, pričom jeho doba pôsobenia je už ukončená;
- zdroj znečisťovania²⁰ je aktívny zdroj, ktorý trvalo uvoľňuje znečistenie do horninového prostredia, pôdy a podzemnej vody/povrchovej vody (napr. existujúce, stále funkčné výrobné prevádzky);
- znečistené územie²¹ znamená priestor (horninové prostredie, podzemná voda, pôdny vzduch, kontaminačný mrak), v ktorom sú prítomné nebezpečné látky a škodlivé látky v dôsledku ľudského zásahu.

3.2 Základné pojmy definované pre účely metodickéj príručky

- **prieskumný bod** je geologické dielo²² alebo miesto odberu vzorky vzorkovacou súpravou alebo iné miesto určené na odber vzorky horninového prostredia, pôdy, podzemnej vody na zistenie obsahu znečisťujúcich látok. Z prieskumného bodu je možné odobrať jednu alebo viac vzoriek;
- **závažné znečistenie** spôsobené činnosťou človeka môže byť:
 - závažné znečistenie horninového prostredia a zemín,
 - závažné znečistenie podzemnej vody.
- **závažné znečistenie horninového prostredia a pôdy** je také znečistenie, kde
 1. koncentrácia znečisťujúcej látky alebo látok presahuje intervenčné kritérium (IT) podľa prílohy č. 12a smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7. Závažné znečistenie horninového prostredia a pôdy je preukázané minimálne v dvoch bodových vzorkách v jednom prieskumnom bode vo vertikálnom smere (v biologickej kontaktnej zóne a v pásme prevzdušnenia alebo pásme nasýtenia) a/alebo v dvoch a viacerých prieskumných bodoch, vzdialených od seba 10 a viac metrov, v ktorých znečistenie je v priestorovej a príčinnej súvislosti, alebo
 2. koncentrácia dvoch a viacerých znečisťujúcich látok presahuje indikačné kritérium (ID) podľa prílohy č. 12a smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7, pričom znečisťujúce látky s koncentráciou presahujúcou indikačné kritérium (ID) patria do rôznych skupín ukazovateľov prílohy č. 12a smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7 (synergický efekt viacerých znečisťujúcich látok).

Závažné znečistenie horninového prostredia a pôdy je preukázané z hľadiska počtu a distribúcie vzoriek rovnako ako v odseku 1.

¹⁸ Čl. 2 bod (39) smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7.

¹⁹ Čl. 2 bod (43) smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7.

²⁰ Čl. 2 bod (44) smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7.

²¹ Čl. 2 bod (45) smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7.

²² § 3 písm. a) zákona č. 569/2007 Z. z.

- **závažné znečistenie podzemnej vody** je také znečistenie, kde
1. koncentrácia znečisťujúcej látky²³ alebo látok presahuje intervenčné kritérium (IT) podľa prílohy č. 12b smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7 a zároveň plocha znečistenia presahuje 200 m². Závažné znečistenie podzemnej vody je preukázané minimálne v dvoch a viacerých prieskumných bodoch, vzdialených od seba 10 a viac metrov, v ktorých znečistenie je v priestorovej a príčinnej súvislosti, alebo
 2. koncentrácia znečisťujúcej látky alebo látok presahuje indikačné kritérium (ID) podľa prílohy č. 12b smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7 a zároveň plocha znečistenia presahuje 1 000 m². Závažné znečistenie podzemnej vody je preukázané minimálne v troch a viacerých prieskumných bodoch, vzdialených od seba 10 a viac metrov, v ktorých znečistenie je v priestorovej a príčinnej súvislosti, alebo
 3. koncentrácia dvoch a viacerých znečisťujúcich látok presahuje indikačné kritérium (ID) podľa prílohy č. 12b smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7, pričom znečisťujúce látky s koncentráciou presahujúcou indikačné kritérium (ID) patria do rôznych skupín ukazovateľov prílohy č. 12b smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7 (synergický efekt viacerých znečisťujúcich látok) a zároveň plocha znečistenia presahuje 200 m².

Závažné znečistenie podzemnej vody je preukázané z hľadiska počtu a distribúcie vzoriek rovnako ako v odseku 1.

Závažné znečistenie môže byť definované aj inými postupmi, napríklad predbežnou analýzou rizika²⁴.

Takto definované závažné znečistenie územia predpokladá, že geologický prieskum životného prostredia, na základe ktorého sa závažnosť znečistenia posudzuje, bol vykonaný v dostatočnom rozsahu a sortimente geologických prác, a to z hľadiska hustoty siete prieskumných bodov, počtu a distribúcie vzoriek a rozsahu laboratórnych stanovení.

²³ Definícia závažného znečistenia podzemnej vody sa nevzťahuje na vybrané ukazovatele skupiny Ostatné – anorganické látky (dusitany, amónne ióny, chloridy) a skupiny Základné ukazovatele (chemická spotreba kyslíka mangánom – ChSK_{Mn}, celkový organický uhlík – TOC, elektrolytická vodivosť – κ , celkové rozpustené látky – RL a reakcia vody – pH) z prílohy č. 12b smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7.

²⁴ Predbežná analýza rizika znečisteného územia vychádza z metód a postupov analýzy rizika, ale nie je plnohodnotná v niektorom aspekte, napríklad že sa vykonávajú len prvé rozhodovacie kroky analýzy rizika, alebo výpočty nie sú založené primárne na aktuálnych terénnych údajoch, ale na predpokladaných, odvodených, neúplných či starších údajoch. Môže pozostávať z predbežných výpočtov alebo z expertného posúdenia rizikovitosti znečisteného územia z hľadiska zdrojov, expozičných ciest a receptorov znečistenia.

4. Orientačný, podrobný a doplnkový prieskum životného prostredia

4.1 Požiadavky na práce orientačného prieskumu znečisteného územia

Geologický prieskum životného prostredia zahŕňa prieskum znečisteného územia v prípadoch špecifikovaných v § 7 ods. 1 písm. b) a c) vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z., ktorou sa vykonáva geologický zákon v znení neskorších predpisov (ďalej len vyhláška MŽP SR č. 51/2008 Z. z.), kde sú vymedzené práce na zisťovaní a overovaní znečistenia horninového prostredia, podzemnej vody a pôdy spôsobeného človekom a na zisťovaní a overovaní environmentálnych záťaží.

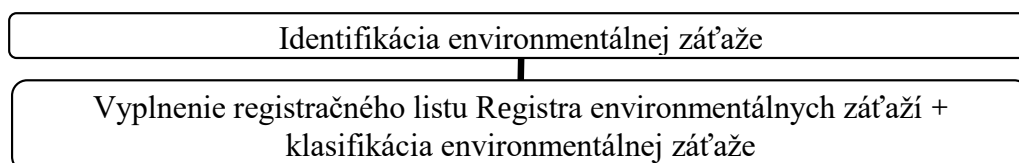
Požiadavky na **orientačný prieskum** životného prostredia sú definované v § 7 ods. 3 písm. a) bod 2 a 3 vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z. nasledovne:

„a) v orientačnom prieskume sa o. i.

2. *identifikuje, overuje a potvrdzuje prítomnosť znečistenia spôsobeného činnosťou človeka alebo prítomnosť pravdepodobnej environmentálnej záťaže alebo prítomnosť environmentálnej záťaže,*
3. *predbežne hodnotí riziko vplyvu znečistenia spôsobeného činnosťou človeka alebo vplyvu pravdepodobnej environmentálnej záťaže alebo environmentálnej záťaže na ľudské zdravie a životné prostredie.“*

Predbežné hodnotenie rizika vplyvu znečistenia je v zákone č. 409/2011 Z. z. prezentované vo forme tzv. klasifikácie environmentálnej záťaže, upravenej prílohou č. 3 k citovanému zákonu. Predbežné hodnotenie rizika je tiež možné vykonať iným spôsobom, napríklad hodnotením aktuálnosti environmentálneho rizika podľa príloh 5a, 5b alebo 5c smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7.

Ak je znečisteným územím environmentálna záťaž, postupuje sa teda nasledovne:



Tento postup je relevantný pre potreby systematickej identifikácie environmentálnych záťaží a stanovenie priorít riešenia podľa predbežného hodnotenia rizikovosti vo forme klasifikácie, a to predovšetkým pre potreby štátnej správy.

Tento postup sa uplatňuje aj pre orientačné prieskumy znečisteného územia, ktoré identifikovali, overili a potvrdili prítomnosť znečistenia, pokiaľ ide o znečistenie, ktoré vzniklo pred rokom 2007 (a teda nejde o environmentálnu škodu, ale o environmentálnu záťaž), kde je v súlade so zákonom č. 409/2011 Z. z. povinnosťou zistené znečistenie registrovať ako environmentálnu záťaž v Informačnom systéme environmentálnych záťaží (ďalej len ISEZ).

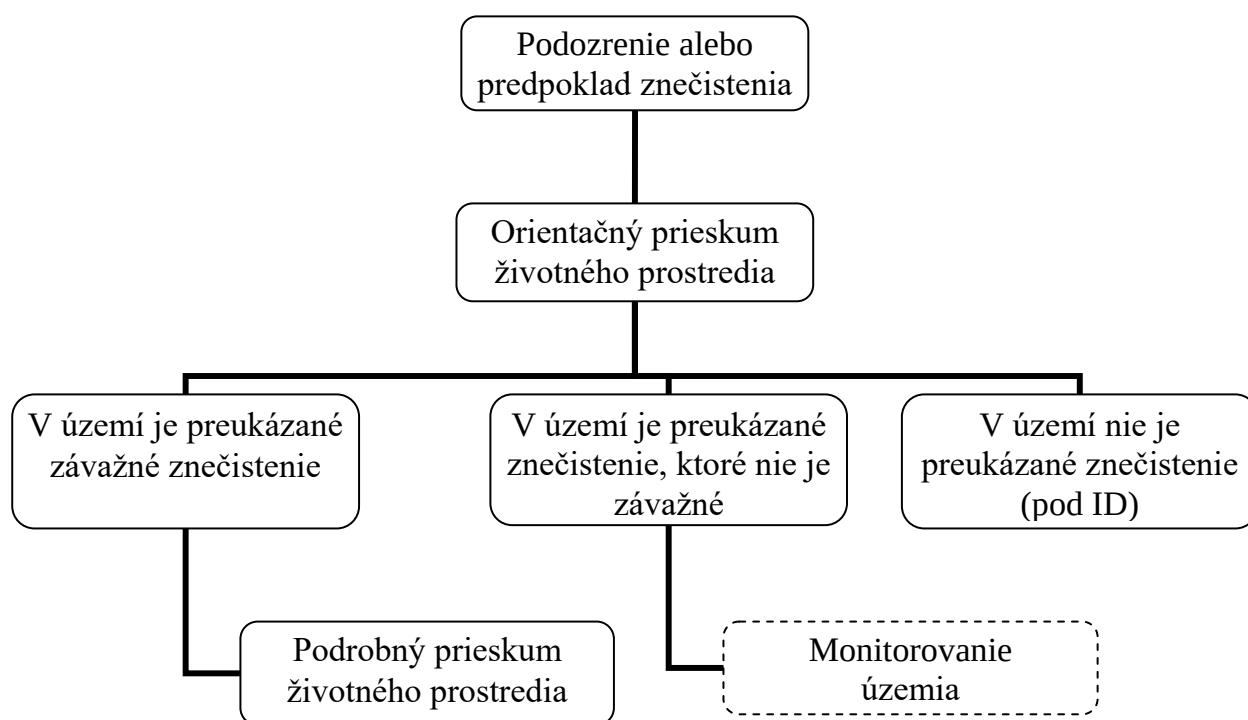
MŽP SR zabezpečí zapracovanie poskytnutých informácií do ISEZ spravidla tak, že tým poverí správcu ISEZ. Správca ISEZ (SAŽP) pri registrácii zároveň vykoná klasifikáciu environmentálnej záťaže, teda predbežne vyhodnotí jej riziko.

Orientačný prieskum životného prostredia má zahŕňať všetky práce, ktoré sú potrebné na preukázanie prítomnosti a závažnosti znečistenia a podmienok jeho šírenia.

Orientačný prieskum životného prostredia je zameraný na prvotnú charakteristiku znečistenia (identifikácia znečisťujúcich látok, pravdepodobné rozloženie v priestore – v rozsahu

umožňujúcim rozhodnutie, či ide o závažné znečistenie – a identifikáciu pravdepodobného zdroja znečistenia).

Postup po zistení znečistenia by sa mal v optimálnom prípade riadiť nasledovnou schémou:



Orientačný prieskum životného prostredia:

- overuje geologické pomery lokality do hĺbky možného dosahu predpokladaného znečistenia (vrstevný sled od povrchu spravidla po dno prvej zvodnenej vrstvy, v odôvodnených prípadoch overuje aj ďalšie zvodnené vrstvy),
- zisťuje a/alebo overuje smer prúdenia podzemnej vody na lokalite,
- určuje priepustnosť zvodnenej vrstvy (na základe archívnych údajov, zo zrnitostných rozborov alebo hydrodynamickou skúškou),
- identifikuje zdroje a zdrojové oblasti znečistenia a znečisťujúce látky,
- určuje, či je v skúmanom území prítomné znečistenie biologickej kontaktnej zóny, pásma prevzdušnenia, pásma nasýtenia a podzemnej vody,
- rozhoduje, či zistené znečistenie je závažným znečistením podľa tejto metodickéj príručky (pozri kap. 3.2),
- vykonáva predbežné hodnotenie rizika a navrhuje ďalší postup riešenia (napríklad podrobný prieskum životného prostredia, monitorovanie územia, okamžité opatrenia na zabránenie šírenia sa znečistenia, prípadne žiadne aktivity).

4.2 Požiadavky na práce podrobného prieskumu znečisteného územia

Rozsah prác **podrobného prieskumu**, pokiaľ sa týka prieskumu znečisteného územia, je vymedzený v § 7 ods. 3 písm. b) bod 2, 3 a 4 vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z. nasledovne „a) v podrobnom prieskume sa o. i.

2. *overuje znečistenie spôsobené činnosťou človeka alebo environmentálna záťaž, zisťuje sa miera, rozsah, šírenie, vývoj a zmeny znečistenia spôsobeného činnosťou človeka alebo environmentálnej záťaže a identifikácia a charakteristika všetkých znečisťujúcich látok vrátane ich kvantitatívnych a kvalitatívnych parametrov,*
3. *hodnotia riziká vplyvu znečistenia spôsobeného činnosťou človeka alebo environmentálnej záťaže na ľudské zdravie a životné prostredie,*
4. *spracúvajú geologické podklady na optimálne postupy na odstránenie, zníženie alebo obmedzenie negatívnych vplyvov znečistenia spôsobeného činnosťou človeka alebo environmentálnej záťaže na ľudské zdravie a životné prostredie, ...“*

Požiadavky na podrobný prieskum životného prostredia sú definované aj v prílohe č. 11a smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7 a to nasledovne:

- *Podrobný prieskum musí zahŕňať všetky práce, ktoré sú potrebné na detailný popis lokality z hľadiska ohraničenia znečistenia a jej šírenia. Je zameraný na detailnú charakteristiku znečistenia (kvantitatívne a kvalitatívne parametre všetkých znečisťujúcich látok, vývoj v priestore a v čase a zmeny koncentrácie znečistenia vrátane atenuačných pochodov) a úplnú interpretáciu zistených dát.*
- *Prieskum musí presne vymedziť znečistenie v priestore vrátane hĺbkového ohraničenia a musí poskytnúť informáciu o existencii alebo neprítomnosti voľnej fázy znečisťujúcej látky, t. j.*
 - *detailne priestorovo zmapovať znečistenie v skúmanom území vrátane hĺbkového rozsahu,*
 - *stanoviť priestorový rozsah znečistenia zemín v skúmanom území v pásme prevzdušnenia a v pásme nasýtenia,*
 - *stanoviť plošný rozsah znečistenia podzemných vôd v skúmanom území,*
 - *detailne popísať výskyt voľnej fázy znečisťujúcej látky,*
 - *definovať požadové hodnoty podzemnej vody a zemín,*
 - *overiť ohraničenie – okraje kontaminačného mraku,*
 - *stanoviť ekotoxickosť znečistených zemín a vôd,*
 - *overiť ohraničenie – okraje kontaminačného mraku,*
 - *štatisticky vyhodnotiť koncentrácie znečisťujúcich látok v horninovom prostredí (podklad pre materiálovú bilanciu),*
 - *overiť fyzikálno-chemické parametre horninového prostredia (zrornosť, vlhkosť, priepustnosť, koeficient filtrácie, transmisivitu, disperzivitú, anizotropiu, celkovú a efektívnu pórovitosť, obsah organického uhlíka vo frakcii) dôležité pre migráciu znečisťujúcich látok,*
 - *vždy verifikovať rozkvy hladín podzemnej vody a smer prúdenia podzemnej vody, vypracovať mapu izolínií maximálnych a minimálnych stavov hladín podzemných vôd zistených počas priebehu geologických prác, v prípade, že geologický prieskum trvá kratšie ako 1 hydrologický rok, použijú sa aj iné informačné zdroje (napr. údaje z SHMÚ z obdobia minimálne 3 hydrologických rokov),*

- *popísať postup a metodiku odberu vzoriek zemín a vôd vzhľadom na cieľ geologickej úlohy,*
- *popísať obmedzenia a neistoty – popis všetkých chýbajúcich dát a výsledkov, popis neistôt pre zvolenú prieskumnú metódu, príp. analytickú metódu a mieru znalostí o znečistení lokality, o prúdení podzemnej vody (zamerať sa na správne určenie referenčného miesta alebo miest), príp. ďalších otvorených problémoch.*
- *Zvýšenú pozornosť je potrebné venovať*
 - *stanoveniu koeficienta filtrácie (pre pásmo nasýtenia sa stanovuje na základe výsledkov z čerpacích skúšok, pre pásmo prevzdušnenia sa stanovuje z laboratórnych skúšok, ak to nie je možné, tak z kriviek zrnitosti),*
 - *stanoveniu anizotropie zvodnenej vrstvy a jej vplyvu na smer šírenia sa znečistenia; alternatívou určenia vplyvu anizotropie na smer šírenia sa znečistenia je vyhodnotenie koncentrácií znečisťujúcej látky v podzemnej vode viacerými vrtmi situovanými pod zdrojom znečistenia/znečisťovania,*
 - *stanoveniu vertikálneho prúdenia podzemnej vody vo vrtoch (pri hrúbke zvodnenej vrstvy viac ako 10 m),*
 - *stanoveniu frakcie organického uhlíka (f_{OC}), ktorá sa stanovuje ako percentuálny podiel/100 osobitne pre pásmo prevzdušnenia a pre pásmo nasýtenia. Vzorky na stanovenie f_{OC} musia byť odoberané zo zemín, ktoré nie sú znečistené.*

Takto definované požiadavky na rozsah prác podrobného prieskumu životného prostredia reflektujú potreby vypracovania **analýzy rizika znečisteného územia** (ďalej len „analýza rizika“), ktorá z prác podrobného prieskumu vychádza. V súlade s § 16 geologického zákona č. 569/2007 Z. z. sa analýza rizika musí vypracovať vtedy, ak sa pri riešení geologickej úlohy zistí a overí závažné znečistenie územia spôsobené činnosťou človeka.

Pre účely metodической príručky je **závažné znečistenie** definované v kap. 3.2, a to osobitne pre horninové prostredie a osobitne pre podzemné vody.

Z definícií vyplýva, že závažné znečistenie pre účely metodической príručky musí spĺňať 2 základné podmienky:

- je spôsobené znečisťujúcou látkou (jednou alebo viacerými), uvedenou v prílohe č. 12 smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7, a to v koncentrácii presahujúcej intervenčné kritérium (IT), resp. v osobitných prípadoch (veľký plošný rozsah, synergický efekt viacerých znečisťujúcich látok) indikačné kritérium (ID)²⁵,
- nie je bodové, ale plošné, čo je vyjadrené požiadavkou na minimálne 2 a viac vzoriek so zisteným obsahom znečisťujúcej látky v príčinnej a priestorovej súvislosti.

Je zrejmé, že parameter rozsahu plošného znečistenia 200 m², resp. 1 000 m² je orientačný a je potrebné ho posudzovať flexibilne v závislosti od okolností, pretože znečistenie toxickou látkou v priepustných horninách a navyše napríklad v pásme ochrany vôd má inú váhu ako z hľadiska plochy rovnaké znečistenie v nepriepustných horninách so znečisťujúcou látkou s malou migračnou schopnosťou a/alebo nízkou toxicitou.

V opodstatnených prípadoch si je možné pri určovaní závažného znečistenia pomôcť predbežnou analýzou rizika (pozri kap. 3.2).

²⁵ Pripúšťa sa aj určenie závažného znečistenia spôsobené aj inou znečisťujúcou látkou, ako sú látky uvedené v prílohe č. 12 smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7, rizikové vlastnosti takejto látky však musia byť dostatočne známe a overené tak, aby sa postupmi a metódami rizikovej analýzy dalo vyhodnotiť riziko.

Účelom tejto definície závažného znečistenia je vylúčiť z povinnosti vypracovania analýzy rizika tie územia, kde znečistenie nemá charakter plošného znečistenia, kde nemá migračný potenciál, kde možno vylúčiť synergický efekt viacerých znečisťujúcich látok a jeho odstránenie je jednoduché a nevyžaduje špeciálne postupy.

Geologický zákon (zákon č. 569/2007 Z. z.) v § 16 nestanovuje, v ktorej etape geologického prieskumu životného prostredia je pri zistení závažného znečistenia potrebné analýzu rizika vypracovať, takže požiadavka na vypracovanie analýzy rizika už v rámci etapy orientačného prieskumu znečisteného územia môže byť oprávnená, najmä ak rizikovosť lokality je vysoká a prípadne existuje aj spoločenský záujem na sanácii znečisteného územia.

Potom by sa každou ďalšou realizovanou etapou prác (podrobný prieskum, doplnkový prieskum) analýza rizika aktualizovala, pokiaľ nedôjde v záujme urýchlenia postupu prác k zlučovaniu etáp prieskumu.

Ideálnym postupom pri zistení závažného znečistenia je bezprostredná časová naviazanosť prác podrobného prieskumu na zistenia orientačného prieskumu, pri ktorej možno s vypracovaním analýzy rizika počkať na ukončenie prác podrobného prieskumu znečisteného územia.

4.3 Požiadavky na práce doplnkového prieskumu znečisteného územia

Rozsah prác **doplnkového prieskumu**, pokiaľ sa týka prieskumu znečisteného územia, je vymedzený v § 7 ods. 3 písm. c) bod 2 a 3 vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z. nasledovne:

„a) v doplnkovom prieskume sa (okrem iného).

2. *sledujú a spresňujú vplyvy znečistenia spôsobeného činnosťou človeka alebo environmentálnej záťaže na ľudské zdravie a životné prostredie,*
3. *získavajú nové informácie o znečistení spôsobenom činnosťou človeka alebo o environmentálnej záťaži, ktoré nebolo možné predvídať na základe údajov z podrobného prieskumu.“*

Rozsah a náplň doplnkového prieskumu sa riadi účelom vykonávaných geologických prác, čo je najčastejšie požiadavka na doplnenie alebo aktualizáciu existujúcich informácií z podrobného prieskumu na úroveň potrebnú pre analýzu rizika, alebo výkon sanácie – napr. z hľadiska doplňujúcich informácií o distribúcii a šírení sa znečistenia, hydraulických a iných vlastnostiach horninového prostredia z hľadiska vhodnosti navrhovaných sanačných metód a podobne.

5. Druhy prác a metódy prieskumu znečisteného územia

Prieskum znečisteného územia zahŕňa o. i. nasledovné práce a činnosti:

- Geologické činnosti:
 - archívna excerpčia,
 - projektovanie,
 - sled, riadenie, koordinácia,
 - dokumentácia geologických prác,
 - geologické mapovanie a zostavovanie geologických máp,
 - vyhodnotenie geologických údajov,
 - vypracovanie záverečnej správy (s analýzou rizika znečisteného územia).
- Technické práce:
 - mapovacie vrty a ručne kopané sondy,
 - prieskumné sondy rôzneho určenia (vzorkovacie, atmogeochemické, kontaktné geofyzikálne merania, napr. rezistivimetria, MIP sondy, ...),
 - hydrogeologické vrty vystrojené (piezometre).
- Geofyzikálne merania:
 - geofyzikálne merania z povrchu (najmä geoelektrické metódy – ERT, DEMP, ...),
 - karotážne merania.
- Geochemické práce:
 - atmogeochemické merania.
- Terénne skúšky a merania:
 - hydrodynamické skúšky (čerpacie a stúpacie)²⁶,
 - stopovacie skúšky,
 - režimové merania (hladina podzemnej vody vo vrtoch, hladina a prietok povrchového toku),
 - meranie základných parametrov vody (pH, ORP, O₂, elektrolytická vodivosť),
 - senzorické (organoleptické) skúšky,
 - iné merania (klimatické údaje, profilovanie vodných tokov, ...).
- Geodetické činnosti (zameranie geologických diel a iných významných bodov v teréne).
- Vzorkovacie práce:
 - odbery vzoriek zemín a horninového prostredia,
 - odbery vzoriek stavebných konštrukcií,
 - odbery vzoriek podzemnej a povrchovej vody,
 - odbery vzoriek riečnych (dnových) sedimentov,
 - odbery vzoriek pôdneho vzduchu,
 - špeciálne odbery (tuhé odpady, kaly, voľná fáza ropných uhlíkovodíkov, okrové precipitáty banských vôd, navážky, ...).
- Laboratórne práce.

²⁶ Technická časť náročnejších hydrodynamických skúšok sa niekedy pričleňuje k technickým prácam.

Hoci voľba konkrétneho druhu prác sa prispôsobuje rozsahu a závažnosti znečistenia územia, ako aj potrebám a možnostiam objednávateľa, prieskum znečisteného územia vo všeobecnosti musí ako základ obsahovať komplex prác, ktorý pozostáva z technických prác zameraných na odber vzoriek, z ich laboratórneho odskúšania a sprevádza ho komplex odborných geologických činností, zahŕňajúcich projektovanie, sled, koordináciu, riadenie, dokumentáciu a vyhodnotenia výsledkov prác záverečnou správou²⁷.

Práce musí vykonávať organizácia s platným geologickým oprávnením²⁸ a riadiť ich zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy²⁹. Rozsah realizovaných geologických prác z hľadiska minimálneho počtu prieskumných bodov je obsahom **prílohy č. 1** (Odporúčaný postup na určenie minimálneho počtu prieskumných bodov).

²⁷ § 16 zákona č. 569/2007 Z. z.

²⁸ §§ 4 – 8 zákona č. 569/2007 Z. z.

²⁹ §§ 9 – 10a zákona č. 569/2007 Z. z.

5.1 Technické práce

5.1.1 Vrtné práce

Cieľom realizácie vrtných prác pri prieskume znečisteného územia môže byť:

- získanie informácií o geologickej stavbe, prípadne o antropogénnych sedimentoch vo vzťahu k možnostiam rozsahu a šírenia sa znečistenia,
- získanie materiálu na odber vzoriek,
- získanie informácií o kvalite, prípadne znečistení podzemnej vody, hladine podzemnej vody a hydraulických parametroch zvodnenej vrstvy,
- kombinácia predchádzajúcich cieľov.

Z hľadiska účelu tak môžu byť realizované vrty:

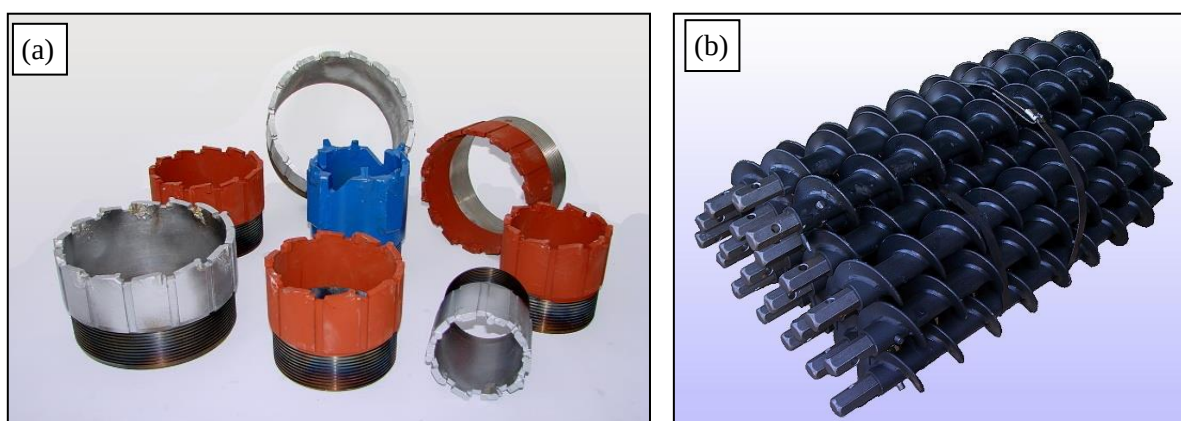
- mapovacie, ktoré sa bezprostredne po ich odvrtaní využijú na dokumentáciu geologickej stavby a odber vzoriek,
- hydrogeologické alebo monitorovacie, ktoré sú určené na dlhodobé sledovanie kvality podzemnej vody a hladiny podzemnej vody, prípadne aj iných charakteristík horninového prostredia (prostredníctvom napr. hydrodynamických skúšok alebo karotážnych meraní).

Za vrt sa považuje geologické dielo, z ktorého sa získava jadro z celej jeho dĺžky, v požadovanom minimálnom priemere jadra, podľa schváleného projektu, resp. poskytuje postačujúcu informáciu o geologickej stavbe v celej dĺžke vrtu.

Z hľadiska výberu vrtnej technológie sú pre vrtné práce v súdržných a nesúdržných horninách najvhodnejšie vrty rotačne-príklepové vrtané nasucho alebo jadrové vrty bez výplachu (resp. s výplachovým médiom vzduch), lebo poskytujú výplachom neovplyvnené jadro.

Výplach, či už vodný alebo ílový (bentonitový), môže byť nevyhnutný pri vrtaní v pevných skalných horninách (vrtanie rotačné na jadro s výplachom, prípadne jadrové rotačné vrtanie s dvojistou ťažiteľnou jadrovkou – tzv. *wire-line*).

Obrázok 1. Jadrovacie korunky tvrdokovové (a) a nastaviteľné špirálové vrtáky na vrtanie nekonečnou špirálou (b)



Zdroj: [5_1], [5_2]

Vrtanie špirálou (rotačné náberové vrtanie), ktoré sa využíva v nesúdržných štrkoch, je menej vhodné, lebo poskytuje len menej presné stanovenie metráže horninového materiálu z britov špirálového vrtáka a väčšinou je možné odobrať len zmesové vzorky.

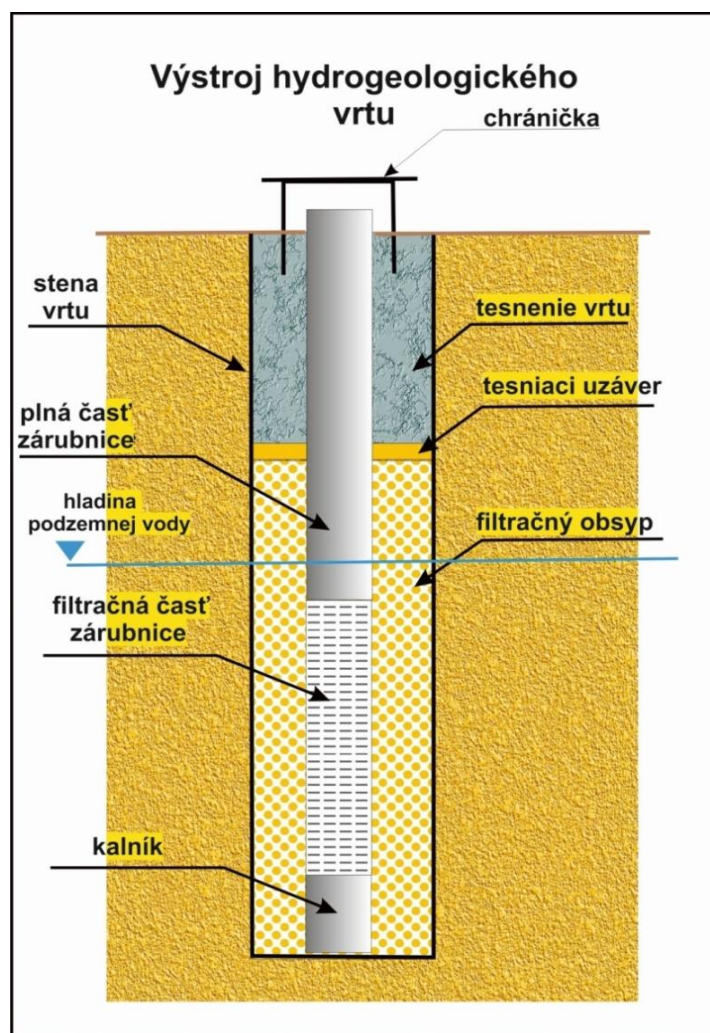
Vŕtanie na plný profil sa môže použiť v situácii, keď je známa geologická stavba územia a prioritou technických prác je rýchle a lacné budovanie hydrogeologických vrtov na dlhodobé pozorovanie kvality podzemnej vody alebo hydrodynamické skúšky. Menej časté je použitie drapákového vŕtania (náberové vŕtanie v ocelevej pažnici drapákom zaveseným na oceľovom lane), ktoré sa používa najmä na hydrogeologické vrty väčších priemerov v štrkoch.

Technické požiadavky na budovanie hydrogeologických vrtov na vykonávanie hydrodynamických skúšok a dlhodobé sledovanie kvality podzemnej vody obsahujú napr. normy rady ISO 22282³⁰, prípadne aj odvetvové technické normy MŽP SR³¹.

O realizácii vrtných prác sa vedú prevádzkové záznamy³² vo forme vrtného denníka alebo denných hlásení. Prevádzkové záznamy sa vedú súbežne s vykonávanými vrtnými prácami za účelom preukázania ich priebehu, dosahovaných výsledkov a ich kontroly.

Prevádzkové záznamy sa vedú aj o zabezpečení, o údržbe a o likvidácii geologických diel a geologických objektov.

Obrázok 2. Výstroj hydrogeologického vrtu



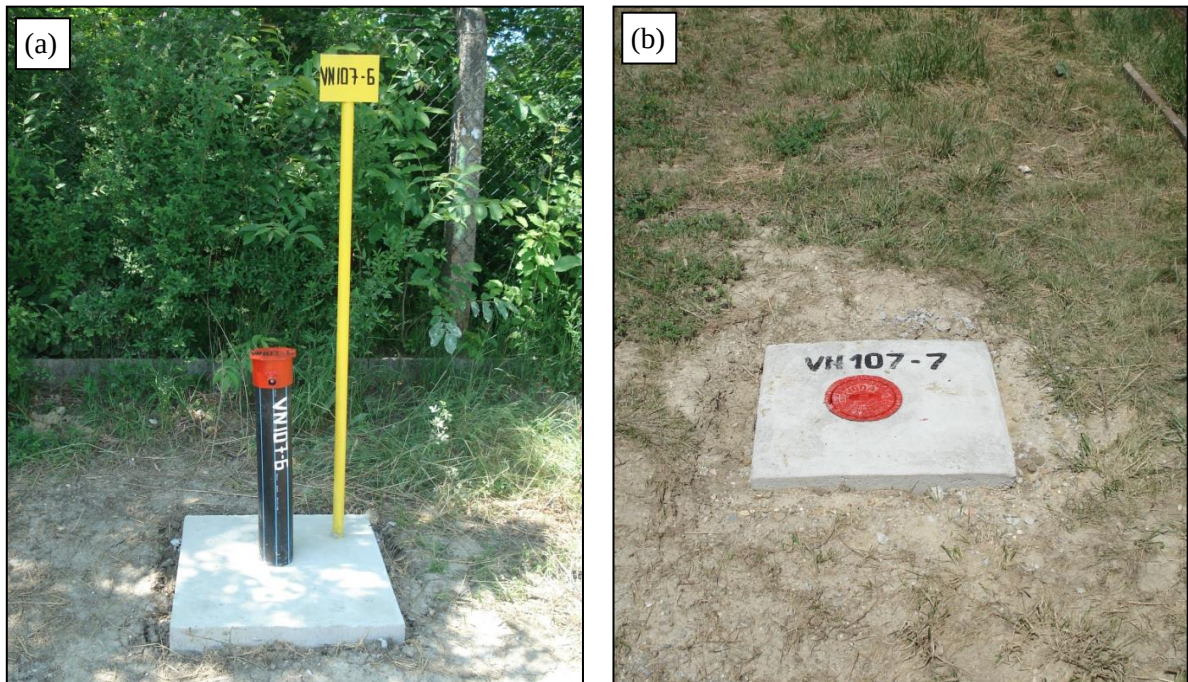
Zdroj: [5_3], upravené

³⁰ STN EN ISO 22282-4 Geotechnický prieskum a skúšky. Hydrodynamické skúšky. Časť 4: Čerpacie skúšky.

³¹ OTN ŽP 3203: 1999 Kvantita podzemných vôd. Pozorovacie objekty podzemných vôd.

³² § 31 vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z.

Obrázok 3. Príklad hydrogeologického vrtu vystrojeného na dlhodobé monitorovanie –s chráničkou nad terénom (a) a zabudovaného na úroveň terénu (b)



Zdroj: [5_4]

Obrázok 4. Hydraulicky ovládaná lafetová vrtná súprava na pásovom podvozku pri realizácii prieskumného jadrového vrtu



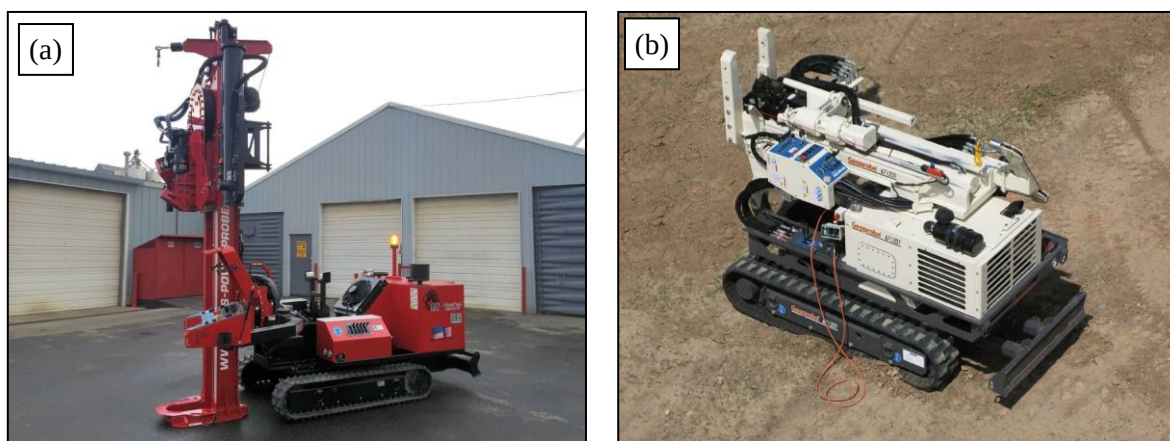
Zdroj: [5_5]

5.1.2 Vzorkovacie práce vykonávané vzorkovacími súpravami

Osobitným druhom technických prác sú vzorkovacie práce vykonávané vzorkovacími súpravami. Vzorkovacie súpravy umožňujú priame odbory vzoriek jemnozrnných zemín a podzemnej vody z presne určeného hĺbkového intervalu.

Vzorkovacie súpravy sú po technickej stránke vrtné súpravy na priame zatlačanie vrtného sútyčia (tzv. metóda *direct-push*). Ich výhodou je vysoká operabilita a efektívnosť pri odbere vzoriek. Limitované sú výskytom skalných hornín a spravidla potrebujú pre svoje plné využitie predchádzajúcu znalosť geologickej stavby a distribúcie znečistenia. Ich využiteľnosť je tak najmä v etape podrobného, doplnkového, prípadne aj predsanačného prieskumu.

Obrázok 5. Vzorkovacie súpravy strednej triedy od sp. AMS (a) a Geoprobe® (b)



Zdroj: [5_6], [5_7]

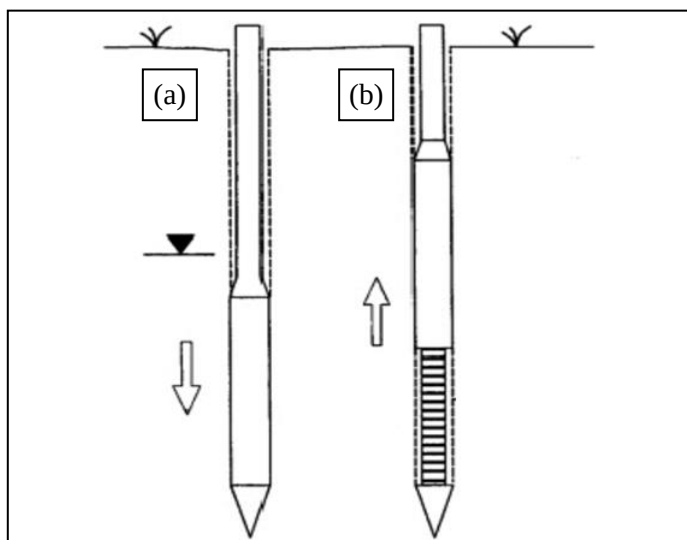
Vzorkovacie súpravy sú vybavené špeciálnymi vzorkovačmi na pôdu (zeminy) a na podzemnú vodu. Odber zemín s obsahom prchavých látok (BTEX, chlórované etény) do PE trubíc špeciálnymi vzorkovačmi (vzorkovacími súpravami) sa v súčasnosti pokladá za najreprezentatívnejší spôsob odberu, pretože vzorka nie je ovplyvnená vyberaním jadra z jadrovnice a nedochádza k úniku prchavých zložiek pri manipulácii so vzorkou.

Obrázok 6. Vzorky nespevnených zemín zo zariadenia Geoprobe – utesnené PE trubice naplnené zeminou – odobraté s použitím vzorkovača LB Soil Sampler ($\varnothing$ 25 mm)



Zdroj: [5_8]

Obrázok 7. Spôsob odberu podzemnej vody z určeného hĺbkového intervalu vzorkovacou súpravou systémom direct-push



Postup odberu:

a) Sútyčie so vzorkovačom sa zarazí do potrebnej hĺbky, t. j. do úrovne, z ktorej chceme odobrať podzemnú vodu.

b) Prstencový kryt filtračnej časti sútyčia sa povytlahne a odhalí sa filter. Podzemná voda natečie cez filter dovnútra sútyčia, odkiaľ sa vyčerpá peristaltickým čerpadlom

Zdroj: [5_9]

5.1.3 Výkopové práce

Výkopové práce (ryhy, výkopy) sú účinné pri prieskume znečistenia v hĺbkach do 4 m pod terénom alebo ako geologické diela zamerané na biologickú kontaktnú zónu (1,5 – 2,0 m pod terénom). Podobne ako pri vrtných prácach je potrebné výkopy na prieskum znečisteného územia zdokumentovať (litologická charakteristika, geologické rozhrania, prejavy znečistenia) a ovzorkovať.

Pri realizácii výkopov, vstupe do výkopových jám a odberoch vzoriek zemín je potrebné dodržiavať zásady bezpečnosti a ochrany zdravia. Požiadavky na zodpovedného riešiteľa geologickej úlohy pred začiatkom kopných prác a počas nich sú podobné ako požiadavky pred začiatkom a počas vrtných prác, primerane sa prispôbia. Ak ide o výkopy realizované ako súčasť prác geologického prieskumu, klasifikujeme ich ako činnosť vykonávanú banským spôsobom a vzťahujú sa na ňu ustanovenia vyhlášky SBÚ č. 29/1989 Zb. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a bezpečnosti prevádzky pri banskej činnosti a činnosti vykonávanej banským spôsobom na povrchu.

Ak ide o výkopy, ktoré sú súčasťou stavebných prác, vzťahujú sa na ne požiadavky podľa prílohy č. 2 vyhlášky Ministerstva práce, sociálnych vecí a rodiny SR č. 147/2013 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri stavebných prácach a prácach s nimi súvisiacich a podrobnosti o odbornej spôsobilosti na výkon niektorých pracovných činností³³, alebo sa môžu použiť špecificky upravené bezpečnostné zásady pre výkopové práce publikované na odborných portáloch stavebníctva.³⁴

³³ Podrobnosti na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri zemných prácach.

³⁴ Napríklad ASB.sk odborný stavebný portál: <https://www.asb.sk/stavebnictvo/zemne-avykopove-prace-i->

5.2 Geofyzikálne merania

Z rozsiahlej ponuky geofyzikálnych metód sa bude diskutovať len o tých metódach, ktoré môžu byť užitočné pri geologickom prieskume znečisteného územia mierkou merania a interpretáciou výstupov a v tejto súvislosti sa pri prieskume znečisteného územia aj používajú.

Z metód aplikovanej geofyziky sa preto nebudú popisovať metódy gravimetrické, magnetometrické, rádiometrické či seizmické, aj keď sa nedá vylúčiť, že v určitých špecifických podmienkach by výstupy týchto metód mohli byť pre prieskum znečisteného územia užitočné. Popísané budú najmä metódy geoelektrické a okrajovo aj karotážne merania a inovatívne geofyzikálno-geochemické metódy.

5.2.1 Geoelektrické metódy

Odporový prejav znečistenia v horninovom prostredí je dostatočný na jeho priamu detekciu³⁵ len v ojedinelých prípadoch. Preto je priame mapovanie rozsahu znečistenia geoelektrickými metódami zriedkavejšie a závisí od geologickej stavby územia a typu znečistenia. Geoelektrické merania sa využívajú predovšetkým pri:

- zisťovaní geologickej stavby územia,
- mapovaní zakrytých skládok,
- sledovaní rozšírenia antropogénnych sedimentov a podobne.

Ich realizácia je najužitočnejšia v počiatočných fázach riešenia geologickej úlohy pred zahájením ostatných technických prác. Výsledky geoelektrických meraní môžu významnou mierou prispieť k optimalizácii rozmiestnenia geologických diel, najmä vrtov.

Geoelektrické metódy dosahujú veľmi dobré výsledky napríklad pri sledovaní diskontinuit petrografického či faciálneho zloženia sedimentárnych súborov (napr. rozhranie štrky/ily, a teda hranice kolektorov podzemných vôd), pri zisťovaní priebehu tektonických porúch, ich hrúbky a zvodnenia, pri mapovaní únikov priesakových kvapalín zo skládok odpadov a pod.

Zvlášť významné sú geofyzikálne merania pri prieskume územia znečisteného chlórovanými uhl'ovodíkmi, najmä chlórovanými eténmi. Ide o látky ťažšie ako voda³⁶, ktoré šírením sa v podzemnej vode klesajú ku dnu zvodne a ich maximálne koncentrácie v území veľmi dobre korelujú s depresiami zvodne v nepriepustnom podloží. Rozhranie kolektora a nepriepustného podložia je vodivostným rozhraním, ktoré sa geoelektrickými metódami dá dobre vysledovať.

Použitie geoelektrických metód je vhodné aj v prípade znečistenia priemyselným a komunálnym odpadom (úniky látok typu chloridov, síranov, dusičnanov a podobne) uložených v štrkoch, ktoré sa dobre mapujú na základe odporových kontrastov.

Z geoelektrických metód sa pri prieskume znečistených území najviac uplatňujú odporové a potenciálové metódy, prípadne metódy elektromagnetické.

V minulosti najčastejšie používané geoelektrické metódy vertikálneho elektrického sondovania (VES) a odporového profilovania (OP) sú v dnešnej dobe nahradené modernejšími metódami – metódou odporovej tomografie (ERT³⁷, starší názov multikábel), prípadne metódou dipólového elektromagnetického profilovania (DEMP).

³⁵ Výnimku tvoria dobre priepustné štrky s nízkou vodivosťou, kde sa znečisťujúce látky prejavujú zvýšením vodivosti a sú geoelektrickými metódami dobre identifikovateľné.

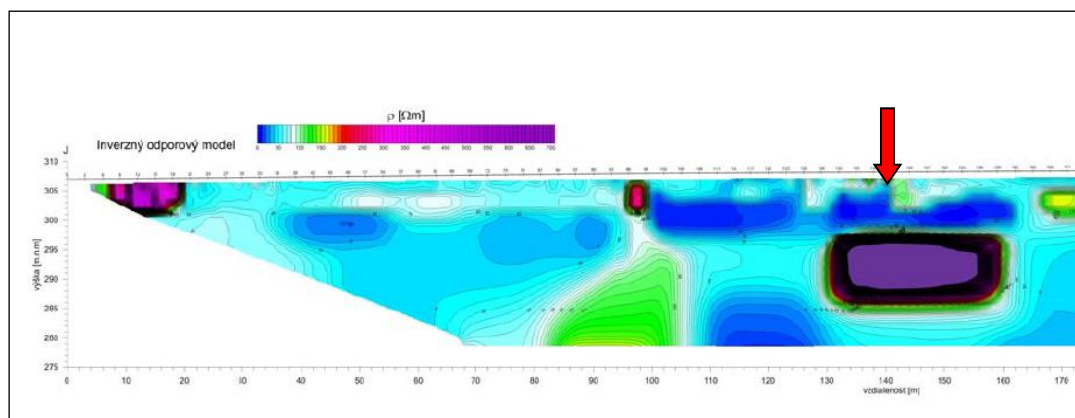
³⁶ V anglojazyčnej literatúre sa takéto látky označujú ako DNAPL (*Dense Non-Aqueous Phase Liquid*). Podrobnejšie sa o tejto problematike diskutuje v kap. 7 a prílohe č. 12

³⁷ ERT – *Electric Resistivity Tomography* (z angl.)

Metóda merania prirodzených elektrických polí (SP – spontánna polarizácia) sa môže použiť na identifikáciu pohybu znečistených podzemných vôd.

Z ostatných geoelektrických metód možno spomenúť ešte georadarové meranie (*Ground Penetrating Radar – GPR*), tzv. georadar, čo je geofyzikálna metóda vyhľadávania rozhraní medzi podpovrchovými materiálmi s rozdielnymi dielektrickými konštantami. Hĺbkový dosah merania je daný typom použitého zdroja a horninovým zložením. Dosah polovodičových zosilňovačov sa pohybuje spravidla do asi 10 metrov, sú však aj špeciálne aparatúry s hĺbkovým dosahom až 200 m (LOZA).

Obrázok 8. Príklad interpretácie profilu ERT s identifikáciou polohy podzemnej nádrže PHM (označené šípkou), ilustratívny obrázok



Zdroj: [5_10]

Obrázok 9. Operátor s meracím zariadením dipólového elektromagnetického profilovania (DEMP)



Zdroj: [5_11]

5.2.2 Karotáž

Geofyzikálne merania vo vrte (karotáž) zahŕňajú súbor geofyzikálnych metód, pomocou ktorých zisťujeme fyzikálne vlastnosti hornín v okolí vrtu, kvapalín vo vrte a technický stav vrtu.

Podobne ako pri geofyzikálnych meraniach z povrchu sa aj zo širokého spektra karotážnych metód uplatňujú pri prieskume znečisteného územia tie metódy, ktoré prinášajú údaje o horninovom profile vrtu najmä z hľadiska jeho zvodnenia a možnosti migrácie znečisťujúcej látky vo zvodnenci či o hrúbke a polohe izolátorov. Najpoužívanejšie v tomto smere sú geoelektrické metódy, a to najmä metódy odporové (gradientové a potenciálové), spontánnej polarizácie (SP) či metódy elektromagnetické (indukčná, dielektrická).

Elektrokarotáž sa často kombinuje s jadrovou karotážou, z ktorých sa najčastejšie používa gama karotáž. Okrem obsahu rádioaktívnych prvkov môže metóda slúžiť na rozčlenenie litologického profilu v sedimentárnych horninách a na posúdenie stupňa ílovitosti hornín.

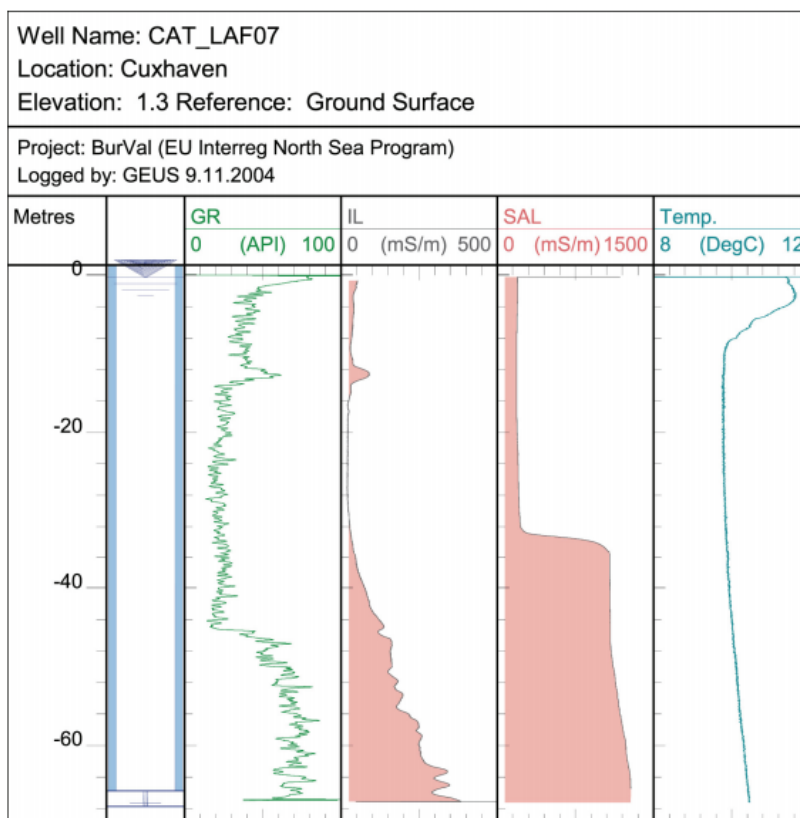
Tabuľka 1. Prehľad najbežnejších karotážnych metód vo vzťahu k spôsobu zabudovania vrtu a údajov, ktoré je možné karotážou získať

Druh karotáže	Metóda karotáže	Vystrojenie vrtu	Údaje, ktoré je možné získať
Jadrová	Gama karotáž (GK) Gama-gama karotáž (hustotná) Neutron-gama karotáž	Nevystrojené a vystrojené vrty, s podzemnou vodou alebo bez nej	Litológia, hustota, pórovitosť, kalibrácia povrchových meraní
Elektrická	Metóda spontánnej polarizácie (SP) Odporová (rezistivitná) karotáž (Ra)	Nevystrojené alebo vystrojené vrty s filtračnou časťou, s podzemnou vodou	Litológia, kalibrácia povrchových meraní, lokalizácia filtračnej časti vrtu
Elektromagnetická	Indukčná karotáž (IK) Karotáž magnetickej susceptibility (KMS)	Nevystrojené a vystrojené vrty s PVC/PE zárubnicou, s podzemnou vodou alebo bez nej	Litológia, soľanky
Akustická		Nevystrojené vrty s podzemnou vodou	Litológia (pórovitosť), prítomnosť kaverien, stav steny vrtu
Optická	Kamera Fotometria	Nevystrojené a vystrojené vrty, s priehľadnou podzemnou vodou alebo bez nej	Stav zárubníc, filtra a stien vrtu, trhliny, pukliny a kaverie v stene vrtu, prejavy znečistenia na stenách vrtu alebo filtri
Technická (vlastnosti kvapalín)	Termometria Rezistivimetria Multiparametrické karotážne sondy	Nevystrojené a vystrojené vrty, s podzemnou vodou	Fyzikálne vlastnosti vody (teplota, elektrolytická vodivosť, merný odpor, ...) na určenie filtračných vlastností horninového prostredia a prítokov do vrtu

Zdroj: [5_12] upravené

Ak je vo vrte podzemná voda, spravidla sa aplikácia elektrokarotáže spája s priamym meraním vybraných charakteristík podzemnej vody, najmä teplotou (termometria) a elektrolytickou vodivosťou, resp. merným odporom (rezistivimetria). Rezistivimetria môže slúžiť aj na identifikáciu zón prítoku podzemnej vody do vrtu, najmä ak sa zvýši kontrast merania zasolením.

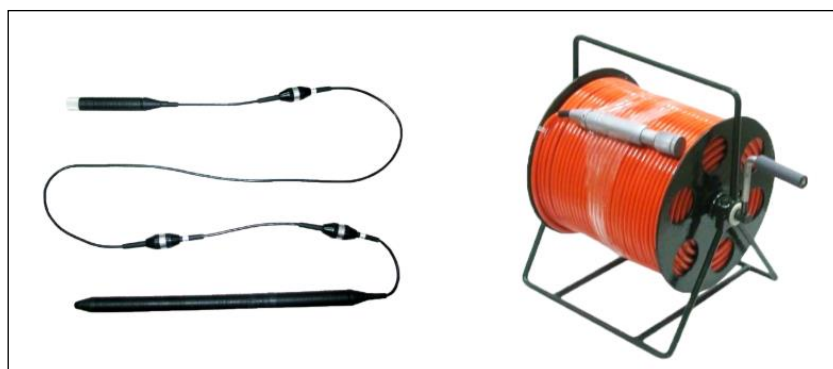
Obrázok 10. Príklad karotážnych meraní v kombinácii s meraniami základných charakteristík podzemnej vody



Vysvetlivky: GR – gama karotáž indikujúca obsah ílovitých minerálov v horninách, IL – indukčná karotáž, SAL – elektrolytická vodivosť podzemnej vody, Temp. – teplota podzemnej vody. Oblasť merania vyznačená červeným podfarbením označuje zvýšenú salinitu podzemnej vody.

Zdroj: [5_13]

Obrázok 11. Jednoduchá karotážna súprava na geoelektrickú karotáž



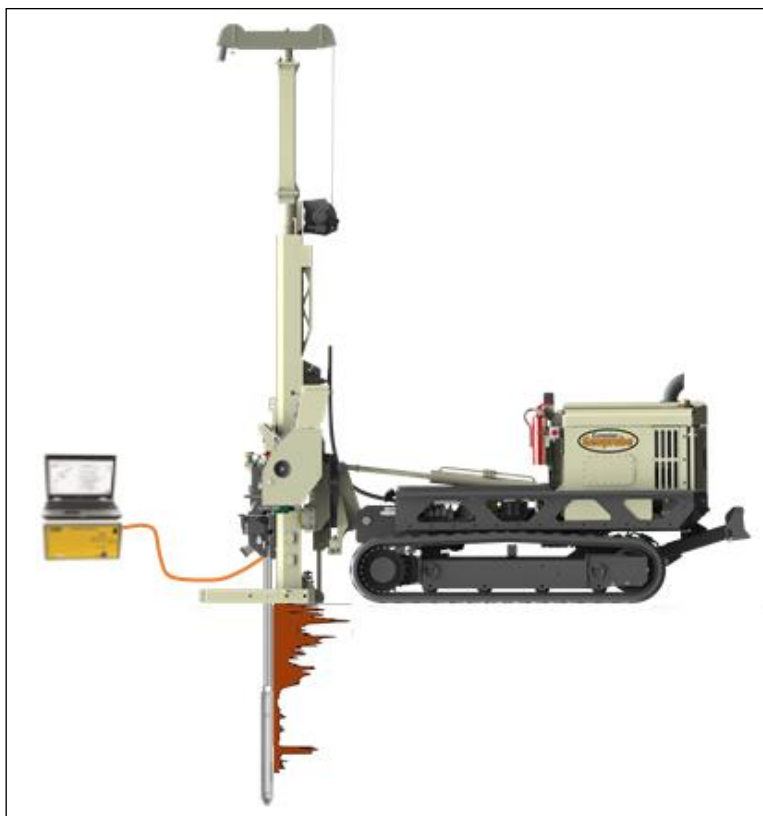
Zdroj: [5_14]

5.2.3 Geofyzikálne a geofyzikálno-geochemické kontaktné metódy

Integrovaním geofyzikálnych a geofyzikálno-geochemických snímačov do zarážacích hláv vzorkovacích súprav (napr. Geoprobe®, AMS PowerProbes a podobne) je možné získať nástroje na kontaktné *on-line* merania vybraných charakteristík horninového prostredia, nezvodneného aj zvodneného. Meranie sa vykonáva zároveň so zatláčaním sútyčia vzorkovacej súpravy do podložia. Tieto metódy sú tak obdobou karotáže až na to, že sa vykonávajú priamym meraním v horninovom prostredí bez nutnosti predchádzajúceho hĺbenia vrtov.

Ako vyplýva zo spôsobu aplikácie, využitie takýchto zariadení je limitované geologickým prostredím, a to prítomnosťou súdržných a nesúdržných zemín. V poloskalných a skalných horninách, ale aj v hrubozrnných štrkoch a brekciách sa vzorkovacie zarážacie súpravy nedajú použiť.

Obrázok 12. Vzorkovacia zatláčacia súprava s integrovaným vodivostným snímačom na kontaktné meranie merného odporu (kontaktná konduktometrická *on-line* sonda)



Zdroj: [5_15]

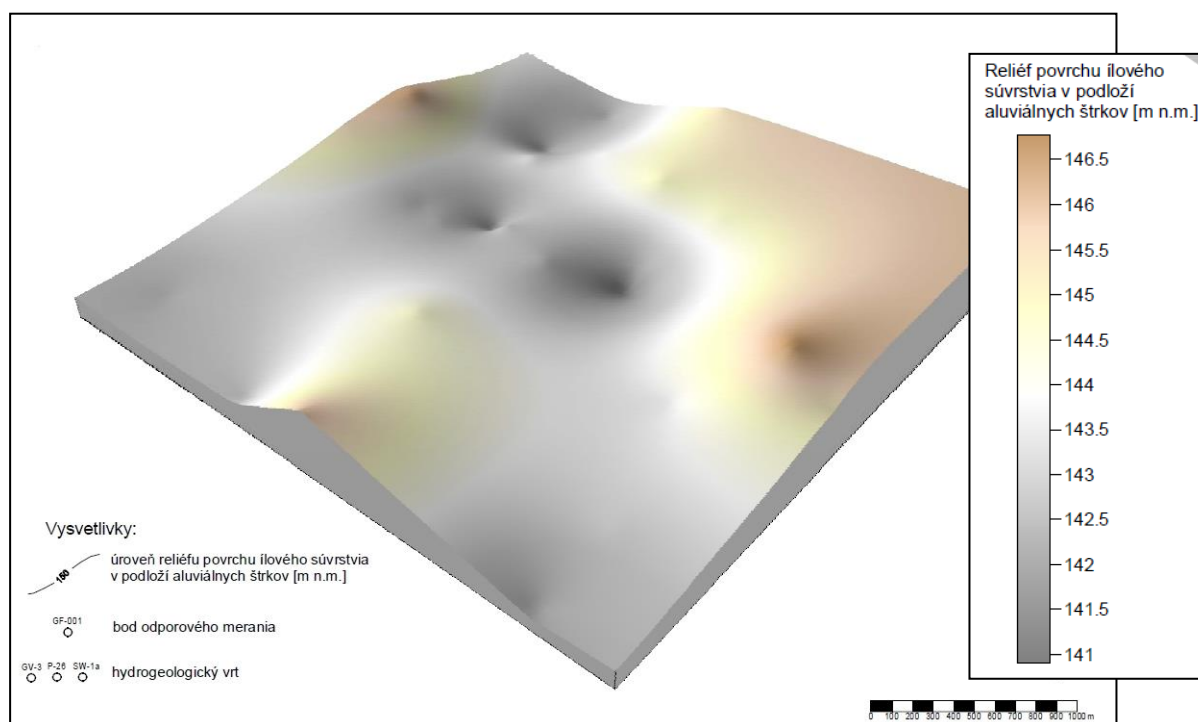
Najčastejšie meranou veličinou kontaktným spôsobom je merný odpor (rezistivimetria) alebo vodivosť zemín (konduktometria).

Už takéto monoparametrické meranie môže byť veľmi užitočné, ak je potrebné spoľahlivo zmapovať rozhranie zvodnenej vrstvy a nepriepustného podložia, napr. pri prieskume a sanácii znečistenia územia chlórovanými eténmi. Sekundárne zdroje chlórovaných eténov (typu DNAPL – bližšie pozri **príloha č. 13** Odporúčaný postup vo vybraných prípadoch prieskumu znečisteného územia špecifickou znečisťujúcou látkou) sa spravidla viažu na morfológické depresie povrchu nepriepustného podložia, kde sa vyžaduje presnosť merania v centimetroch.

Povrchová geofyzika nemusí na takúto požadovanú presnosť stačiť. Vtedy je vhodné použiť vzorkovacie zatlačacie súpravy (*direct push* – pozri kap. 6.1), ktoré sú schopné pokryť značnú plochu skúmaného územia v krátkom čase sondami do úrovne nepriepustného podlažia, s jeho identifikáciou kontaktným meraním rezistivimetrickým alebo konduktometrickým s vysokou presnosťou (pri hĺbke nepriepustného podlažia do 15 m p. t. okolo 15 – 20 sond denne).

V moderných zariadeniach sa jednoduché rezistivimetrické a konduktometrické snímače kombinujú s inými typmi geofyzikálnych a geofyzikálno-chemických snímačov a analyzátorov, a tak sa vytvoria komplexné zariadenia na *on-line* geofyzikálno-geochemické mapovanie horninového prostredia či priamo znečistenia v ňom.

Obrázok 13. 3D vizualizácia reliéfu ílového podlažia vytvorená na základe údajov z kontaktnej rezistivimetrie



Zdroj: [5_16]

Môže ísť o nasledovné snímače a analyzátory, prípadne ich kombinácie:

- MIP (*Membrane Interface Probe*) – sonda s membránovým rozhraním sníma koncentráciu prchavých uhlíkov (VOC – *volatile organic compounds*) v pôdnom vzduchu. Spolu s meraním vodivostných/odporových parametrov a parametra priepustnosti hornín to dáva veľmi presný obraz o migračných cestách a miestach koncentrácie znečistenia ropnými uhlíkmi v závislosti od hustoty siete meraní.
- HPT (*Hydraulic Profiling Tool*) – sonda hydraulického profilovania meria injekčný tlak, akým sa zatláča voda do horninového prostredia. Je to ukazovateľ spoľahlivo korelovateľný s priepustnosťou horninového prostredia.
- CPT (*Cone Penetration Testing*) – ide o klasickú penetračnú skúšku, bežne používanú v inžinierskej geológii na zistenie únosnosti položia, kde sa integrovaným tenzometrom meria odpor zemín pri zatlačaní sútyčia do zeme. Statická penetračná skúška v kombinácii s geoelektrickými meraniami, a prípadne aj MIP, dokresľuje zmeny horninového prostredia v meranom profile.

- OIP (*Optical Image Profiler*) – optická sonda sníma fluorescenčnú odozvu uhl'ovodíkových palív a olejov ľahších ako voda (LNAPL – pozri **príloha č. 13** Odporúčaný postup vo vybraných prípadoch prieskumu znečisteného územia špecifickou znečisťujúcou látkou) osvetlením hornín, ktorými prechádza ultrafialovým svetlom. Integrovaná kamera analyzuje fluorescenčnú odozvu a indikuje prítomnosť ropného znečistenia tohto typu.

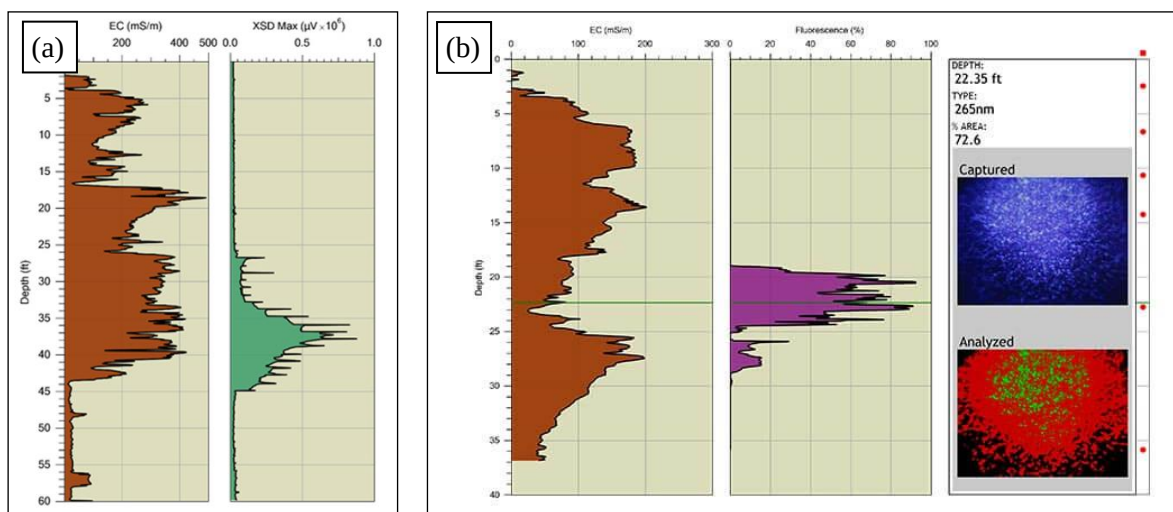
Uvedené snímače a analyzátory sú len výberom najpoužívanejších prídavkových zariadení a nastavieb, používaných vo svete v rôznych účelových zostavách.

Obrázok 14. Sonda MIP (Membrane Interface Probe)



Zdroj: [5_17]

Obrázok 15. Príklad výstupu z merania vodivosti (EC) a koncentrácie prchavých uhl'ovodíkov (XSD) s integrovanou MIP sondou (a) a ukážka výstupu merania vodivosti (EC) a prítomnosti ľahkých uhl'ovodíkov fluorescenčnou metódou (Fluorescence) s integrovanou OIP sondou (b)



Zdroj: [5_18], [5_19]

5.3 Geochemické práce

5.3.1 *Atmogeochemické merania a odber vzoriek pôdneho vzduchu*

Atmogeochemické merania a odber atmogeochemických vzoriek pri prieskume znečistených území slúžia najčastejšie ako pomocné alebo doplnkové metódy prieskumu znečisteného územia. Účelom **atmogeochemických meraní** je stanovenie obsahu plyných a prchavých látok v pôdnom vzduchu. Atmogeochemické merania sa vykonávajú in-situ, spôsobom zodpovedajúcim použitému zariadeniu. Za týmto účelom sa zvyčajne hlbia do podložia zarážané alebo vŕtané sondy hĺbky 0,5 – 3,0 m podľa toho, z akej hĺbky chceme pôdny vzduch zmerať. Na meranie koncentrácií plyných látok v pôdnom vzduchu možno využiť aj iné geologické diela – najmä vrty, ak majú zodpovedajúce parametre a výstroj.

Sonda na odber pôdneho vzduchu alebo vybratý vrt sa utesnia gumenným límcem, aby sa pri meraní nenasával vzduch z atmosféry, a hadičkou sa spôsobom predpísaným pre daný prístroj nasaje vzduch do detekčnej trubičky alebo meracieho prístroja. Takýmto spôsobom je možné merať koncentrácie plyných látok v pôdnom vzduchu alebo prchavých látok vrátane prchavých uhlíkovodíkov (VOC – *Volatile Organic Compound*). Detekčné trubičky umožňujú detekciu prítomnosti a odhad koncentrácie určitého plynu v daných koncentračných kategóriách. Spravidla sa požaduje meranie minimálne 2 ukazovateľov znečistenia pôdneho vzduchu z jednej atmogeochemickej sondy.

Meracie prístroje – detektory a analyzátory – umožňujú to isté, najčastejšie v semikvantitatívnom vyjadrení (ppb, ppm, %); vyspelejšie prístroje umožňujú aj meranie koncentrácie zvoleného plynu v pôdnom vzduchu v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ alebo mg/m^3 . Na trhu je v ponuke viacero prístrojov na atmogeochemické meranie: od jednouúčelových, určených na detekciu určitého plynu (napr. CO_2 , metánu, kyanidu alebo podobne), až po multifunkčné s viacerými typmi detektorov, prípadne aj so zabudovaným čerpadlom na vzduch.

Najrozšírenejšími typmi detektorov sú fotoionizačné (*PID – Photo Ionization Detector*) a infračervené (*IR – Infra Red*).

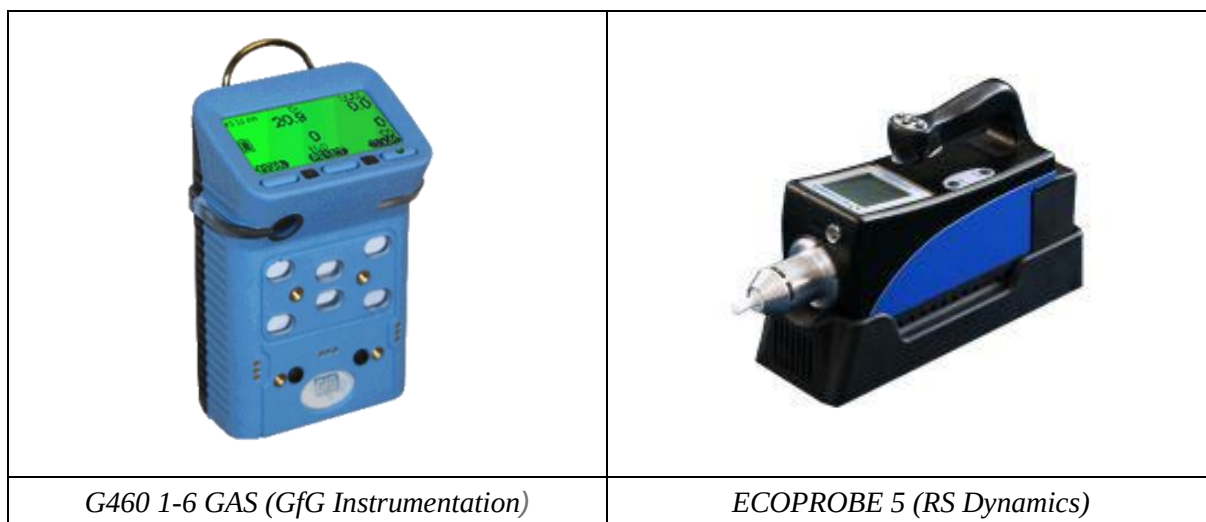
Fotoionizačný detektor (PID) umožňuje meranie nízkych koncentrácií prchavých uhlíkovodíkov, vhodný je na identifikáciu znečistenia z pohonných hmôt, olejov, mazadiel, odmasťovačov, rozpúšťadiel, farieb a živíc. Dokáže detekovať prítomnosť znečisťujúcich látok ropného pôvodu, a to prchavých aromatických uhlíkovodíkov (benzén, toluén, etylbenzén, xylény – BTEX), ketónov a aldehydov (acetón, metyl etyl ketón, acetaldehyd, ...), chlórovaných eténov (perchlóretén, trichlóretén), merkaptánov, nesaturovaných uhlíkovodíkov (bután, oktán) a podobne.

Infračervený detektor (IR) je menej citlivý (vyžaduje vyššie koncentrácie plynov), dokáže však detekovať aj plyny, ktoré fotoionizačný detektor nezachytí – napr. dusík, kyslík, CO_2 , vodné pary, CO, HCN, SO_2 , metán, propán, etán (najčastejšie ako sumu *TPH – Total Petroleum Hydrocarbons*, teda celkové ropné uhlíkovodíky), kyslé plyny (HCl, HF, HNO_3), freóny a podobne.

Ideálne je použiť multifunkčný prístroj, ktorý má integrované oba typy detektorov (PID, IR).

Problémom terénnych meraní in-situ je správna interpretácia meraní, pokiaľ je potrebné prezentovať kvantitatívne výsledky, teda koncentrácie plynu v pôdnom vzduchu napríklad vo forme mapy koncentrácií. Je potrebné vedieť, na aké látky sú detektory kalibrované, a dôsledne naštudovať pokyny výrobcu na interpretáciu nameraných hodnôt.

Obrázok 16. Príklady komerčne dostupných multifunkčných prístrojov na meranie pôdneho vzduchu s integrovanými detektormi PID a IR

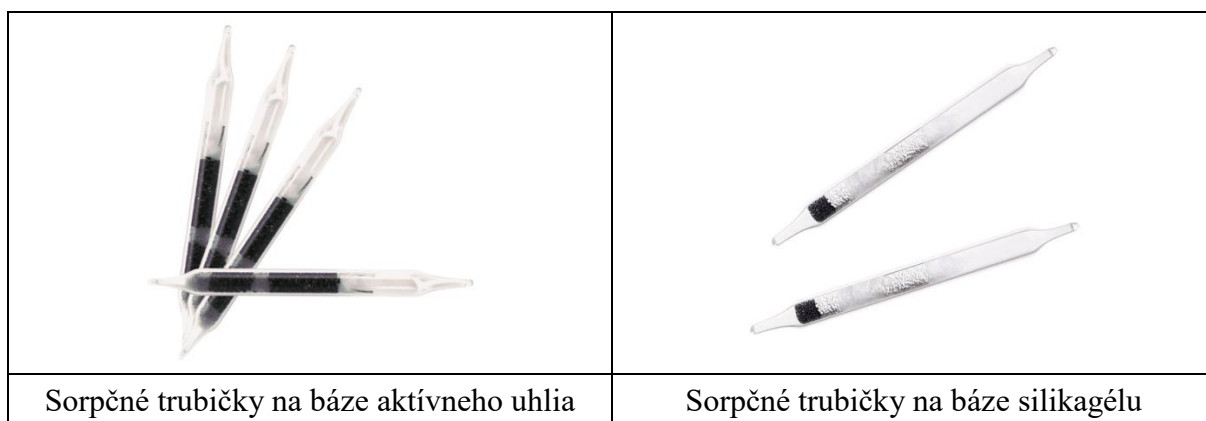


Zdroj: [5_20], [5_21]

Ak je potrebné prezentovať realistické výsledky koncentrácie vybranej plynnej alebo prchavej znečisťujúcej látky v pôdnom vzduchu, je vhodné merania in-situ kombinovať s odberom pôdneho vzduchu na sorbent a stanovením koncentrácie v laboratórnych podmienkach, ktoré dáva kvantitatívne údaje vyššej spoľahlivosti. Na základe kombinácie údajov z laboratória a terénnych meraní je potom možné zostaviť koncentračné mapy s vyššou výpovednou hodnotou.

Odber vzoriek pôdneho vzduchu sa vykonáva, podobne ako meranie pôdneho vzduchu, na detekčných trubičkách. Z atmogeochemickej sondy sa čerpá vzduch cez aktivovanú trubičku (odlomia sa oba konce trubičky so sorbentom). Prúd vzduchu však musí byť kalibrovaný, s definovaným prietokom (ml/min) v závislosti od druhu plynnej vzorky, použitej sorpčnej trubičky a použitého vzdušného čerpadla alebo pumpy.

Obrázok 17. Príklady sorpčných trubičiek na odber vzoriek vzduchu z komerčnej prezentácie – sorpčné trubičky na báze aktívneho uhlia a na báze silikagélu



Zdroj: [5_22]

Tieto údaje poskytne laboratórium, ktoré bude koncentrácie plyných látok zachytených na sorbente analyzovať.

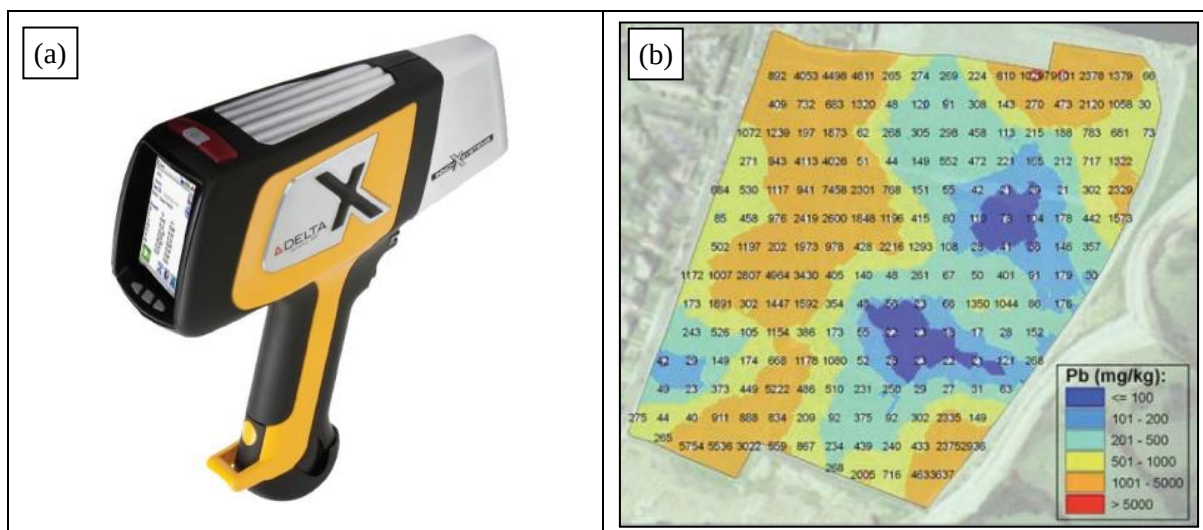
V praxi sa používa viacero druhov sorbentov, najčastejšie ide o aktívne uhlie. Výsledkom atmogeochemických meraní a odberov atmogeochemických vzoriek sú koncentračné mapy zvolených plynov alebo koncentrácií prchavých látok v pôdnom vzduchu. Vzhľadom na relatívnu rýchlosť terénnych meraní je možné použiť ich na operatívne kontúrovanie hraníc znečistenia či ako pomocnú prospekčnú metódu pri prieskume znečisteného územia.

Dokumentácia atmogeochemických meraní, ktorá je súčasťou záverečnej správy, obsahuje mapy s miestami meraní koncentrácie alebo odberov pôdného vzduchu, interpretovanú mapu koncentrácií obsahu vybraných plynných a prchavých znečisťujúcich látok alebo ich markerov a databázu výsledkov meraní a laboratórnych stanovení.

5.3.2. Prenosné analytické prístroje

Miniaturizácia elektronických zariadení prináša do praxe čoraz väčšiu ponuku prenosných zariadení na pomedzí geochémie, geofyziky a aplikovanej laboratórnej techniky, pomocou ktorých je možné priamo v teréne merať, či stanovovať niektoré ukazovatele, ktoré bolo doteraz možné merať len laboratórne na pripravených vzorkách. K takýmto patrí napríklad prenosný röntgenový analyzátor (XRF spektrometer). Týmto zariadením je možné v reálnom čase merať nedeštruktívnym spôsobom zastúpenie prvkov, najmä kovov.

Obrázok 18. Ručný röntgenový analyzátor (XRF spektrometer DELTA) (a) a príklad jeho využitia na monoprvkovej mape Pb (krok merania 20 × 20m) (b)



Zdroj: [5_23], [5_24]

Meranie je kvalitatívne aj kvantitatívne, výsledkom je koncentrácia zvoleného prvku v ppm (s možnosťou prepočtu na mg/kg).

Presnosť merania nedosahuje také detekčné limity ako laboratórne prístroje, ide teda o orientačné meranie. Takéto meranie však môže účinne pomôcť vyhodnotiť mieru znečistenia, jeho distribúciu na meranej ploche a vymedziť plochy s najväčším znečistením.

5.3.3 Profilovanie vodných tokov

Profilovanie vodných tokov je hydrogeochemická metóda, pri ktorej sa v línii pozdĺž vodného toku v stanovených krokoch merajú vybrané parametre povrchovej vody (napr. teplota, pH, ORP, O₂, elektrolytická vodivosť a iné), čo môže, ale nemusí sprevádzať aj odber geochemických vzoriek povrchovej vody.

Stanovené kroky merania by mali odrážať rýchlosť zmeny sledovaných ukazovateľov v sledovanom vektore. Pokiaľ trendy zmeny sledovaných ukazovateľov nie sú zo získaných údajov zrejmé a menia sa skokovito, je potrebné krok merania upraviť, prípadne merania s menším krokom zopakovať.

Touto metódou sa dajú sledovať zmeny vybraných ukazovateľov na vybranom úseku toku, a tak preukázať ovplyvnenie vlastností povrchovej vody určitým fenoménom, najčastejšie prítokmi odpadovej vody či infiltráciou podzemnej vody, prípadne aj splachmi zrážkovou vodou z povrchu, haváriou so známym bodom zhoršenia kvality vôd a podobne.

Obrázok 19. Teréne prenosné kufříkové multiparametrické prístroje na merania základných parametrov vody (teplota, pH, O₂, elektrolytická vodivosť, ORP, ...)



Zdroj: [5_25]

5.4 Geologické činnosti

Geologické činnosti zahŕňajú:

- projektovanie (projekt geologickej úlohy),
- sled, riadenie, koordinácia,
- dokumentácia geologických prác,
- vyhodnotenie výsledkov,
- záverečné spracovanie (+ analýza rizika + štúdia uskutočniteľnosti sanácie).

5.4.1 Projekt geologickej úlohy

Projekt geologickej úlohy je potrebné vypracovať pre geologické úlohy, ktorých celková cena presiahne 995,82 €, alebo v rámci ktorých sa použijú geologické diela hĺbky väčšej ako 10 m³⁸.

Projekt geologickej úlohy v súlade s jeho vymedzením v § 12 geologického zákona (zákon č. 569/2007 Z. z.) vyjadruje cieľ geologickej úlohy, navrhuje a odôvodňuje vybrané druhy geologických prác na riešenie geologickej úlohy a určuje metodický a technický postup ich odborného a bezpečného vykonávania. Projekt schvaľuje objednávateľ.

Vypracovanie projektu geologickej úlohy pozostáva z čiastkových činností:

- archívna excerpčia,
- terénna obhliadka,
- stanovenie počtu prieskumných bodov s ohľadom na doterajšiu preskúmanosť územia, zložitosť geologickej stavby, rozsah znečistenia, dostupnosť, etapu a cieľ geologických prác,
- riešenie stretov záujmov,
- riešenie vstupov na pozemky (ak je to potrebné),
- vypracovanie projektu geologickej úlohy a jeho schválenie objednávateľom.

Pri projektovaní geologickej úlohy sa zisťuje, či sa vykonávanie geologických prác bude týkať záujmov chránených osobitnými predpismi, a navrhujú sa opatrenia na ochranu týchto záujmov (riešenie stretov záujmov).

V prípade, že objednávateľ geologických prác nie je vlastníkom alebo nájomcom pozemkov, na ktorý sú projektované geologické práce, obsahuje projekt aj dokumentáciu riešenia vstupov na pozemky (žiadosť, súhlasy a podmienky realizácie geologických prác).

Obsah projektu geologickej úlohy špecifikuje § 16 vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z.

Projekt geologickej úlohy obsahuje spôsob riešenia geologickej úlohy (teda jej geologickú časť), zabezpečenie geologickej úlohy (teda jej technickú časť), harmonogram a predpokladané výsledky geologických prác. Súčasťou projektu financovaného z prostriedkov štátneho rozpočtu alebo z iných verejných zdrojov je odôvodnenie geologickej úlohy a rozpočet geologickej úlohy.

Pokiaľ ide o technicky náročnejšie práce, najmä vrtné, odporúča sa pri spracovaní technickej časti projektu spolupracovať s osobou odborne spôsobilou pre vrtné práce³⁹ alebo priamo so zástupcom subdodávateľa vrtných prác.

³⁸ § 12 ods.2 zákona č. 569/2007 Z. z.

³⁹ Odborná spôsobilosť podľa § 6 ods. 1 zákona SNR č. 51/1988 o banskej činnosti, výbušninách a o štátnej banskej správe v znení neskorších predpisov.

Obsah a náležitosti projektu geologickej úlohy prieskumu environmentálnej záťaže, financovaného z verejných zdrojov, je v **prílohe č. 7** Obsah a náležitosti projektu geologickej úlohy prieskumu environmentálnej záťaže.

Zoznam inštitúcií, s ktorými je potrebné riešiť strety záujmov, je v **prílohe č. 8** Zoznam inštitúcií, s ktorými je potrebné riešiť strety záujmov.

5.4.2 Sled, riadenie, koordinácia

Táto činnosť zahŕňa:

- situovanie geologických diel v teréne,
- geologickú kontrolu a usmerňovanie prác prieskumu v teréne podľa schváleného projektu,
- určenie miest a spôsobu odberu vzoriek, zadanie rozsahu laboratórnych skúšok a terénnych skúšok a meraní,
- vedenie evidencie prieskumných prác, vzoriek a sledovanie laboratórneho spracovania vzoriek, skúšok a meraní,
- koordináciu prác všetkých geologických a technických zložiek, taktika v postupnosti prác, ich metodická kontrola, účasť na oficiálnych kontrolných dňoch a prebierkach,
- skartáciu hmotnej dokumentácie, pokiaľ je zahrnutá v projekte, predbežná aj konečná,
- kontrolu dodržiavanie opatrení na ochranu životného prostredia,
- geologickú koordináciu prác subdodávateľov.

Sled, riadenie a koordinácia sa môže oceňovať hodinovými sadzbami alebo mernými jednotkami (fakturačným podielom na celkovom objeme prác, bez geologických činností).

Osobitné požiadavky sa kladú na riadenie prác z hľadiska nakladania s odpadom. Z tohto hľadiska je potrebné už v projektovej etape určiť postup pre nakladanie s kontaminovaným materiálom (vrtné jadro, výkopová zemina, znečistená podzemná voda pri čerpacích skúškach).

Pokiaľ nedôjde k úplnému spotrebovaniu vrtného jadra alebo znečistenej výkopovej zeminy na vzorky, je potrebné zostávajúcu časť uložiť do kontajnera na nebezpečný odpad a zneškodniť spôsobom zodpovedajúcim ustanoveniam zákona o odpadoch (zákon č. 79/2015 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov).

Pri čerpacích skúškach a čerpaní podzemných vôd, o ktorých je známe, že sú znečistené, alebo je to zrejmé na základe ich senzorických vlastností, platí, že je potrebné s nimi nakladať tak, aby nedošlo k ohrozeniu vôd.⁴⁰ Ide o také nakladanie s odpadovými vodami, osobitnými vodami alebo zaobchádzanie s nebezpečnými látkami, ktoré môže mať za následok zhoršenie stavu vôd. V praxi sa podobná situácia rieši tak, že voda sa vypúšťa späť do kolektora v mieste, kde sa predpokladá jej horšia alebo rovnaká kvalita, napr. do niektorého iného hydrogeologického vrtu. Ak je však takýto vrt príliš blízko čerpanému vrtu, môže takáto dotácia skresliť, alebo aj celkom znehodnotiť výsledky čerpacej skúšky. Pri senzoricky výraznom znečistení látkami ropného pôvodu môže byť účinným riešením použitie prenosného filtra (vrstvený fibroil s aktívnym uhlím).

5.4.3 Dokumentácia geologických prác

Dokumentácia geologických prác (geologická dokumentácia) obsahuje všetky geologické, hydrogeologické, geofyzikálne, chemické a iné údaje a poznatky zistené počas prieskumu znečisteného územia a údaje o realizovaných geologických dielach.

⁴⁰ § 2 písm. af) zákona č. 364/2004 Z. z.

Geologická dokumentácia sa v súlade s § 15 zákona č. 569/2007 Z. z. a §§ 27 – 33 vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z. člení na:

- prvotnú písomnú geologickú dokumentáciu,
- prvotnú grafickú geologickú dokumentáciu,
- prvotnú hmotnú geologickú dokumentáciu,
- súhrnnú písomnú geologickú dokumentáciu,
- súhrnnú grafickú geologickú dokumentáciu.

Prvotnú písomnú a grafickú dokumentáciu tvoria:

- geologická dokumentácia vrtu (obsahuje petrografický makropopis, hrubé stratigrafické zaradenie, záznam narazenej a ustálenej hladiny podzemnej vody, výnos jadra, prejavy prítomnosti znečisťujúcich látok; náležitosti sú uvedené v **prílohe č. 6** Náležitosti geologickej dokumentácie vrtu),
- prevádzkové záznamy technických prác (napr. vrtný denník, denné hlásenia a podobne – obsahujú mená a priezviská osôb, ktoré vykonávajú technické práce, dobu vykonávania prác, technické údaje vrtu či iného geologického diela a príkazy a usmernenia k vykonávaniu prác),
- protokoly/záznamy z geofyzikálnych meraní,
- protokoly/záznamy o odbere vzoriek,
- protokoly/záznamy z atmogeochemických meraní,
- protokoly z hydrodynamickej skúšky,
- protokoly zo stopovacej skúšky,
- protokoly o odovzdaní vzoriek (zadávacie listy, resp. sprievodky vzoriek),
- výsledky laboratórnych rozborov a skúšok,
- záznamy z meracích zariadení,
- fotodokumentácia geologických prác,
- doklady o odvoze a zneškodnení odpadu,
- protokoly o vyradení hmotnej geologickej dokumentácie,
- protokoly o zabezpečení, o údržbe a o likvidácii geologických diel.

Prvotnú hmotnú dokumentáciu tvorí vrtné jadro a odobraté vzorky. Vrtné jadro a dokumentačné vzorky je možné vyradiť po dohode s objednávateľom, ale až po písomnom a grafickom zdokumentovaní vrtu. Duplikáty vzoriek eviduje a uchováva príslušné laboratórium.

Súhrnnú písomnú geologickú dokumentáciu tvoria vyhodnotenia výsledkov jednotlivých druhov prác, a to napr. geofyzikálna správa, výsledky geodetických činností, vyhodnotenie hydrodynamickej skúšky, vyhodnotenie stopovacej skúšky a podobne.

Súhrnnú grafickú geologickú dokumentáciu tvoria mapy, a to: geologická mapa, mapa dokumentačných bodov, mapy hydroizohýps, mapy znečistenia a geologické rezy.

Geologická dokumentácia sa počas riešenia geologickej úlohy uchováva u zhotoviteľa geologických prác. Písomnú a grafickú dokumentáciu je potrebné uchovávať aj ďalšie tri roky od odovzdania záverečnej správy, pričom ju podľa vzájomnej dohody uchováva buď objednávateľ alebo zhotoviteľ geologických prác.

5.4.4 Vyhodnotenie výsledkov

Spôsoby hodnotenia výsledkov geologickej úlohy

V záverečnej správe z prieskumu znečisteného územia je potrebné vyhodnotiť všetky vykonané práce z hľadiska cieľov prieskumu a dosiahnutých výsledkov vrátane výsledkov geofyzikálnych a geochemických meraní, ostatných terénnych skúšok a meraní (merania hladiny podzemnej vody, hydrodynamické a stopovacie skúšky, základné charakteristiky vody a senzorické skúšky a podobne), s dôrazom na výsledky laboratórnych prác vo vzťahu k znečisteniu územia.

Spôsoby hodnotenia sú najčastejšie slovné hodnotenie, tabuľkové prehľady, grafy, mapy znečistenia (najmä izolíniové, prípadne s využitím kartodiagramov) alebo ich kombinácie.

Pokiaľ je dostatok použiteľných údajov, je potrebné urobiť vyhodnotenie pre každú znečisťujúcu látku alebo skupinu príbuzných látok (napr. BTEX) zvlášť, a to:

- pre každé hodnotené médium (horninové prostredie a pôda, podzemná voda, pôdny vzduch, prípadne riečne sedimenty, stavebné konštrukcie a podobne),
- pre každú úroveň horninového prostredia zvlášť, t. j. osobitne pre
 - o biologickú kontaktnú zónu (1,5 až 2 m pod povrchom terénu),
 - o pásmo prevzdušnenia (s osobitným prístupom k hybridnému pásmu rozkvyv hladiny podzemnej vody),
 - o pásmo nasýtenia.
- v porovnaní s limitnými hodnotami ID (indikčné kritéria) a IT⁴¹ (intervenčné kritéria) – ak pre danú znečisťujúcu látku nie je určený limit v prílohe č. 12 smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7, použiť iný legislatívne daný limit napr. pre pitnú vodu⁴², obsah znečisťujúcich látok v pôdnom vzduchu⁴³ alebo kvalitu poľnohospodárskej pôdy⁴⁴ či iný limit SR a EÚ.

V primeranej miere sa používajú na hodnotenie výsledkov štatistické metódy, a to najčastejšie na odhad strednej hodnoty merateľných vlastností geologického súboru a ich variability; štatistické korelácie a zistenia a vyhodnotenie štatistických trendov.

Pri použití štatistických metód hodnotenia je potrebné zvážiť, či je zdrojový štatistický súbor dostatočne reprezentatívny pre hodnotenie vybranej charakteristiky. Pri počte prvkov štatistického súboru menšom a rovnom 5 môže byť oprávnená pochybnosť o zmysluplnosti použitia štatistických metód.

⁴¹ Príloha č. 12 smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7.

⁴² Vyhláška Ministerstva zdravotníctva SR č. 247/2017 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o kvalite pitnej vody, kontrole kvality pitnej vody, programe monitorovania a manažmente rizík pri zásobovaní pitnou vodou v znení neskorších predpisov.

⁴³ Pokyn Ministerstva pre správu a privatizáciu národného majetku SR a Ministerstva životného prostredia SR č. 1617/97-min. na postup pri vyhodnocovaní záväzkov podniku z hľadiska ochrany životného prostredia v privatizačnom projekte predkladanom podnikom v rámci privatizácie.

⁴⁴ Vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva SR č. 508/2004 Z. z., ktorou sa vykonáva § 27 zákona č. 220/2004 Z. z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene zákona č. 245/2003 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.

Modelovanie prúdenia podzemnej vody a modelovanie transportu znečistenia

V súčasnosti sa použitie matematických modelov v hydrogeológii dostáva na úroveň bežného nástroja vyhodnotenia a interpretácie údajov získaných pomocou hydrogeologických a hydrogeochemických prieskumných prác vrátane prieskumu znečistených území.

Postup pri tvorbe numerického modelu:

- 1) definovanie cieľa numerického modelovania,
- 2) vytvorenie koncepčného modelu,
- 3) zostavenie matematického modelu (výber výpočtového algoritmu, jeho overenie a analytické riešenie)
- 4) kalibrácia modelu – porovnanie výsledkov numerického modelovania s terénnymi údajmi získanými na základnej sieti pozorovacích bodov,
- 5) verifikácia modelu – porovnanie výsledkov numerického modelovania na nezávislej sieti pozorovacích bodov,
- 6) riešenie modelu a prezentácia výsledkov (predikcia vývoja),
- 7) priebežná aktualizácia modelu, podľa novo získaných údajov.

Kľúčovou otázkou pri rozhodovaní, či použiť pri hodnotení výsledkov geologických prác numerické modelovanie, je dostatok a spoľahlivosť empirických údajov na zostavenie dostatočne výpovedného modelu. K využitiu numerického modelovania sa preto prikráča zvyčajne až vo vyššej etape preskúmanosti, napr. v etape podrobného alebo doplnkového prieskumu znečistenia, kde je možné spracovať model do úrovne kalibrácie.

Modelovanie prúdenia podzemnej vody a transportu znečistenia môže mať významné uplatnenie napríklad v analýze rizika znečisteného územia, kde sa môže alternovať s použitím krokovej metódy výpočtu šírenia sa znečistenia podzemnou vodou⁴⁵.

Je dôležité si uvedomiť, že kroková metóda, prezentovaná v smernici MŽP SR č. 1/2015–7 predpokladá homogénne a izotropné prostredie s jednou hodnotou rýchlosti prúdenia podzemnej vody. V prípade, že je množstvo údajov o území a kolektore podzemných vôd limitované, je takýto zjednodušený prístup k hodnoteniu hydraulických parametrov prostredia a environmentálneho rizika potrebný a výhodný. Ak však máme dostatok údajov zo skúmaného územia, je namieste nahradiť zjednodušené spôsoby výpočtu (kroková metóda) sofistikovanejšími, teda napr. trojrozmerným numerickým modelovaním ustáleného prúdenia podzemnej vody, doplneného o transportný model prenosu znečistenia.

Numerické modelovanie možno použiť v každej fáze geologickej úlohy, teda pri projektovaní, vyhodnocovaní výsledkov a predovšetkým pri analýze rizika znečisteného územia, podmienkou je dostatočné množstvo údajov.

Numerické modelovanie prúdenia podzemnej vody a transportu znečistenia môžeme použiť napríklad na:

- výpočet koeficientov prietochnosti, filtrácie, zásobnosti (storativity) z realizovaných hydrodynamických skúšok (čerpacie skúšky, stúpacie skúšky, nalievacie skúšky),
- výpočet disperzných parametrov zo stopovacích skúšok,
- konštrukciu hydroizohýps z nameraných údajov hladiny podzemnej a povrchovej vody (na interpoláciu a extrapoláciu nameranej hladiny podzemnej vody sa nepoužívajú interpolačné metódy, ale rovnica prúdenia podzemnej vody s možnosťou zohľadnenia filtračnej nehomogenity i anizotropie zvodnenej vrstvy),

⁴⁵ Príloha č. 6a k smernici MŽP SR č. 1/2015 – 7.

- konštrukciu charakteristických prúdnic s uvedením doby zdržania sa podzemnej vody na dráhe jednotlivých prúdnic, výpočet filtračných a postupových (pórových) rýchlostí prúdenia podzemnej vody v ľubovoľnom mieste skúmaného územia,
- konštrukciu izolínií koncentrácie znečisťujúcich látok rozpustených v podzemnej vode (pre interpoláciu a extrapoláciu nameranej koncentrácie sa nepoužijú interpolačné metódy, ale rovnica transportu znečistenia, ohraničenie plôch so znečistením podzemnej vody),
- určenie charakteru zdroja znečistenia či znečisťovania podzemnej vody (trvalý zdroj, jednorazový zdroj alebo viacrazový zdroj znečisťovania),
- výpočet doby zdržania sa podzemnej vody na dráhe medzi zdrojom (zdrojmi) znečistenia (znečisťovania) a referenčným bodom (referenčnými bodmi), výpočet referenčného času (ten nie je zhodný s dobou zdržania sa podzemnej vody), výpočet najvyššej možnej koncentrácie v referenčnom mieste,
- určenie rizika zo šírenia sa znečistenia v podzemnej vode, výpočet prietoku kontaminovanej podzemnej vody, ktorá vstupuje do povrchového toku a následné určenie rizika znečistenia povrchového toku,
- výpočet cieľových hodnôt sanácie podzemnej vody,
- návrhy a počítačové simulácie návrhov sanácie podzemnej vody s určením potrebnej doby jej trvania (podklad na určenie rámcovej ceny sanácie podzemnej vody).

Alternatívne prístupy k hodnoteniu výsledkov geologickej úlohy

- Špeciačná analýza

Špeciačná analýza sa môže použiť na hodnotenie potenciálu kontaminácie životného prostredia vtedy, keď údaje o znečistení len na základe celkových obsahov znečisťujúcich látok (vybraných toxických kovov) na tento účel nepostačujú a na pochopenie zákonitostí migrácie a z nej vyplývajúcej expozície je prínosné stanovenie podielu rozpustnej a mobilizovateľnej frakcie sledovaných toxických prvkov.

Špeciačná analýza je definovaná ako analytická činnosť, ktorej účelom je stanovenie zastúpenia jednotlivých špecií (chemickej formy alebo oxidačného stupňa) prvku vo vzorke. Analytické postupy, ktorých výsledkom nie je úplná identifikácia chemickej špecie, sa označujú ako frakcionácia.

Jednotlivé špecie môžu byť definované funkčne (napr. **bioprístupné formy**), operačne (podľa extrakčných činidiel, prípadne postupov použitých na ich izoláciu – sekvenčná extrakcia) a oxidačným stupňom prvku. Jednotlivými špeciami môžu byť u kovov jednotlivé oxidačné stavy prvku ($\text{Se}^{\text{IV},\text{VI}}$; $\text{As}^{\text{III},\text{V}}$; $\text{Sb}^{\text{III},\text{V}}$; $\text{Cr}^{\text{III},\text{VI}}$; $\text{Mn}^{\text{II},\text{VII}}$; ...).

Podrobnosti o postupoch a spôsobe hodnotenia výsledkov špeciačnej analýzy sú v **prílohe č. 14** Špeciačná analýza a bioprístupnosť.

5.4.5 Záverečné spracovanie

Všeobecné požiadavky na záverečnú správu, ktorá je výsledným produktom záverečného spracovania, upravuje § 16 zákona č. 569/2007 Z. z. a §§ 38 – 39 vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z.

Obsah a náležitosti záverečnej správy s analýzou rizika znečisteného územia sú v prílohe č. 9 vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z.

Titulné strany a členenie textu záverečnej správy

Titulné strany záverečnej správy – požiadavky na obsah titulných strán záverečnej správy sú v zásade totožné s požiadavkami na obsah titulných strán projektu geologickej úlohy (pozri **príloha č. 7** Obsah a náležitosti projektu geologickej úlohy prieskumu environmentálnej záťaže).

Obsah a číslovanie kapitol záverečnej správy by malo zodpovedať obsahu a číslovaniu kapitol podľa prílohy č. 9 vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z.

Odporúča sa dodržať názvy a číslovanie kapitol aj v situácii, že niektoré kapitoly nie sú naplnené obsahom. Do týchto kapitol je vhodné uviesť stručný dôvod, prečo kapitola nie je spracovaná.

Analýza rizika sa prikladá ako osobitne viazaná príloha, môže však byť viazaná aj spolu s textom záverečnej správy v jednom elaboráte. V tom prípade sa odporúča odlišiť číslovanie kapitol v analýze rizika od číslovania kapitol v záverečnej správe, napríklad vhodným prefixom („AR-1. Doplnujúce údaje ...“). Zoznam príloh obsahuje alfanumerické označenie príloh v logickom členení, ich názvy, prípadne aj mierky.

Z hľadiska formátovania a grafickej úpravy sa pripúšťa úprava titulných stránok spôsobom rešpektujúcim firemný dizajn manuál zhotoviteľa, pokiaľ sa dodrží obsah a náležitosti titulných strán.

Úprava textu záverečnej správy

Údaje sa v záverečnej správe uvádzajú stručne, prehľadne a bez zbytočného opakovania rovnakých údajov. Výklad má byť postupný – od všeobecného k podrobnému. Zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy je zodpovedný za vyváženosť a súlad jednotlivých častí záverečnej správy.

V záverečnej správe sa uvádzajú predovšetkým výsledky získané vo vyhodnocovanej etape prieskumu znečistenia. Na ich základe sa vypracujú závery tak, aby záverečná správa predstavovala najnovší stav poznatkov o danom území z hľadiska jeho znečistenia.

Hodnotenie znečistenia územia musí byť usporiadané prehľadne, po jednotlivých znečistených médiách (horninové prostredie a pôda, podzemná voda, pôdny vzduch, prípadne riečne sedimenty, povrchová voda, stavebné konštrukcie a iné) a v jednotlivých hĺbkových úrovniach (biologická kontaktná zóna, pásmo prevzdušnenia a pásmo nasýtenia).

Uvádza sa rozsah sledovaných ukazovateľov, zistené prekročenie limitných hodnôt ID a IT⁴⁶, distribúcia znečistenia a jeho šírenie.

V záveroch sa rekapitulujú zistené údaje a výsledky analýzy rizika znečisteného územia, konštatuje sa prítomnosť alebo neprítomnosť environmentálnych alebo zdravotných rizík a navrhuje sa ďalší postup (sanácia, monitorovanie alebo bez potreby ďalších prác).

Z hľadiska formátovania a grafickej úpravy sa ako písmo použité na úrovni základného textu odporúča pätkové písmo (ang. *serif*)⁴⁷, veľkosť 12 bodov. Riadkovanie jednoduché, odsadenie odsekov postačuje nastavením medzery za odsekom (napr. 6 bodov), zarážky na začiatku odsekov nie sú potrebné.

Podobným spôsobom je formátovaný aj text metodической príručky (písmo: Times New Roman, veľkosť písma: 12; riadkovanie: jednoduché, pred odstavcom – 3 b, za odstavcom – 3 b; zarovnanie: podľa okraja, okraje zhora a zdola – 2,5 cm; okraje zľava a sprava – 2,5 cm).

⁴⁶ Príloha č. 12 smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7.

⁴⁷ Pätkovým písmom sú napríklad fonty Times New Roman, Garamond, Bookman, Palatino a iné.

Použitie fontov písaných, ozdobných a zvláštnych písiem je nevhodné na písmo základného textu.

Na zvýraznenie v texte sa uprednostňuje použitie šikmého písma (*kurzívy*), prípadne hrubého písma (**boldu**), podčiarknutie textu sa dnes využíva prevažne len pri hypertextových odkazoch. Strany sú číslované.

Spôsob bibliografických citácií v texte a formát zoznamu použitej literatúry nie je pre záverečné správy z geologického prieskumu špecifikovaný, vo všeobecnosti je potrebné sa pridržať technickej normy STN ISO 690⁴⁸. V každom prípade by však mal byť jednotný v celom texte záverečnej správy.

Príklady bibliografickej citácie v texte:

Podľa Mella a kol. (2000) podložie štrkov tvorí pevný íl až ílovec. Hladina podzemnej vody sa v r. 2008 nachádzala v hĺbke 2,5 – 3,5 m pod úrovňou terénu (Auxt in Vrana a kol., 2009). Znečistenie podzemnej vody vo vrte SNV-2 nebolo preukázané (Vrana, 2008).

Príklady bibliografickej citácie v zozname literatúry:

- 📖 Čop, I., 1998: Bioremediácia „in situ“ na lokalite Vlkanová. *Podzemná voda IV/1998*, č. 2, str. 34 – 44
- 📖 Frankovská, J., Kordík, J., Slaninka, I., Jurkovič, Ľ., Greif, V., Šottník, P., Dananaj, I., Mikita, S., Dercová K., Jánová, V., 2010: Atlas sanačných metód environmentálnych záťaží. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava. ISBN 978-80-89343-39-3 (<http://envirozataze.enviroportal.sk/Atlas-sanacnych-metod>)
- 📖 Miklós, L., Hrnčiarová, T., Finka, M., Mládek, J. (eds.) a kol., 2002: Atlas Krajiny SR, 2002: Ministerstvo životného prostredia, Bratislava, Slovenská agentúra životného prostredia, Banská Bystrica, 1. vydanie, 344 s. ISBN 80-88833-27-2
- 📖 Paluchová, K., Auxt, A., Bruchánková, A., Helma, J., Schwarz, J., Pacola, E., 2008: Systematická identifikácia environmentálnych záťaží Slovenskej republiky, záverečná správa z orientačného geologického prieskumu životného prostredia. Slovenská agentúra životného prostredia, Banská Bystrica. 154 s. (arch. číslo Geofondu: 21548)
- 📖 Šalaga, I., Hornung, T., 1967: Ipeľ III. – vyhladávací hydrogeologický prieskum pre vybudovanie pozorovacej siete podzemných vôd v povodí Ipeľa. IGHP Žilina (arch. číslo Geofondu: 18919)

Požiadavky na spracovanie máp a grafických príloh

Mapy a grafické prílohy sa členia na:

- **Informatívne prílohy** – je to situačná mapa skúmaného územia a rôzne prehľadné mapy, podávajúce základný prehľad o území (príslušnosť skúmaného územia ku geomorfologickým a geologickým jednotkám, klimatickým oblastiam, vzťah skúmaného územia k pôdnym jednotkám, geologickým, hydrogeologickým, vodohospodárskym a iným mapám, napr. mapám chránených území, geofaktorov životného prostredia a podobne). Tieto môžu byť spracované ako samostatné prílohy alebo obrázky v texte. Zvolená veľkosť výrezu a veľkosť obrázka v texte by mala byť taká, aby informácie na mape alebo obrázku boli čitateľné. Mapa alebo obrázok musí mať názov, vyznačenie skúmaného územia a vysvetlivky k zobrazovaným údajom.

⁴⁸ STN ISO 690 (01 0197) Informácie a dokumentácia. Návod na tvorbu bibliografických odkazov na informačné pramene a ich citovanie.

- **Súhrnné prílohy** – najčastejšie ide o mapy dokladujúce vykonané práce (mapa dokumentačných bodov, mapa hydroizohýps, mapy znečistenia a podobne), väčšinou sú spracované ako osobitné prílohy, viazané s textom. Musia byť dostatočne dokumentované **rozpiskou**, obsahujúcou objednávateľa a zhotoviteľa geologickej úlohy, názov geologickej úlohy, číslo a názov prílohy, mierku, zodpovedného riešiteľa, autora prílohy, dátum vyhotovenia. Pokiaľ ide o viacero máp spracovaných v sérii na jednotnom geodetickom podklade (napr. mapy znečistenia), možno údaje rozpisky spracovať vo forme krycieho listu k mapovým prílohám a do samotných príloh dávať len redukovanú rozpisku (číslo a názov prílohy, mierka, ...). Na mapách znečistenia by mali byť rozlíšené alebo zvýraznené izolínie koncentrácií znečisťujúcich látok zodpovedajúcich limitným hodnotám ID a IT.

Ako geodetický podklad sa odporúča katastrálna mapa alebo vrstevnicová mapa s vyznačenými hranicami parciel a stavebnými objektmi. Mierka sa prispôbuje veľkosti územia a hustote prieskumných bodov. Každý prieskumný bod by mal byť na mape jednoznačne identifikovateľný a z mapy by mala byť zrejma informačná hodnota každého prieskumného bodu (napríklad koncentrácia znečisťujúcej látky ako priestorová príslušnosť k danému intervalu hodnôt, vymedzenému izolínami). Uprednostňujú sa vektorové mapy, z ktorých je možné odčítať plochy znečistenia vymedzené izolínami, rastrové koncentračné mapy možno použiť skôr výnimočne (napríklad pri hodnotení znečistenia pôdneho vzduchu). Súhrnné mapy v digitálnej forme musia byť georeferencované, t. j. spracované v štátnom súradnicovom systéme S-JTSK alebo niektorom globálnom súradnicovom systéme (WGS 84 alebo ETRS 1989).

Požiadavky na spracovanie ostatných príloh

K ostatným prílohám sa zaraďujú čiastkové správy vypracované pre potreby geologickej úlohy (geofyzikálne, hydrogeologické, geochemické), výsledky geodetických činností (meračská správa), dokumentáciu geologických diel (napríklad vrtov – pozri **prílohu č. 6** Náležitosti geologickej dokumentácie vrtu, fotodokumentáciu), databázy údajov, výsledky laboratórnych skúšok a rôzne protokoly – protokoly z odberov vzoriek, protokoly z terénnych meraní, protokoly o likvidácii geologických diel a podobne.

Pri rozsiahlej záverečnej správe sa pripúšťa časť ostatných príloh (čiastkové správy, laboratórne protokoly, databázy, protokoly o odbere a protokoly z terénnych meraní) poskytnúť v digitálnej forme na dátovom nosiči ako osobitnú prílohu záverečnej správy.

5.5 Vzorkovacie práce

Postup vzorkovania a spôsob jeho realizácie môže zásadne ovplyvniť výsledky prieskumu znečisteného územia, preto je mimoriadne dôležité vzorkovacie práce vykonať správne. Nesprávne zvolený metodický postup, jeho nesprávna technická realizácia či porušenie všeobecných zásad vzorkovania vedú k nesprávnym záverom a negatívne ovplyvňujú kvalitu záverečnej správy.

Všeobecné požiadavky na vzorkára a vzorkovacie práce z hľadiska zabezpečenia vzorkovacích prác, bezpečnosti práce a ochrany zdravia pri práci sú obsahom **prílohy č. 3** Všeobecné požiadavky na vzorkára a vzorkovacie práce z hľadiska zabezpečenia vzorkovacích prác, bezpečnosti práce a ochrany zdravia pri práci.

Prehľad vybraných slovenských technických noriem na odber vôd, dnových a riečnych sedimentov, kalov, sypkých a zrnitých materiálov, odpadov a ťažobných odpadov je obsahom **prílohy č. 4** Prehľad vybraných slovenských technických noriem a iných technických dokumentov o odbere vzoriek vôd, dnových a riečnych sedimentov, kalov, sypkých a zrnitých materiálov, odpadov a ťažobných odpadov.

5.5.1 Požiadavky na odber vzoriek horninového prostredia, zemín, riečnych sedimentov, ťažobných odpadov, stavebných konštrukcií, navážok a tuhého odpadu

Postupy odberov vzoriek zemín (pôdy) sú podrobne spracované v technických normách rady ISO 10381, z ktorých je však v slovenskej jazykovej verzii dostupná len STN ISO 10381-6 Kvalita pôdy. Odber vzoriek. Časť 6: Pokyny na odber, manipuláciu a uchovávanie pôdných vzoriek určených na hodnotenie aeróbných mikrobiálnych procesov v laboratóriu (pozri **príloha č. 4**) a v technických normách rady ISO 22475 (geotechnický prieskum), a to STN EN ISO 22475-1 Geotechnický prieskum a skúšky. Metódy odberu vzoriek a meranie hladín podzemnej vody. Časť 1: Technické zásady vykonávania (ISO 22475-1: 2006).

Vzorky z biologickej kontaktnej zóny (1,5 – 2,0 m pod terénom) možno odoberať z plytkých výkopov, ručných vrtákov, ručne zarážaných sond, ale tiež z vrtného jadra mapovacích a hydrogeologických vrtov či jadrovky vzorkovacích súprav.

Komerčne dostupné sú aj špeciálne súpravy nástrojov na odber vzoriek zemín na báze zemných vrtákov. Podobne existujú aj súpravy na odber špecifických vzoriek, napr. kalov či riečnych sedimentov.

Obrázok 20. Súprava na odber vzoriek zemín, špeciálne pre environmentálne vzorkovanie, s využitím PE trubic na odber vzoriek zemín s obsahom prchavých znečisťujúcich látok



Zdroj: [5_26]

Vzorky pevných matric z pásma prevzdušnenia a pásma nasýtenia pod biologickou kontaktnou zónou sa odoberajú z vrtného jadra mapovacích a hydrogeologických vrtov, jadroviek vzorkovacích súprav a hlbších výkopov.

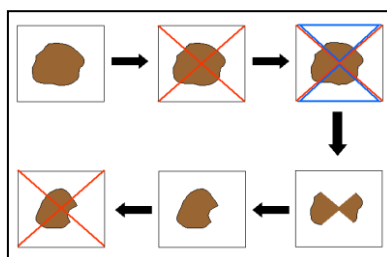
Známe sú dva základné typy vzoriek pevných matric, a to:

- 1) bodové vzorky – sú vzorky z jedného miesta alebo uceleného úseku horninového prostredia,
- 2) zmesové vzorky – sú vzorky získané zmiešaním dvoch a viacerých čiastkových bodových vzoriek. Zmesové vzorky sa používajú na získanie údajov o priemernej hodnote znečistenia vo zvolenej vertikálnej alebo horizontálnej línii či na zvolenej ploche.

Pri prieskume znečisteného územia sa spravidla vychádza z bodových vzoriek, pričom za bodovú vzorku sa môže označiť vzorka odoberaná z vrtného jadra do 1,0 m dĺžky.

Bodové vzorky odoberané z miest, ktoré sú na základe senzorickej identifikácie najviac znečistené, dávajú vyššie koncentrácie znečistenia zemín a horninového prostredia ako zmesové vzorky. Uprednostnenie bodových vzoriek pred zmesovými pri prieskume znečisteného územia je však v súlade s **princípom opatrnosti**⁴⁹, podľa ktorého pri posudzovaní rizika, vyplývajúceho z prítomného znečistenia na zdravie človeka a životné prostredie, sa z možných expozičných scenárov vyberá a hodnotí ten najmenej priaznivý. Teda aj údaje o koncentráciách znečisťujúcich látok v horninovom prostredí a pôde pre potreby analýzy rizika by mali byť údaje najmenej priaznivé pre človeka a životné prostredie, čiže tie s najvyššou zistenou koncentráciou znečisťujúcej látky. Zmesové vzorky však môžu slúžiť ako východisko bilančných výpočtov podľa prílohy č. 2 k smernici MŽP SR č. 1/2015 – 7. Tu je potrebné zvážiť, či údaj o materiálovej bilancii znečistenia, vypočítaný len z bodovej vzorky s najvyššou koncentráciou znečisťujúcej látky, nepredstavuje prílišnú deformáciu skutočností a uprednostniť zmesové vzorky. Ak také nie sú k dispozícii, vhodným kompromisom je priemerná hodnota všetkých bodových vzoriek z danej horninovej polohy. Zmesové vzorky sa uplatňujú tiež pri niektorých špecifických druhoch vzoriek, napr. pri vzorkách riečnych sedimentov, kde sa vzorkujú zvolené úseky vodného toku, či pri vzorkách stavebných materiálov, kde sa pripravujú zmesové vzorky z viacerých bodových vzoriek podľa zvoleného kľúča, napríklad z omietok v jednotlivých miestnostiach a podobne. Ak je vzorkovaného materiálu veľa, znižuje sa objem vzorky kvartáciou.

Obrázok 21. Schéma kvartácie



Zdroj: [5_27]

Kvartácia je postup získavania reprezentatívnej vzorky sypkej povahy (štrkopiesčité sedimenty), ktorý sa robí tak, že sa vzorka vysype na pracovnú podložku, kde sa premieša. Následne sa uhlopriečkami rozdelí na štyri časti, a to „pomyselné trojuholníky“. Vždy dve protíahlé časti sa odstránia a zostávajúce dve časti sa zmiešajú. Proces sa môže niekoľkokrát opakovať.

⁴⁹ Čl. 3 bod (2) smernice Ministerstva životného prostredia SR č. 1/2015 – 7.

Vzorkovnice na odber vzoriek zemín, horninového prostredia, riečnych sedimentov a iných pevných matric sa líšia v závislosti od laboratórneho strediska, kde sa vzorky analyzujú, možno však stanoviť niektoré zásady, ktoré je pri výbere vzorkovníc potrebné dodržiavať.

Tabuľka 2. Odporúčané typy vzorkovníc na vzorky zemín a horninového prostredia podľa druhu znečisťujúcej látky

Znečisťujúca látka	Druh vzorkovnice
Toxické kovy	PE vrečko, 0,5 – 2 kg, podľa počtu analyzovaných kovov
Prchavé uhl'ovodíky	Uzatvárateľná sklenená fľaša so širokým hrdlom (250 – 2 000 ml)
Nepolárne extrahovateľné látky, uhl'ovodíkový index C ₁₀ – C ₄₀	PE alebo sklenená uzatvárateľná fľaša so širokým hrdlom, min. 250 ml
Polycyklické aromatické uhl'ovodíky	Uzatvárateľná sklenená alebo PE fľaša so širokým hrdlom, min. 250 ml
Ostatné znečisťujúce látky	Podľa pokynov laboratória

Smernica MŽP SR č. 1/2015 – 7 v prílohe č. 12 uvádza indikačné a intervenčné kritériá pre nasledovné toxické kovy: As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, V, Zn.

K prchavým uhl'ovodíkom⁵⁰ sa radia napr. alifatické uhl'ovodíky s nízkym počtom atómov uhlíka (propán, bután), halogénované uhl'ovodíky (chlórované alifatické uhl'ovodíky, chlórbenzény, chlórphenoly), formaldehyd, aromatické uhl'ovodíky (BTEX), etanol (etylalkohol), niektoré pesticídy, najmä organochlórované (DDT, chlordan, ftaláty), PCB a podobne. Nesmie dôjsť k zahriatiu vzoriek, odporúča sa skladovať vzorky v chladiacom boxe.

Nepolárne extrahovateľné látky stanovené spektrometricky v infračervenej časti spektra (NEL-IR alebo NEL-IČ) a stanovené spektrometricky v ultrafialovej časti spektra (NEL-UV) ako ukazovatele znečistenia ropnými uhl'ovodíkmi dnes v modernej laboratórnej praxi postupne nahrádza stanovenie nepolárnych extrahovateľných látok chromatograficky – plynovou chromatografiou podľa ISO 9377 (analýzy označované ako uhl'ovodíkový index C₁₀ – C₄₀ alebo aj NEL-GC).

Napriek viacerým problémom pri voľbe vhodných kalibračných štandardov a problematickej korelovateľnosti výsledkov stanovenia NEL spektrometricky a chromatograficky, zostávajú však spektrálne metódy naďalej v oblúbe najmä tam, kde je potrebné zachovať kontinuitu so staršími prieskumami znečistenia.

Čo sa týka množstva odoberanej pevnej matrice, je potrebné riadiť sa pokynmi laboratórneho strediska. Vo všeobecnosti je však možné konštatovať, že veľkosť vzorky závisí aj od veľkosti zrna a homogenity zemín.

5.5.2 Požiadavky na odber vzoriek vôd

Odber vzoriek vôd pri prieskume znečisteného územia je špecifický tým, že sa nakladá s vodou, ktorá pravdepodobne obsahuje znečisťujúce látky. Je preto obzvlášť dôležité riadiť sa

⁵⁰ Kompletný zoznam prchavých uhl'ovodíkov (VOC – Volatile Organic Compounds) je dostupný napr. na webovej stránke U. S. EPA v sekcii Zoznam chemických látok (SRS – Substance Registry Services) na adrese https://iaspub.epa.gov/sor_internet/registry/substreg/searchandretrieve/advancedsearch/search.do?details=displayDetails&selectedSubstanceId=83723

všeobecnými požiadavkami na vzorkára a vzorkovacie práce z hľadiska zabezpečenia vzorkovacích prác, bezpečnosti práce a ochrany zdravia pri práci (**príloha č. 3** Všeobecné požiadavky na vzorkára a vzorkovacie práce z hľadiska zabezpečenia vzorkovacích prác, bezpečnosti práce a ochrany zdravia pri práci).

Postupy odbery vzoriek vôd sú podrobne spracované v technických normách rady ISO 5667 (**príloha č. 4** Prehľad vybraných slovenských technických noriem a iných technických dokumentov o odbere vzoriek vôd, dnových a riečnych sedimentov, kalov, sypkých a zrnitých materiálov, odpadov a ťažobných odpadov).

Na odber vzoriek vôd, určených na stanovenie obsahu znečisťujúcich látok, je potrebné disponovať vhodnými vzorkovnicami. Vzorkovnice sú spravidla majetkom laboratórneho strediska, kde ich pred odberom vzoriek pripravujú podľa povahy vzorky a odberu.

Prehľad odporúčaných vzorkovnic na vodu je v **prílohe č. 2** Odporúčané typy vzorkovnic a základné pokyny na odber vzoriek vôd.

V mnohých prípadoch je postačujúce, ak sa pri výbere vzorkovnic riadime odporúčaniami uvedenými v tabuľke 3. V každom prípade sú však určujúce pokyny laboratória.

Tabuľka 3. Odporúčané typy vzorkovnic na vzorky vôd podľa druhu znečisťujúcej látky

Znečisťujúca látka	Druh vzorkovnice
Toxické kovy	Plastová alebo sklenená fľaša
Prchavé uhľovodíky (BTEX, halogénované uhľovodíky, ...)	Sklenená vialka s teflónovým septom
Ostatné látky ropného pôvodu (PAU, NEL, ...)	Tmavé sklo

Pred odberom vzoriek je potrebné konzultovať spôsob zabezpečenia stability vzorky s laboratóriom. Konzervácia sa uskutočňuje prídavkom chemických činidiel priamo do vzorky pri odbere alebo sa konzervačné činidlo pridáva do vzorkovnice pred odberom (napr. tzv. fixácia vzoriek pri balení vzorkovnic).

Vzorky sa prepravujú do laboratória čo najskôr, aby sa zabránilo vplyvu vyššej teploty a svetla, uzavreté vo vzduchotesných vzorkovniciach so zabezpečeným chladením vzorky s požadovanou teplotou pri transporte vzoriek (5 ± 3)°C.

Postup pri odbere vzorky podzemnej vody z vrtu – statický a dynamický so začerpaním – je uvedený v **prílohe č. 12** Odporúčaný postup odberu vzoriek podzemnej vody z vrtu.

5.5.3 Dokumentácia vzorkovacích prác

Výkon vzorkovacích prác sa dokumentuje formulármi a dokumentmi, ktoré spravidla zahŕňajú:

1. protokol o odbere vzoriek (podzemnej vody, zemín, stavebných konštrukcií, riečnych sedimentov, pôdneho vzduchu, a podobne),
2. zadávací list/hromadnú sprievodku vzoriek.

V prípade akreditovaných odberov sa vyžaduje aj spracovanie plánu odberu vzoriek alebo vzorkovacieho plánu.

Vzory dokumentov č. 1, 2 a 3 sú v **prílohe č. 17** Vzory dokumentov písomnej geologickej dokumentácie.

Vzorkovacie práce je potrebné tiež zdokumentovať v mapovej prílohe záverečnej správy, zvyčajne na mape dokumentačných bodov.

5.6 Laboratórne práce

5.6.1 Požiadavky na kvalitu laboratórnych prác, vhodnosť laboratórnych metód, jej posúdenie a požiadavky na akreditáciu laboratórnych skúšok

Voľba laboratórneho zariadenia, kde zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy prieskumu znečisteného územia zadá vykonanie laboratórnych skúšok, musí zohľadňovať požiadavky objednávateľa prác na kvalitu laboratórnych rozborov.

Kvalita laboratórnych prác je závislá:

- od miery kontroly a reprodukovateľnosti laboratórnych výkonov (zaručené spravidla akreditáciou laboratórneho strediska),
- od použitých metód stanovenia a požadovaných parametrov presnosti a spoľahlivosti laboratórnych stanovení.

Akreditácia laboratórneho strediska zaručuje spôsobilosť laboratória vykonávať laboratórne rozborov a poskytovať dôveryhodné výsledky laboratórnych skúšok v súlade so zásadami dobrej laboratórnej praxe.

Je však dôležité si uvedomiť, že akreditujú sa jednotlivé skúšky, nie laboratória ako celok, preto je vhodné si overiť, ktoré skúšky má dané laboratórium akreditované. Tieto informácie sú zvyčajne na webových stránkach príslušných laboratórií alebo na webovej stránke SNAS⁵¹.

Pri prieskume znečisteného územia, ktorý je podkladom analýzy rizika podľa smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7, je oprávnené požadovať, aby **podstatná časť laboratórnych skúšok (minimálne 80 % v etape podrobného a doplnkového prieskumu), potvrdzujúcich prítomnosť (alebo absenciu) dominantných znečisťujúcich látok, bola akreditovaná**, t. j. aby daná skúška v čase vykonania laboratórnych analýz bola uvedená medzi akreditovanými skúškami daného laboratórneho zariadenia. Táto požiadavka je relevantná pri najčastejšie sa vyskytujúcich znečisťujúcich látkach (toxické kovy, nepolárne extrahovateľné látky – NEL, uhl'ovodíkový index – C₁₀ – C₄₀, polycyklické aromatické uhl'ovodíky – PAU, chl'ované uhl'ovodíky – CIU, aromatické uhl'ovodíky – BTEX). Od tejto požiadavky je možné upustiť, ak je znečisťujúca látka zriedkavá a jej stanovenie nie je bežne akreditovanou laboratórnou skúškou.

Prehľad odporúčaných metód stanovenia vybraných ukazovateľov vo vodách je uvedený v nariadení vlády č. 269/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd, príloha č. 3 Odporúčané metódy pre stanovenie jednotlivých ukazovateľov vo vodách.

Odporúčané metódy stanovenia vybraných ukazovateľov v pevných matriciach je možné prevziať z vyhlášky MŽP SR č. 382/2018 Z. z. o skládkovaní odpadov a uskladnení odpadovej ortuti, príloha č. 2 Metódy analýz a skúšok odpadov.

Vhodnosť laboratórnej skúšky na stanovenie príslušného ukazovateľa znečistenia je možné pri komunikácii s laboratóriom posúdiť podľa parametrov, ktoré sa označujú ako medza dokázateľnosti a medza stanoviteľnosti.

Medza dokázateľnosti (LOD – Limit of Detection), niekde tiež uvádzaná ako medza detekcie, je najmenšia koncentrácia látky, ktorej prítomnosť vo vzorke ešte možno danou metódou spoľahlivo dokázať (kvalitatívna identifikácia).

Medza stanoviteľnosti (LOQ – Limit of Qualification) je koncentrácia, pri ktorej presnosť stanovenia dovoľuje kvantitatívne vyhodnotenia (kvantitatívna identifikácia).

⁵¹ <http://www.snas.sk/>

Platí zásada, že medza dokázateľnosti by mala byť na úrovni najviac 1/10 koncentračného limitu, ktorý vo vzorke sledujeme (teda napr. IT/10), a medza stanoviteľnosti najviac 1/5 tohto limitu (teda napr. IT/5).

Ide o orientačný údaj a nie je možné sa ho pridržať pri všetkých ukazovateľoch a všetkých skúšobných parametroch. Vždy je potrebné požiadavky na presnosť a spoľahlivosť laboratórnych skúšok dohodnúť s príslušným laboratóriom pred samotnou realizáciou laboratórnych skúšok.

V súlade s usmernením SNAS⁵² sa neistota meraní pri akreditovaných skúškach vyjadruje parametrom *rozšírená neistota*.

Vo všeobecnosti neistota merania je nezáporný parameter súvisiaci s výsledkom merania, ktorý charakterizuje rozsah hodnôt, ktoré možno racionálne priradiť k meranej veličine („možné“ výsledky merania). **Rozšírená neistota** vychádza zo štandardnej neistoty, ktorá je vynásobená koeficientom k (čo je tzv. faktor pokrytia, štandardne $k = 2$). Takto určená rozšírená neistota (v prípade normálneho rozdelenia) poskytuje úroveň spoľahlivosti merania približne 95 %⁵³.

5.6.2 Požiadavky na rozsah laboratórnych stanovení

Rozsah laboratórnych stanovení znečisťujúcich látok sa určuje s ohľadom na činnosť, ktorá mohla spôsobiť alebo spôsobila znečistenie územia. Pri určení rozsahu laboratórnych stanovení je možné postupovať nasledovne:

1. Vykonať analýzu doterajších stanovení znečisťujúcich látok a na jej základe navrhnúť účelový rozsah analytických prác, špecifický pre danú lokalitu a geologickú úlohu. Pokiaľ sa staršie práce opierali len o skupinové neselektívne analýzy (napríklad NEL, TOC), je potrebné zaradiť do laboratórnych stanovení aj analýzy, ktoré by pomohli identifikovať konkrétnu znečisťujúcu látku alebo látky (pri ropnom znečistení sú to napríklad analýzy BTEX, jednotlivých polycyklických aromatických uhľovodíkov, jednotlivých chlórovaných uhľovodíkov, chlórbenzénov a chlórphenolov a podobne).

Pokiaľ sa na danej lokalite žiadne predchádzajúce práce nerealizovali, alebo z akýchkoľvek dôvodov sa nedajú plne využiť, je vhodnejšie použiť druhý spôsob:

2. Stanoviť rozsah laboratórnych stanovení postupom podľa prílohy č. 11b. Minimálny rozsah analytických prác podľa činností pri prieskume znečisteného územia smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7. V tejto prílohe sú špecifikované rozsahy laboratórnych stanovení (analytických prác) podľa druhu činnosti ako tzv. základná sada a doplnková sada. Rozsah laboratórnych stanovení základnej sady by mal byť aplikovaný na všetkých vzorkách, na základe ktorých sa hodnotí znečistenie územia. Položky doplnkovej sady možno prispôbiť druhu činnosti a špecifickým aktivitám, ktoré sa na skúmanom území vykonávajú, alebo sa vykonávali. Je potrebné zdôrazniť, že rozsah analytických prác definovaný v prílohe č. 11b smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7 je spracovaný primárne pre podzemné vody.

Na pôdy a horninové prostredie sa používa rozsah redukovaný o ukazovatele, ktoré sa v pôdach a horninách za normálnych okolností nestanovujú. Ide najmä o prchavé látky (BTEX, chlórované uhľovodíky), ale aj iné ukazovatele špecifické pre analytiku vôd (anióny a kationy solí, CHSK_{Mn}, RL, ...).

Osobitný prípad predstavujú prieskumy znečistenia, ktorých účelom je preukázať, že nejaké územie alebo parcela je bez znečistenia (napríklad pre potreby environmentálneho auditu pri predaji a kúpe nehnuteľností alebo východiskovej správy novovybudovanej prevádzky podľa

⁵² Slovenská národná akreditačná služba.

⁵³ Metodická smernica na akreditáciu. Návod vyjadrovania neistoty v kvantitatívnych skúškach (EA – 4/16: 2003). MSA–L/11. SNAS, 2009: http://snas.eu/files/msa/MSA_L11.pdf

zákona č. 39/2013 Z. z.). Vtedy je opodstatnené voľiť skupinové neselektívne analýzy na pokrytie čo najširšej škály znečisťujúcich látok (NEL, vo vodách napríklad aj chemická spotreba kyslíka či extrahovateľný organicky viazaný chlór).

5.6.3 Kontrola kvality laboratórnych prác

Postupy na zabezpečenie a kontrolu laboratórnych prác pri väčších súboroch vzoriek pozostávajú z požiadaviek na internú a externú kontrolu kvality laboratórnych vzoriek, ktorú zabezpečuje zhotoviteľ geologických prác.

Ich uplatňovanie je účelné predovšetkým pri prieskumoch znečistených území väčšieho rozsahu, s väčším počtom odobratých vzoriek (rádovo v niekoľkých desiatkach až stovkách a viac kusov).

Interná a externá kontrola kvality laboratórnych prác sa vykonáva odberom špeciálnych druhov vzoriek:

- slepá vzorka – odoberie sa vzorka, ktorá neobsahuje žiadnu znečisťujúcu látku a zaradí sa medzi sériu vzoriek, určených na analýzu (najmä pri vzorkách vôd),
- duplikát – odoberie sa duplicitná vzorka alebo zvyšný kvart vzorky zemín a zadajú sa na analýzu s iným označením ako originálna vzorka,
- vzorka so známou hodnotou – medzi vzorky určené na analýzu sa zaradí vzorka so známym obsahom znečisťujúcej látky (vopred zistený obsah alebo kvalitatívny štandard).

Vzorky internej a externej kontroly by sa svojím označením nemali odlišovať od ostatných vzoriek v sérii.

Označenie interná kontrolná vzorka znamená, že vzorka sa dáva analyzovať do laboratória, kde sa analyzujú aj ostatné vzorky.

Označenie externá kontrolná vzorka znamená, že vzorka sa dáva analyzovať do iného laboratória, ako sa analyzujú ostatné vzorky.

Odporúčaná frekvencia interných a externých kontrolných vzoriek je 1 kontrolná vzorka na 20 ostatných vzoriek.

Vyhodnotenie interných a externých kontrolných vzoriek by malo vychádzať z detekčných limitov a medze stanovenia zvolených laboratórnych skúšok.

5.7 Geodetické činnosti

Na zostavenie máp znečistenia sú potrebné dostatočne presné mapové podklady, ktorých základom sú geodeticky zamerané geologické diela, a to polohopisne aj výškopisne.

Polohopis a výškopis je možné merať oddelenými technologickými postupmi merania (metódy smerového pretínania, polygónové ťahy, nivelácia a podobne) alebo naraz jedným meraním (priestorová polárna metóda, RTK, UAV⁵⁴ fotogrametria), ktoré má mnoho obmien a variantov. Pri geologických dielach, najmä vrtoch, sa požaduje presnosť merania v rádoch centimetrov. Takáto presnosť merania zodpovedá presnosti geodetického merania pre potreby katastra nehnuteľností v 3. triede presnosti, ktorá je daná základnou strednou súradnicovou chybou (m_{xy}) pre body podrobného bodového poľa s hodnotou max. 0,14 m. To zodpovedá požadovanej presnosti mapového zobrazenia v mierke mapy 1 : 1 000.

Tabuľka 4. Triedy presnosti geodetických meraní podrobného bodového poľa

Trieda presnosti	Stredná chyba polohových meraní (m)	Stredná chyba výškových meraní (m)
1	0,04	0,03
2	0,08	0,07
3	0,14	0,12
4	0,26	0,18
5	0,50	0,35

Zdroj: [5_28], upravené

Mapy sa vyhotovujú v záväzných štátnych geodetických referenčných systémoch⁵⁵ – najčastejšie v štátnom súradnicovom systéme S-JTSK a výškovom systéme Balt po vyrovnaní (Bpv).

S rozšírením technológií využívajúcich globálne navigačné družicové systémy (GNSS – *Global Navigation Satellite System*) a používaním satelitných máp sa presadzuje aj používanie globálneho svetového súradnicového systému WGS 84 (*World Geodetic System 1984*) a Európskeho terestrického referenčného systému 1989 – ETRS 1989. Na prevod súradníc medzi súradnicovými systémami je k dispozícii viacero voľne šíriteľných aplikácií napríklad QGIS⁵⁶.

Klasické geodetické metódy sa postupne dopĺňajú, prípadne nahrádzajú metódami presného určovanie polohy objektov a javov pomocou globálnych navigačných družicových systémov (GNSS).

Turistické navigačné GNSS prístroje (tzv. turistické GPS navigácie) dosahujú polohovú presnosť okolo 15 m. V obmedzenej miere sú použiteľné na stanovenie polohy odberu vzoriek mimo geologických diel, teda napríklad vzoriek povrchových vôd, riečnych sedimentov a podobne. Samozrejme, nájdu uplatnenie aj pri orientácii v zložitých terénoch a vyhľadávaní diel a bodov so známymi súradnicami.

Geodetickú presnosť merania možno dosiahnuť profesionálnymi zostavami GPS/GNSS prístrojov. Profesionálne GNSS prístroje v tzv. autonómnej pozícii (bez korekcie merania) majú

⁵⁴ UAV – bezpilotované letecké prostriedky (z angl. *Unmanned Aerial Vehicle*)

⁵⁵ § 2 vyhlášky Úradu geodézie, kartografie a katastra SR č. 300/2009 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii v znení neskorších predpisov.

⁵⁶ <https://www.qgis.org/en/site/>

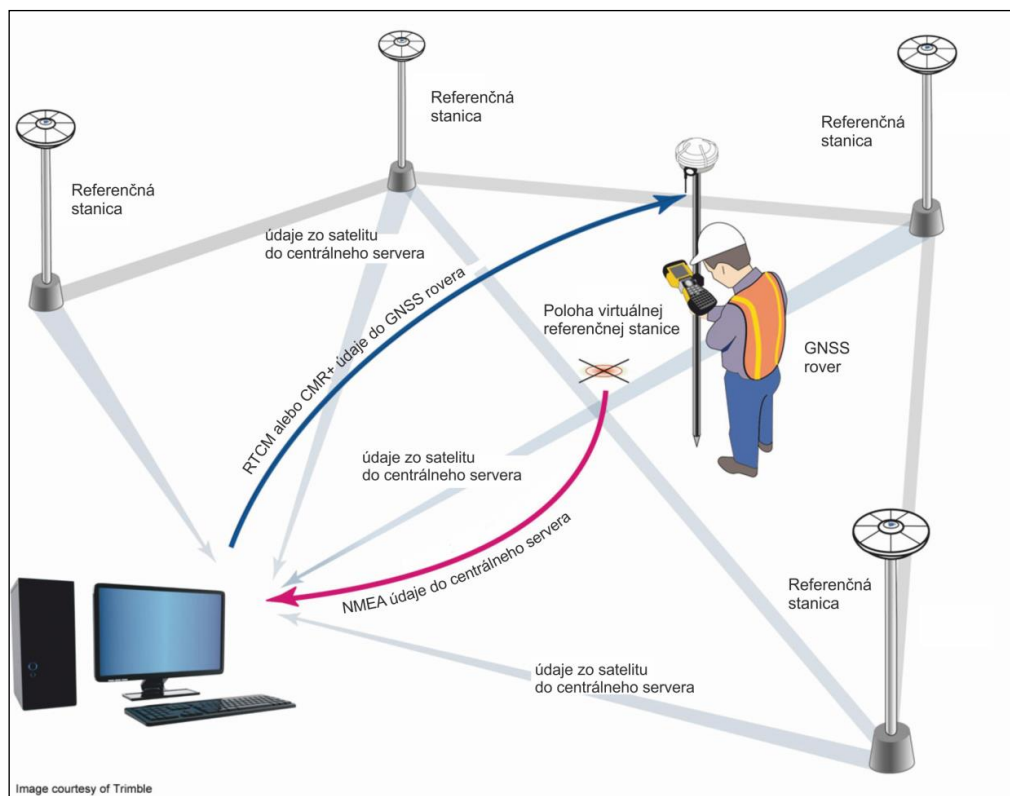
presnosť okolo 1 – 3 m. Presnosť merania podstatne zvyšuje korekcia meraní pohyblivého prijímača (tzv. rover) pomocou siete permanentných referenčných staníc – tzv. báz Geodetického a kartografického ústavu v Bratislave.

Ide o tzv. kinematickú metódu v reálnom čase označovanú ako metódu RTK⁵⁷, vykonávanú s využitím báz Slovenskej priestorovej observačnej služby – SKPOS®.

Metódou RTK je možné dosiahnuť presnosť na úrovni 2 až 4 centimetrov pre polohopisné meranie v závislosti od podmienok merania, pre výškopisné meranie je presnosť zhruba polovičná (4 – 8 cm), čo zodpovedá 3. triede presnosti geodetických meraní (so zakúpenou službou SKPOS_cm). Metóda RTK je nepoužiteľná v uzavretých priestoroch a je len obmedzene použiteľná v husto zastavaných oblastiach s výškovou zástavbou a v lesoch. Pri limitovanom počte komunikujúcich satelitov (napr. pri väčších zákrytoch v zalesnenom teréne) sa môže presnosť merania znížiť na 4. triedu presnosti (decimetrová presnosť). Pri niektorých druhoch geologických diel (napr. mapovacie vrty) je aj takáto presnosť postačujúca.

V prípade výpadku GSM signálu je vhodné určiť pomocné meračské body (PMB), kde je dobrý signál (PDOP⁵⁸), pomocou služby SKPOS a použitím terestrických metód (napr. polygónový ťah) zamerať geologické diela. Ak je GSM signál nedostupný aj vo vzdialenosti niekoľko kilometrov, je vhodné určiť pomocné meračské body pomocou statickej metódy a dodatočne vykonať výpočet súradníc – tzv. postprocessingom.

Obrázok 22. Schéma geodetického merania metódou RTK



Zdroj: [5_29], upravené

⁵⁷ RTK – Real-time Kinematic

⁵⁸ PDOP – parameter presnosti priestorovej polohy (z angl. – Positional Dilution of Precision)

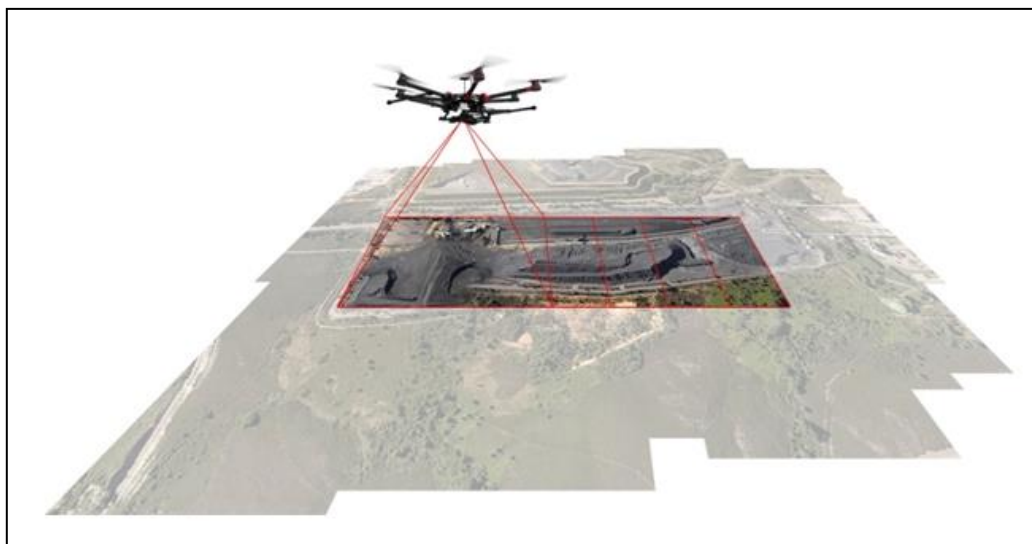
Postup vykonávania geodetických meraní prostredníctvom SKPOS uvádza smernica Úradu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky z r. 2016⁵⁹.

V poslednom čase sa čoraz viac dostáva do popredia aj využitie UAV zariadení (dronov) na získanie polohopisu a výškopisu meraného územia. Využitie UAV systémov spolu s meraniami GNSS prináša viaceré výhody. Získava sa komplexný obraz o skúmanej lokalite, kde je možné dostať zo zdrojových údajov ortomozaiku, digitálny model terénu a podobne. Presnosť takýchto meraní závisí od presnosti zamerania vlícovacích bodov a veľkosti pixla v teréne (tzv. *Ground Sampling Distance* – GSD), môže sa pohybovať od niekoľkých milimetrov až po desiatky centimetrov.

Presnosť merania závisí samozrejme aj od pokrytia terénu vegetáciou. Použitie dronov na mapovanie so sebou prináša aj zvýšené nároky na certifikáciu (registrácia zariadenia, pilotný certifikát) a potrebné osvedčenia, povolenia a súhlasy (Národný bezpečnostný úrad, Ministerstvo obrany SR⁶⁰, Dopravný úrad).

UAV merania je možné kombinovať aj s laserovým skenovaním, čím sa získavajú ešte presnejšie merania.

Obrázok 23. Použitie UAV (dronu) na získanie polohopisu a výškopisu meraného územia



Zdroj: [5_30]

Výsledky geodetických meraní sa spracovávajú do meračského elaborátu (technickej správy z geodetických meraní), ktorý tvorí prílohu záverečnej správy z prieskumu znečisteného územia⁶¹.

Obsah meračského elaborátu (Výsledky geodetických meraní) nie je pre geologické úlohy stanovený. Ak vyjdeme z požiadaviek § 35 ods. 4 vyhlášky Úradu geodézie, kartografie a katastra SR č. 300/2009 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii v znení neskorších predpisov, potom by meračský elaborát mal obsahovať:

⁵⁹ Smernica na vykonávanie geodetických meraní prostredníctvom SKPOS (http://skpos.gku.sk/files/Smernica_na_vykonavanie_merani_SKPOS.pdf)

⁶⁰ https://www.mod.gov.sk/data/files/3271_mp-r-odrss.pdf

⁶¹ Podľa prílohy č. 9 k vyhláške MŽP SR č. 51/2008 Z. z. je meračský elaborát obsiahnutý v prílohe Výsledky geodetických meraní.

- a) technickú správu (použité meračské podklady, spôsob zamerania, použitý súradnicový a výškový systém, časový priebeh merania, zloženia pracovnej skupiny, miesto uloženia meračskej dokumentácie),
- b) zoznam súradníc a výšok podrobných bodov,
- c) súbor údajov obsahujúci polohopis, popis, prípadne výškopis v digitálnej aj grafickej forme.

Geodetický podklad na tvorbu máp by mal byť súčasťou digitálnych súborov odovzdávaných spolu so záverečnou správou s analýzou rizika, a to vo vektorovej forme. V odôvodnených prípadoch (zvlášť zložitý polohopis či výškopis, kompilácia viacerých meračských podkladov a podobne) sa môže požadovať aj osobitná príloha meračského elaborátu vo forme výtlačku mapového podkladu.

5.8 Terénne skúšky a merania

Terénne skúšky a merania sa vykonávajú často v spojitosti s odberom vzoriek, môžu sa však vykonávať aj samostatne.

Pri odberoch vody sa spravidla zisťujú a zaznamenávajú jej základné charakteristiky (spravidla pH, elektrolytická vodivosť, oxidačno-redukčný potenciál, rozpustený kyslík a teplota, pričom minimálne je potrebné merať elektrolytickú vodivosť a teplotu vody) a vykonávajú sa organoleptické (senzorické) skúšky. Pri vzorkách pevných matric (horninové prostredie a pôda, stavebné konštrukcie, riečne sedimenty a podobne) sú to organoleptické (senzorické) skúšky.

5.8.1 Základné charakteristiky vody

Základné charakteristiky vzorkovanej vody (pH, elektrolytická vodivosť, oxidačno-redukčný potenciál, rozpustený kyslík a teplota) sa môžu pri odbere vzorky, či krátko po ňom, zmeniť. Príkladom je prevzdušnenie vzorky podzemnej vody, ak je táto vzorka v kontakte so vzduchom. Prípadne môže dôjsť k uniknutiu pôvodných plyných zložiek zo vzorky, či nastane zmena teploty vzorky. Tak môže dôjsť k zmene rovnovážnych geochemických podmienok, čo môže byť spojené so zmenou elektrickej vodivosti, redox podmienok, pH, ako aj k vyzrážaniu niektorých zložiek a podobne. Preto je potrebné merať tieto charakteristiky priamo v teréne bezprostredne pri odbere vzorky vhodnými meracími zariadeniami.

pH

Hodnota pH (stupeň kyslosti alebo vodíkový exponent) je záporným dekadickým logaritmom aktivity vodíkových iónov H^+ ($pH = -\log a(H^+)$).

Neutrálne pH predstavuje koncentráciu $H^+ = 10^{-7} \text{ mol/l}$ ($pH = 7$).

Pri kyslej reakcii koncentrácia H^+ stúpa, tzn. pH klesá ($pH_{\text{acid}} < 7$). Pri zásaditej reakcii koncentrácia H^+ klesá, tzn. pH stúpa ($pH_{\text{alkal}} > 7$).

Kategorizácia vody podľa kyslosti (pH) [5_31]:

- pH 5,0 – 5,5 kyslá voda
- pH 5,5 – 6,9 slabo kyslá voda
- pH 6,9 – 7,1 neutrálna voda
- pH 7,1 – 8,4 slabo alkalická voda
- pH 8,4 – 9,5 alkalická voda

Zrážková voda (stanovovaná z roztopeného snehu) je vo všeobecnosti kyslejšia, skoro polovica vzoriek (46,9 % zo 44 odberov z celého územia Slovenska) má $pH < 4,4$ [5_35].

Priemerná hodnota pH v podzemných vodách vzorkového materiálu Geochemického atlasu Slovenska, Časť I: Podzemné vody [5_35] je $7,37 \pm 0,51$ a medián 7,35 (zo 16 359 vzoriek).

Nižšie hodnoty sa viažu na horské oblasti budované granitoidmi a kryštalickejšími bridlicami. Podzemné vody tu dosahujú hodnotu pH okolo 6. Extrémne nízke hodnoty pH boli zaznamenané vo výtokoch zo štôlní v polymetalických sulfidických zrudneniach (Malé Karpaty, oblasť neovulkanitov, Spišsko-gemerské rudohorie a Nízke Tatry). Hodnoty pH nad 8,0 sú charakteristické pre niektoré oblasti mezozoika Západných Karpát a litofácie paleogénu s vysokým obsahom karbonátového tmelu [5_35].

Elektrolytická vodivosť

Elektrolytická vodivosť (EC – *Electrolytic Conductivity*, z angl.), tiež merná elektrická vodivosť, elektrická vodivosť⁶² alebo konduktivita (κ , kappa) je veličina, ktorá charakterizuje schopnosť kvapalín viesť elektrický prúd, závisí teda od koncentrácie iónov vo vode.

Udáva sa v jednotkách: $1 \text{ mS/m} = 1 \text{ mS/100 cm} = 1\,000 \text{ }\mu\text{S/100 cm} = 10 \text{ }\mu\text{S/cm}$

Kategorizácia vody podľa EC ($\mu\text{S/cm}$) [5_31]:

- EC 0 – 100 veľmi nízko mineralizovaná voda
- EC 100 – 250 nízko mineralizovaná voda
- EC 250 – 500 stredne mineralizovaná voda
- EC 500 – 1000 (dost') mineralizovaná voda
- EC > 1000 silno mineralizovaná voda

Tabuľka 5. Základné štatistické údaje o elektrolytickej vodivosti podzemných vôd Slovenska (bez identifikovaného antropogénneho ovplyvnenia)

Hydrogeologický celok (počet vzoriek štatistického súboru)	Aritmetický priemer ($\mu\text{S/cm}$)	Medián ($\mu\text{S/cm}$)
Podzemné vody kryštalinika – granitoidy (734)	126,1	108,0
Podzemné vody kryštalinika – kryštallické bridlice (514)	132,4	111,0
Podzemné vody paleozoika – metamorfované horniny (258)	136,0	104,0
Podzemné vody mezozoika – vápence (195)	486,2	487,0
Podzemné vody mezozoika – dolomity (387)	451,0	440,0
Podzemné vody mezozoika – slienité vápence (235)	445,6	428,0
Podzemné vody mezozoika – pieskovce, kremence, bridlice, ílovce spodného triasu (169)	292,2	238,0
Podzemné vody centrálne-karpatského paleogénu – flyšový vývoj (490)	617,9	613,0
Podzemné vody paleogénu – vonkajší flyš – pieskovce (337)	394,9	377,0
Podzemné vody paleogénu – vonkajší flyš – flyšový vývoj (1 597)	440,9	428,0
Podzemné vody vulkanického neogénu – efúzíva intermediárne (451)	210,3	179,0
Podzemné vody vulkanického neogénu – pyroklastiká (1 031)	245,1	202,0
Podzemné vody sedimentárneho neogénu – piesčito-štrkovito-ílovité sedimenty (1 028)	688,1	686,5
Podzemné vody kvartéru – fluvialne sedimenty riečnych nív (1 405)	704,0	670,0
Podzemné vody kvartéru – nižné sedimenty bez vzťahu k riekam (48)	375,9	277,5
Podzemné vody kvartéru – nižné sedimenty so vzťahom k riekam (263)	654,6	661,0

Zdroj: [5_35], upravené

Okrem koncentrácie iónov vo vode závisí hodnota elektrickej vodivosti aj od teploty vody. Väčšina moderných terénnych multimetrov má v meracej sonde zabudované snímače teploty

⁶² Označenie *elektrická vodivosť* sa vzťahuje k vodivosti kovov, označenie *elektrolytická vodivosť* k vodivosti elektrolytov vrátane vody. Označenie elektrická vodivosť je preto vo vzťahu k mernej vodivosti vody nesprávne, aj keď bežne používané a rozšírené.

a automatickú korekciu na teplotu vody, alebo sa dá korekcia merania na teplotu vody nastaviť. Ak takýmito funkciami terénny merací prístroj nedisponuje, je potrebné namerané údaje elektrickej vodivosti prepočítať na štandardnú teplotu 25°C.

Tabuľka 6. Korekčné faktory (f) k prepočítaniu hodnôt vodivosti z θ (°C) na 25°C

θ (°C)	f	θ (°C)	f
1	1,857	15	1,256
5	1,643	20	1,116
10	1,428	25	1,000

Zdroj: [5_32], upravené

Celkové rozpustené látky/celková mineralizácia

Niektoré multimetre umožňujú aj meranie celkových rozpustených látok (TDS – *Total Dissolved Solids*, z angl.), pre ich presnejšie stanovenie je však potrebné poznať prepočítavací koeficient, ktorý je závislý od chemického zloženia vody. V tomto prípade ide teda len o nepriame určenie TDS z hodnoty vodivosti. Vo všeobecnosti je TDS reprezentované celkovým množstvom nabitých iónových foriem rozpustených látok (minerálov, solí alebo kovov) v danom objeme vody, vyjadrený v jednotkách mg/l alebo ppm.

Priemerná hodnota celkovej mineralizácie vo vzorkách podzemných vôd zahrnutých do Geochemického atlasu Slovenska, Časť I: Podzemné vody [5_35] je $567,03 \pm 403,87$ mg/l a medián 488,28 mg/l (zo 16 359 vzoriek).

Vysoké hodnoty celkovej mineralizácie súvisia s antropogénnymi vplyvmi najmä v nížinných oblastiach a medzihorských depresiách s pomerne vysokou hustotou osídlenia a intenzívnymi ľudskými aktivitami. V nížinných územiach a medzihorských depresiách kopíruje vysoká mineralizácia podzemných vôd areály najviac ekologicky zaťaženého územia [5_35].

Oxidačno-redukčný potenciál

Pri prvkoch vyskytujúcich sa v rôznych oxidačných stupňoch sú formy ich existencie ovplyvňované nielen hodnotou pH, ale tiež oxidačno-redukčným potenciálom prostredia (ORP). Na oxidačno-redukčných rovnováhach vo vode, sedimentoch a kaloch sa podieľajú plyny (O_2 , O_3 , CH_4 , H_2S , CO_2 , Cl_2), rozpustené látky vyskytujúce sa v rôznych oxidačných stupňoch (zlúčeniny síry, dusíka, železa, mangánu a iné) a tuhé fázy prvkov vyskytujúcich sa taktiež v rôznych oxidačných stupňoch ($FeCO_3$, $MnCO_3$, $FeO.OH$, MnO_2 a iné).

Oxidačno-redukčný potenciál (ORP) alebo redox potenciál (E_m , E_h) je meradlom schopnosti látok viazať alebo uvoľňovať elektróny, to znamená, že je meradlom sily oxidačného alebo redukčného činidla. Udáva sa v milivoltach (mV).

Negatívne ORP znamená, že roztok obsahuje voľné elektróny, ktoré môže darovať. Pozitívne ORP znamená, že roztok má nedostatok voľných elektrónov, ktoré bude niekde odoberať. Pri hodnotách do 600 mV prevládajú oxidačné procesy, pri nižších ako 200 redukčné. Obvyklý rozsah ORP_H vo vodách je -500 mV až + 500 mV. V povrchových vodách a v pitnej vode sú hodnoty ORP_H bežne okolo 400 mV (po chlorácii pitnej vody môžu stúpnuť na 1 000 mV). Aeróbnym podmienkam vo všeobecnosti zodpovedajú pozitívne hodnoty ORP, anaeróbnym negatívne. Anoxické podmienky zodpovedajú intervalu ORP 150 – 250 mV [5_32].

Pri prezentovaní hodnôt oxidačno-redukčného potenciálu je potrebné uvádzať, či ide o hodnoty namerané v teréne bez korekcie (ORP_M , E_m) alebo s korekciou na štandardnú vodíkovú

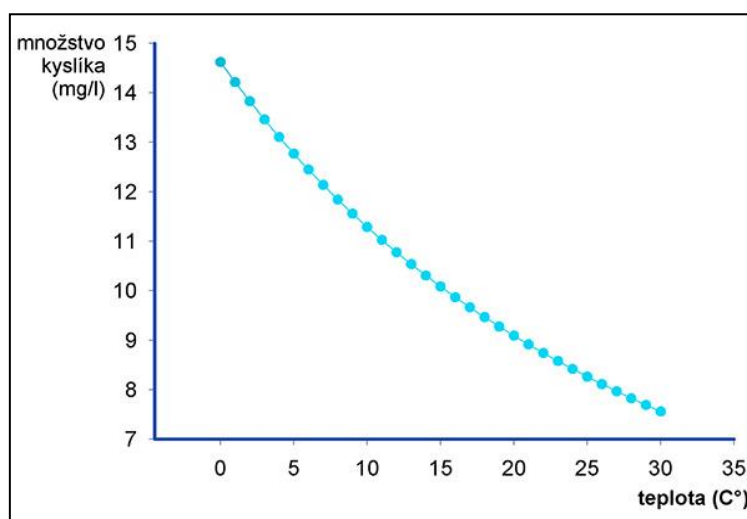
elektrody (ORP_H , Eh)⁶³. Jedine hodnota ORP_H (Eh) je objektívnym údajom, umožňujúcim správnu interpretáciu výsledkov, napr. porovnaním merania ORP s inými lokalitami.

Rozpustený kyslík

Rozpustený kyslík (O_2 alebo DO – *Dissolved Oxygen*, z angl.) je hodnota udávajúca množstvo kyslíka (O_2) rozpusteného vo vode. Výsledky sa udávajú v mg/l alebo v percentách nasýtenia (%). Množstvo kyslíka rozpusteného vo vode má nepriamu závislosť od teploty (čím teplejšia voda, tým menej kyslíka) a priamu závislosť od tlaku vzduchu nad vodou (čím vyšší tlak vzduchu, resp. parciálny tlak O_2 , tým viac rozpusteného kyslíka vo vode). Množstvo rozpusteného kyslíka závisí aj od celkovej mineralizácie (salinity) meranej vody⁶⁴.

Kyslík rozpustený vo vode sa pri styku s membránou meracej elektródy spotrebúva. Je preto potrebné, aby voda v blízkosti elektródy cirkulovala. Preto sa meria buď v prietokovej meracej cele, alebo sa musí elektróda udržiavať pri meraní v pohybe.

Obrázok 24. Graf závislosti rozpustnosti kyslíka vo vode od teploty



Zdroj: [5_33]

⁶³ Väčšina výrobcov terénnych multimetrov na meranie ORP používa meracie platínové elektródy s referenčnou chloridostriebornou elektródou Ag/AgCl (skrátene tiež ako CSE – *Common Silver Electrode*) v roztoku KCl (pufračný roztok). Vedecký štandard je však založený na použití vodíkovej elektródy Eh (skrátene tiež SHE = *Standard Hydrogenium Electrode*, štandardná vodíková elektróda), ktorá sa z ekonomických a bezpečnostných dôvodov pri terénnych meraniach bežne nepoužíva. Korekcia merania ORP s elektródou CSE (ORP_M) na SHE (ORP_H) sa robí pripočítaním hodnoty zvyčajne medzi 200 a 300 mV, podľa typu použitej elektródy a molarity roztoku KCl, typicky napríklad nasledovne:

$$ORP_M \text{ (mV)} + 207 \text{ mV} = ORP_H \text{ (mV)}; \text{ pre } c(KCl) 3,0 \text{ mol/l},$$

$$\text{alebo } ORP_M \text{ (mV)} + 204 \text{ mV} = ORP_H \text{ (mV)}; \text{ pre } c(KCl) 3,5 \text{ mol/l}.$$

Na korekciu hodnôt ORP na štandardnú vodíkovú elektródu možno použiť tiež výpočet podľa Nernstovej rovnice [5_36]. Je potrebné povedať, že hodnota ORP závisí aj od teploty vody (zvýšenie teploty vody o 10°C znamená zníženie ORP o 6 – 9 mV). Referenčná teplota na korekciu je 25°C. Kvalitné multimetre zohľadňujú aj posun hodnôt pri odlišných hodnotách pH, merajú teplotu a podľa nej kompenzujú nameranú hodnotu.

⁶⁴ U väčšiny bežne používaných multimetrov je pri meraní rozpusteného kyslíka vo vodách s vyššou celkovou mineralizáciou (> 1 g/l) potrebné zadať hodnotu salinity meranej vody a zapnúť korekciu.

Teplota vody (vzduchu)

Teplota vzorky vyššia ako 0°C sa meria teplomerom s delením 0,1°C, pri zisťovaní orientačnej teploty vzduchu postačuje delenie teplomera na 0,5°C, prípadne 1°C. Väčšina multimetrov umožňuje digitálne meranie teploty vody s postačujúcou presnosťou.

Teplota vzduchu (ak sa jej meranie vyžaduje) sa meria pri odbere vzorky suchým teplomerom s minimálnou hodnotou dielika 0,5°C až 1°C v tieni, mimo dosahu akéhokoľvek tepelného zdroja a aspoň 1 m nad zemou, až do ustálenia stĺpca. Ide o informatívne meranie na zhodnotenie rušivých vplyvov spôsobených vplyvom teploty.

5.8.2 Organoleptické (senzorické) skúšky

Organoleptické skúšky vody, alebo stanovenie senzorických vlastností vody, pozostávajú z určenia farby, zákalu a zápachu. V prípade prítomnosti voľnej fázy ropných látok vo vzorke popíšeme aj túto. K bežne stanovovaným senzorickým ukazovateľom pri vzorkovaní vôd patrí aj chuť, vo vzťahu k prieskumu znečisteného územia sa však stanovovanie tohto parametra nevyžaduje.

Farba

Farebné videnie môže byť u ľudí rôzne, preto pri farebných odtieňoch nízkej intenzity môže ísť o subjektívny ukazovateľ. Výraznejšie sfarbenie vody, v znečistených územiach nie neobvyklé, však môže byť významným ukazovateľom kvality vody.

Červená, hnedá, oranžová či žltá farba sú zvyčajne prejavom prítomnosti oxido-hydroxidov železa vo vode, laicky povedané „hrdza“. Hrdza vzniká hydratáciou Fe(III) a Fe(II) na hydroxid v oxidačných podmienkach.

Mangán, ktorý sa často vyskytuje spolu so železom, prifarbuje vodu viac do tmavohnedej až do čiernej. Zvýšené obsahy rozpusteného mangánu sa vyskytujú častejšie v redukčných podmienkach, keď má voda často sivastý nádych.

Mliečna, mútna alebo dobiela sfarbená voda je zväčša spôsobená vzduchom vo vode. Ak sa voda časom nečirí, alebo vzniká usadenina, je biela farba spôsobená anorganickou prímiesou (íly, dolomit) alebo znečistením.

Zákal

Zákal vody je zníženie priehľadnosti vody spôsobené nerozpustnými a koloidnými látkami anorganického a organického charakteru. Môže byť prirodzeného alebo antropogénneho pôvodu. V podzemných vodách zákal spôsobujú predovšetkým anorganické látky.

Najjednoduchšie sa zákal hodnotí subjektívne v porovnaní so štandardnou škálou (čistá voda) ako veľmi slabý, zreteľný a veľmi silný.

Pach

Pri terénnom stanovení pachu si treba uvedomiť, že na šírenie pachotvorných látok vplýva aj počasie, teplota, vlhkosť, zrážky a vietor. Pri vyšších teplotách alebo nižšom atmosférickom tlaku dochádza k uvoľňovaniu pachotvorných látok, ktoré sú potom vnímané intenzívnejšie.

Tabuľka 7. Stupne pachovej intenzity vody

St.	Slovná charakteristika	Prejav zápachu
0	Nijaký/žiadny	Zápach nie je možné zistiť
1	Veľmi slabý	Zápach nezistí laik, ale môže ho zistiť odborník
2	Slabý	Zápach zistí aj laik, pokiaľ je naň upozornený
3	Badateľný	Zápach zistí laik
4	Zreteľný	Zápach vzbudzuje pozornosť a tým aj nechut' vodu požívať
5	Veľmi silný	Zápach je taký silný, že sa voda stáva nevhodnou na pitie

Zdroj: [5_34]

6. Odporúčaný postup pri prieskume znečisteného územia špecifickou znečisťujúcou látkou

Znečistenie územia vzniká únikom znečisťujúcich látok do prírodného prostredia, a to v závislosti od druhu a rozsahu ľudskej činnosti v danom území. Znečisťujúce látky sa v závislosti od svojich vlastností správajú v prírodnom prostredí rôzne, majú rôzny migračný potenciál, teda schopnosť šíriť sa do podzemnej vody a podzemnou vodou.

Prieskum znečisteného územia sa vykonáva v prírodnom prostredí, ktoré je komplexné, nehomogénne a dynamicky sa meniace v čase. Informácie o migrácii znečisťujúcich látok horninovým prostredím sú preto zaťažené veľkou mierou neurčitostí. Charakter a rozsah znečistenia horninového prostredia na lokalite tak závisia od konkrétnych interakcií v systéme znečisťujúca látka – horninové prostredie – podzemná voda – vonkajšie činitele. Výsledkom týchto interakcií sú špecifické prejavy (črty), ktoré sú v detailoch pre danú lokalitu jedinečné. Napriek tomu, na základe komplexného a systematického štúdia výsledkov prieskumov a monitorovania znečistených území sa ukazuje, že podobné podmienky na rôznych lokalitách majú niektoré podobné prejavy znečisťovania horninového prostredia, napr. z hľadiska šírenia sa znečistenia.

Analýza výsledkov riešenia takýchto úloh potom umožňuje definovať charakteristické prejavy v znečistenom území a navrhnúť zodpovedajúce postupy prieskumu znečisteného územia.

Odporúčaným postupom sa detailne venuje **príloha č. 13** Odporúčaný postup vo vybraných prípadoch prieskumu znečisteného územia špecifickou znečisťujúcou látkou.

Členenie odporúčaných postupov rešpektuje určujúce hydrogeologické charakteristiky územia a rôzne druhy znečisťujúcich látok v územiach typických pre Slovensko.

Ide o odporúčané postupy v nasledovných vybraných prípadoch:

A. Prípady znečisťovania územia vo vzťahu k typu hydrogeologickej štruktúry

- A1. Znečisťovanie územia s plytkou hydrogeologickou štruktúrou,
- A2. Znečisťovanie územia s hydrogeologickou štruktúrou so striedaním kolektorov a izolátorov,
- A3. Znečisťovania územia s hlbokou hydrogeologickou štruktúrou.

B. Prípady znečisťovania územia podľa druhu znečisťujúcej látky

- B1. Znečisťovanie územia priesakovou kvapalinou zo skládky,
- B2. Znečisťovanie územia kovmi,
- B3. Znečisťovanie územia organickými látkami,
 - B3.1 Znečisťovanie územia organickými látkami ľahšími ako voda,
 - B3.2 Znečisťovanie územia organickými látkami ťažšími ako voda.

7. Postup pri posudzovaní a schvaľovaní záverečných správ s analýzou rizika znečisteného územia Ministerstvom životného prostredia SR

7.1 Posudzovanie a schvaľovanie záverečných správ

Povinnosť predložiť záverečnú správu z geologickej úlohy MŽP SR na posúdenie a schválenie sa vzťahuje na:

- a) všetky záverečné správy z geologických úloh financovaných zo štátneho rozpočtu alebo iných verejných zdrojov (napr. fondov Európskej únie)⁶⁵,
- b) záverečné správy financované zo súkromných zdrojov, ktoré obsahujú:
 - a. výpočet zásob ložiska,
 - b. výpočet množstva vôd,
 - c. analýzu rizika znečisteného územia,
 - d. výpočet množstva geotermálnej energie,
 - e. výpočet objemu prírodných horninových štruktúr a podzemných priestorov na účely ukladania⁶⁶.

Zároveň platí aj povinnosť vypracovať analýzu rizika znečisteného územia (ďalej analýza rizika) v prípade, že sa geologickým prieskumom životného prostredia zistí a overí závažné znečistenie územia⁶⁷.

Z uvedeného vyplýva, že povinnosť predložiť záverečnú správu z geologickej úlohy na posúdenie sa vzťahuje, okrem iného, na každú záverečnú správu z geologického prieskumu životného prostredia, ktorým sa zistilo a overilo závažné znečistenie územia a ktorá v súlade s ustanoveniami geologického zákona⁶⁸ obsahuje aj analýzu rizika. Dôležité je upozorniť na časový faktor. Komisia na posudzovanie a schvaľovanie záverečných správ s analýzou rizika znečisteného územia neakceptuje analýzu rizika, ktorá vychádza z údajov geologického prieskumu staršieho ako 10 rokov.

7.2 Predloženie záverečnej správy na posúdenie a správny poplatok

Zhotoviteľ geologických prác je povinný vyhodnotiť geologickú úlohu v záverečnej správe a odovzdať ju objednávateľovi⁶⁹. Ak ide o záverečnú správu z prieskumu znečisteného územia s analýzou rizika, musí táto správa obsahovať všetky náležitosti uvedené v prílohe č. 9 vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z. Lehota na vypracovanie záverečnej správy nesmie byť dlhšia ako jeden rok od skončenia riešenia geologickej úlohy. V lehote na vypracovanie záverečnej správy je zahrnuté aj jej odovzdanie objednávateľovi.⁷⁰

Záverečná správa, ktorá bola vypracovaná podľa geologického zákona (zákon č. 569/2007 Z. z.) a obsahuje všetky potrebné náležitosti, posudzuje a schvaľuje Komisia pre posudzovanie a schvaľovanie záverečných správ s analýzou rizika znečisteného územia pri MŽP SR (ďalej len komisia).

Ak správa nespĺňa požiadavky geologického zákona (zákon č. 569/2007 Z. z.) a neobsahuje všetky náležitosti, komisia takúto záverečnú správu vráti na doplnenie.

⁶⁵ § 18 ods. 1 zákona č. 569/2007 Z. z.

⁶⁶ § 18 ods. 2 zákona č. 569/2007 Z. z.

⁶⁷ § 16 ods. 6 zákona č. 569/2007 Z. z.

⁶⁸ § 16 ods. 6 zákona č. 569/2007 Z. z.

⁶⁹ § 16 ods. 1 zákona č. 569/2007 Z. z.

⁷⁰ § 40 ods. 2 vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z.

Záverečnú správu na posúdenie a schválenie predkladá objednávateľ geologických prác, a to do jedného mesiaca od jej prevzatia od zhotoviteľa geologických prác⁷¹. Po dohode a so súhlasom objednávateľa tak môže urobiť aj zhotoviteľ geologických prác.

Odobzdávajú sa spravidla 2 vytlačené exempláre záverečnej správy a dátový nosič (CD, DVD, USB, ...) s digitálnou verziou záverečnej správy so súbormi v bežných užívateľských formátoch – textové súbory vo formáte DOC a PDF, tabuľky vo formáte XLS a PDF, grafické súbory vo formáte PDF, prípadne aj TIFF, JPG a podobne. Záverečná správa sa odovzdáva v podateľni MŽP SR spolu so žiadosťou o začatie posudzovacieho a schvaľovacieho procesu.

Pri odovzdaní záverečnej správy sa zároveň predkladá aj potvrdenie o úhrade správneho poplatku, ktorého výška je ustanovená v položke 168 písm. e) Sadzobníka správnych poplatkov, ktorý tvorí prílohu k zákonu č. 145/1995 Z. z. o správnych poplatkoch v znení neskorších predpisov. Výška správneho poplatku na vydanie rozhodnutia o schválení záverečnej správy s analýzou rizika je 35,00 €. Správny poplatok sa uhrádza formou elektronického kolku (e-kolok), ktorú sa dá zakúpiť na vybraných pobočkách Slovenskej pošty, kde po úhrade potrebnej sumy vystavia Potvrdenie o úhrade správneho/súdneho poplatku (eKolok).

Záverečná správa sa posúdi a schváli do 6 mesiacov od jej predloženia, alebo sa v tejto lehote vráti na doplnenie.

7.3 Oponenti záverečnej správy s analýzou rizika znečisteného územia

Komisia posudzuje a schvaľuje záverečné správy s analýzou rizika (ďalej „záverečná správa“) na základe oponentských posudkov. Komisia určuje spravidla 2 oponentov záverečnej správy, a to jedného oponenta z členov komisie a druhého z externého prostredia, mimo členov komisie. Počet oponentov nie je implicitne daný, pri väčších a zložitejších geologických úlohách sa môže zvýšiť, pri jednoduchších naopak redukovať. O určení oponentov sú objednávateľ aj oponenti uzrozmnení písomne alebo elektronickou poštou.

Pri úlohách financovaných zo štátneho rozpočtu alebo iných verejných zdrojov sa určuje aj garant geologickej úlohy, čo je spravidla zamestnanec MŽP SR, ktorého stanovisko je tiež jedným z podkladov na rozhodovanie komisie (tzv. interné posúdenie záverečnej správy).

Všetci určení oponenti musia mať odbornú spôsobilosť na vykonávanie geologických prác⁷², a to v odbore, ktorého sa posudzovaná záverečná správa týka – pri záverečných správach s analýzou rizika je to spravidla geologický prieskum životného prostredia, hydrogeologický prieskum alebo geochemické práce.

Náklady spojené s posudzovaním záverečnej správy uhrádza objednávateľ⁷³, čo zahŕňa dohodu o cene za vypracovanie oponentského posudku, uzavretie zmluvného vzťahu a vyplatenie odmeny za vykonanú prácu, a to aj v prípade neschválenia záverečnej správy.

Odporúčaný obsah oponentského posudku záverečnej správy z geologického prieskumu životného prostredia s analýzou rizika je v **prílohe č. 11** Odporúčaný obsah odborného posudku záverečnej správy z geologického prieskumu životného prostredia s analýzou rizika znečisteného územia. Lehota na vypracovanie oponentského posudku nie je určená. Pretože však záverečnú správu je potrebné posúdiť a schváliť do 6 mesiacov, spravidla termín na vypracovanie oponentského posudku sa dohodne na 2 – 4 týždne. Oponent a zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy pred zasadnutím komisie vyhotovia zápis o prerokovaní oponentského posudku, ktorý predložia komisii.

⁷¹ § 18 ods. 2 zákona č. 569/2007 Z. z.

⁷² § 9 ods. 1 písm. e) zákona č. 569/2007 Z. z.

⁷³ § 18 ods. 6 zákona č. 569/2007 Z. z.

7.4 Zasadnutie komisie pre posudzovanie a schvaľovanie záverečných správ s analýzou rizika znečisteného územia

Komisia je stálym poradným orgánom generálneho riaditeľa sekcie geológie a prírodných zdrojov MŽP SR. Komisia má schválený organizačný poriadok, ktorým sa pri posudzovaní a schvaľovaní záverečných správ riadi.

Komisia sa skladá z predsedu, podpredsedu, tajomníka a najmenej z 9 členov. Členov komisie vymenúva generálny riaditeľ sekcie geológie a prírodných zdrojov MŽP SR. Členstvo v komisii je nezastupiteľné. Komisia je uznášaniaschopná pri nadpolovičnej väčšine členov. Na prijatie záverov je potrebný súhlas nadpolovičnej väčšiny prítomných členov. V prípade rovnosti hlasov rozhoduje hlas predsedu komisie.

Mimo času zasadania komisie zabezpečuje činnosť komisie tajomník, ktorý zvoláva rokovania komisie, zabezpečuje prípravu a organizáciu rokovaní, zadáva vypracovanie oponentských posudkov, vypracúva zápisnice z rokovaní komisie a návrhy rozhodnutí o schválení záverečnej správy s analýzou rizika.

Na zasadnutie komisie, ktoré sa zvoláva písomne alebo elektronickou poštou najmenej 7 dní vopred, sa okrem členov komisie pozývajú oponenti, zodpovední riešitelia geologických úloh (zhotoviteľ geologických prác) a objednávateľia. Zasadnutie komisie je neverejné a má dôverný charakter. Členovia komisie a ostatní účastníci zasadania komisie sú povinní zachovávať štátne, hospodárske a služobné tajomstvo, o ktorom sa dozvedia v súvislosti s účasťou na činnosti komisie. Komisia posudzuje a schvaľuje záverečné správy na základe:

- oponentských posudkov,
- interného posúdenia záverečnej správy – pri úlohách zo štátneho rozpočtu a iných verejných zdrojov,
- zápisu z prerokovania oponentského posudku medzi oponentmi a zodpovedným riešiteľom.

Pokiaľ je prieskum znečisteného územia súčasťou záverečnej správy, ktorá obsahuje aj výsledky sanácie znečisteného územia (napríklad ako doplnkový prieskum v predsanačnej etape prác alebo geologický prieskum životného prostredia v rámci aktualizácie analýzy rizika), je súčasťou rokovania komisie aj informácia odborného geologického dohľadu sanácie environmentálnej záťaže alebo geologického prostredia o priebehu vykonávania geologickej úlohy a dosiahnutí jej cieľov.

Na rokovaní komisie predseda vyzve:

- zodpovedného riešiteľa, aby prezentoval výsledky a ciele geologickej úlohy (spravidla ide o stručnú prezentáciu, pri ktorej je možné využiť prezentačnú techniku MŽP SR),
- oponentov, aby predniesli svoje posudky,
- garanta geologickej úlohy, aby predniesol svoje stanovisko (pri úlohách zo štátneho rozpočtu a iných verejných zdrojov).

Komisia na zasadnutí rozhodne o:

- schválení záverečnej správy bez pripomienok alebo
- schválení záverečnej správy s podmienkou vykonania opráv alebo
- neschválení záverečnej správy a jej vrátení na dopracovanie.

V prípade, že sa záverečná správa schváli bez pripomienok, odovzdá sa Štátnemu geologickému ústavu Dionýza Štúra v Bratislave (ŠGÚDŠ).

V prípade, že sa záverečná správa schvaľuje s podmienkou vykonania opráv, komisia rozhodne, či bude záverečná správa po opravách znovu zaradená na prerokovanie v komisii, alebo bude kontrolou opráv uvedených v oponentských posudkoch a v zápise poverený člen komisie, prípadne oponent.

V prípade, že sa záverečná správa neschváli a vráti sa na doplnenie, ale aj v prípade, že sa opravená záverečná správa musí opätovne prerokovať v komisii, doplnená záverečná správa sa posudzuje a schvaľuje do troch mesiacov od jej doplnenia⁷⁴.

Postup pri predložení opravenej záverečnej správy je obdobný ako pri novej záverečnej správe, správny poplatok sa neplatí, oponenti zostávajú rovnakí ako pri prvom prerokovaní záverečnej správy, pokiaľ komisia nerozhodne inak.

Tajomník komisie vypracuje zápis zo zasadania komisie, ktorý rozošle zástupcom objednávateľa, zhotoviteľa a oponentom. Jeho neoddeliteľnou súčasťou sú závery k posúdenej záverečnej správe, požadované opravy a doplnky vrátane určenia termínov.

7.5 Oprava a odovzdanie záverečnej správy s analýzou rizika znečisteného územia

V prípade, že záverečná správa sa schváli s podmienkou vykonania opráv, ale bez potreby opätovného prerokovania v komisii, vykoná opravy zhotoviteľ geologických prác (spravidla zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy) v termíne, ktorý sa dohodne na komisii (spravidla do 1 – 2 mesiacov) podľa rozsahu požadovaných opráv.

Osobe určenej na kontrolu opráv je doručená opravená záverečná správa a zoznam vykonaných opráv. Osoba poverená kontrolou vykonaných opráv skontroluje obsah vykonaných opráv a potvrdí, že požadované opravy boli vykonané v súlade s požiadavkami komisie, alebo záverečnú správu vráti na doplnenie.

Na základe doručenej opravenej záverečnej správy a zápisu z kontroly vykonania opráv tajomník komisie vypracuje rozhodnutie o schválení záverečnej správy, ktoré po podpise generálnym riaditeľom sekcie geológie a prírodných zdrojov je záväzné pre objednávateľa, napríklad na určenie cieľových hodnôt sanácie či rozsahu vykonávaného monitorovania. Rovnako je toto rozhodnutie záväzné aj pri výkone štátnej správy v danej oblasti.

Na posudzovanie a schvaľovanie záverečnej správy s analýzou rizika sa zákon č. 71/1967 Zb. o správnom konaní (správny poriadok) v znení neskorších predpisov nevzťahuje.

Rozhodnutie o schválení záverečnej správy s analýzou rizika znečisteného územia (ďalej len rozhodnutie) je rozhodnutím vydaným podľa ustanovení § 18 ods. 2 a § 36 ods. 1 písm. k) zákona č. 569/2007 Z. z. a obsahuje:

- I. identifikačné údaje o geologickej úlohe, objednávateľovi a zhotoviteľovi geologických prác,
- II. výrokovú časť o schválení záverečnej správy, obsahujúcu spravidla povinnosti vyplývajúce zo schválenia záverečnej správy, čo môžu byť:
 - a. podmienky vykonávania činnosti na znečistenom území,
 - b. cieľové hodnoty sanácie znečisteného územia, ak bolo preukázané riziko,
 - c. rozsah požadovaného monitorovania a podobne.

⁷⁴ § 44 vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z.

7.6 Odovzdávanie a sprístupňovanie záverečných správ

Objednávateľ je povinný bezodplatne odovzdať záverečnú správu a inú geologickú dokumentáciu do archívu (ŠGÚDŠ) v Bratislave (Geofond), a to do jedného mesiaca od jej schválenia.⁷⁵

Odovzdanie záverečnej správy môže po dohode s objednávatel'om vykonať aj zhotoviteľ geologických prác alebo aj priamo tajomník komisie po jej schválení a vydaní rozhodnutia. Objednávateľ môže pri odovzdaní záverečnej správy do archívu špecifikovať podmienky prístupu, t. j. či požaduje finančné úhrady za poskytovanie informácií zo záverečnej správy, alebo či je záverečná správa alebo niektorá jej časť utajená. Zabránenie prístupu verejnosti k záverečnej správe je možné najviac na 10 rokov. Špecifikácia podmienok musí byť písomná, s podpisom objednávateľa.

Do archívu sa odovzdáva spravidla jeden kompletný výtlačok záverečnej správy aj s prílohami, náklady na vyhotovenie archívneho výtlačku znáša objednávatel'. Digitálna verzia sa odovzdáva na dátovom nosiči (najčastejšie CD alebo USB). Pri odovzdávaní záverečných správ do archívu platí smernica MŽP SR č. 2/2000 o zásadách spracovania a odovzdávania úloh a projektov v geografickom informačnom systéme, ide predovšetkým o záverečné správy so zložitejšími alebo viacvrstvovými mapovými výstupmi.

⁷⁵ § 19 ods. 1 zákona č. 569/2007 Z. z.

8. Osobitosti prieskumu znečisteného územia pri geologických prácach vykonávaných na účely vybraných zákonov

Vybranými zákonmi na účely tejto metodickéj príručky sa myslia nasledovné zákony:

- zákon č. 359/2007 Z. z. o prevencii a náprave environmentálnych škôd a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov,
- zákon č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona SNR č. 372/1990 Zb. o priestupkoch (vodný zákon) v znení neskorších predpisov,
- zákon č. 409/2011 Z. z. o niektorých opatreniach na úseku environmentálnej záťaže a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení zákona č. 49/2018 Z. z.,
- zákon č. 39/2013 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.

8.1 Osobitosti prieskumu znečisteného územia pre potreby zákona o prevencii a náprave environmentálnych škôd (zákon č. 359/2007 Z. z.)

Vymedzenie environmentálnej škody⁷⁶ je v porovnaní s vymedzením znečisteného územia⁷⁷ o niečo širšie, neobmedzuje sa na horninové prostredie, podzemnú vodu a pôdny vzduch, ale zahŕňa aj chránené druhy a chránené biotopy, ako aj útvary vôd nielen z hľadiska ich stavu chemického, ale aj z hľadiska ich stavu kvantitatívneho.

Osobitne s odkazmi na zákon o ochrane poľnohospodárskej pôdy⁷⁸ sa rieši riziko zavedenia látok, prípravkov, organizmov alebo mikroorganizmov na pôdu, do pôdy alebo pod jej povrch.

Na geologický zákon (zákon č. 569/2007 Z. z.) sa zákon č. 359/2007 Z. z. o prevencii a náprave environmentálnych škôd a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov odvoláva len v § 2 ods. 1 písm. a), v ktorom sa ustanovuje spôsob, akým sa zisťuje základný stav, ktorý však už nie je ďalej bližšie definovaný.

V zákone č. 359/2007 Z. z. sa však vo všeobecnosti rieši poškodenie životného prostredia emisiou, t. j. uvoľnením látok a prípravkov do životného prostredia v dôsledku ľudskej činnosti, teda znečistenie územia vrátane prevencie a nápravy, a to nápravy primárnej, doplnkovej a kompenzačnej.

Pri prieskume znečisteného územia vo vzťahu k zákonu č. 359/2007 Z. z. platia nasledovné zásady:

- emisia znečisťujúcej látky do životného prostredia (okrem plyných emisií), t. j. znečistenie územia sa pokladá za environmentálnu škodu, pokiaľ sa udialo po dni účinnosti zákona č. 359/2007 Z. z., t. j. po 1. septembri 2007; emisie znečisťujúcej látky, teda znečistenia územia, ktoré sa udiali pred týmto zákonom sa pokladajú za environmentálne záťaže,

⁷⁶ § 2 ods. 1 písm. a) zákona č. 359/2007 Z. z.

⁷⁷ Čl. 2 bod (45) smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7.

⁷⁸ Zákon č. 220/2004 Z. z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene zákona č. 245/2003 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.

- geologické práce vykonávané pre potreby zákona č. 359/2007 Z. z. na určenie rozsahu znečistenia a environmentálnych a zdravotných rizík z neho vyplývajúcich sa vykonávajú v súlade so zákonom č. 569/2007 Z. z. (geologický zákon) a jeho vykonávacou vyhláškou MŽP SR č. 51/2008 Z. z., ako aj podľa smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7 a tejto metodickéj príručky, pokiaľ ide o zisťovanie rozsahu znečistenia v horninovom prostredí, podzemnej vode a pôdnom vzduchu,
- pri zisťovaní priaznivého stavu ochrany chránených druhov a chránených biotopov, pri zisťovaní nepriaznivých účinkov na kvantitatívny stav útvaru vôd alebo jeho ekologický potenciál či pri zisťovaní rizika nepriaznivých účinkov na zdravie v dôsledku priameho alebo nepriameho zavedenia látok, prípravkov, organizmov alebo mikroorganizmov na pôdu, do pôdy alebo pod jej povrch je potrebné postupovať podľa ustanovení iných zákonov a inými metodickými postupmi.

8.2 Osobitosti prieskumu znečisteného územia pre potreby vodného zákona (zákon č. 364/2004 Z. z.)

Geologické práce a postupy podľa tejto metodickéj príručky sú vo vzťahu k vodnému zákonu relevantné najmä v nadväznosti na ustanovenia § 41 (Mimoriadne zhoršenie kvality vôd alebo mimoriadne ohrozenie kvality vôd) zákona č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona SNR č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon).

Mimoriadne zhoršenie kvality vôd alebo mimoriadne ohrozenie kvality vôd (ďalej len mimoriadne zhoršenie vôd) je vo vodnom zákone definované ako „náhle, nepredvídané a závažné zhoršenie alebo závažné ohrozenie kvality vôd spôsobené vypúšťaním odpadových vôd alebo osobitných vôd bez povolenia alebo spôsobené neovládateľným únikom znečisťujúcich látok, ktoré sa prejavujú najmä zafarbením alebo zápachom vody, tukovým povlakom, vytváraním peny na hladine, výskytom uhynutých rýb alebo výskytom znečisťujúcich látok v prostredí súvisiacom s povrchovou vodou alebo podzemnou vodou.“

Prieskum znečisteného územia, kde znečistenie bolo spôsobené haváriou definovanou vo vodnom zákone (zákon č. 364/2004 Z. z.) ako mimoriadne zhoršenie vôd, sa často spája s udalosťami, ako sú havárie kamiónov vezúcich chemické látky, alebo sú spojené s uvoľnením pohonných hmôt do prostredia, poruchami produktovodov s ropou alebo naftou, s poškodením a vytečením transformátorov, podzemných a nadzemných skladov pohonných hmôt, olejov a podobne.

Prieskum znečisteného územia pre potreby vodného zákona je často, najmä pri menšom rozsahu znečistenia, spojený s odstránením znečistenia.

Haváriu s následkom mimoriadneho zhoršenia vôd je po jej vzniku pôvodca povinný bezodkladne oznámiť Slovenskej inšpekcii životného prostredia (ďalej len „inšpekcia“), príslušnému okresnému úradu, na tiesňovú linku 112, obci alebo správcovi vodného toku formou hlásenia o havárii.

Postup pri haváriách spojených s mimoriadnym zhoršením vôd upravujú ustanovenia § 41 vodného zákona (zákon č. 364/2004 Z. z.) a pozostáva z nasledovných krokov (doplnené o komentár špecificky upravujúci geologické práce pri prieskume znečisteného územia):

- Pôvodca je povinný vykonať bezprostredné opatrenia na zneškodnenie mimoriadneho zhoršenia vôd, ako aj opatrenia na odstránenie jeho škodlivých následkov, čo znamená čo najrýchlejšie odstránenie príčin (zamedzenie ďalšieho znečisťovania) a zabránenie alebo zmiernenie škodlivých následkov mimoriadneho zhoršenia vôd – tento krok môže zahŕňať napr. zapojenie hasičov do inštalácie plávajúcich zábran na zamedzenie šírenia sa znečisťujúcich látok povrchovým tokom či odsatie vyliatych znečisťujúcich látok, ale tiež napr. odťazenie a zneškodnenie povrchovej vrstvy pôdy nasiaknutej znečisťujúcou látkou, napr. naftou. Tieto opatrenia vykonáva pod dohľadom inšpekcie pôvodca alebo ním poverená osoba. Do realizácie týchto opatrení už môže byť zapojený aj zhotoviteľ geologických prác⁷⁹, pokiaľ má na takéto práce kapacity a odbornú spôsobilosť.
- Po odstránení príčin mimoriadneho zhoršenia vôd je potrebné vykonať opatrenia na odstránenie škodlivých následkov mimoriadneho zhoršenia vôd, a to sú:
 - likvidácia uniknutých znečisťujúcich látok – tu je potrebné postupovať v súlade s ustanoveniami zákona o odpadoch (zákon č. 79/2015 Z. z.),
 - sledovanie kvality ohrozenej podzemnej vody, ak je nebezpečenstvo prieniku znečisťujúcich látok do zeme – tu je priestor na geologické práce vykonávané ako pri prieskume znečisteného územia, v nevyhnutnom rozsahu a odborne spôsobilou osobou, pričom je potrebné zohľadniť:
 - potrebu operatívneho prístupu, kde je dôležitý časový faktor,
 - potrebu úzkej koordinácie prác s inšpekciou a jej požiadavkami,
 - špecifické požiadavky objednávateľa prác, napr. vo vzťahu k poisťovni, s ktorou má pôvodca poisťnú zmluvu.

Havárie s následkom mimoriadneho zhoršenia vôd sú vždy špecifické a je potrebné zvoliť postup, ktorý najviac vyhovuje rozsahu a rizikovosti znečistenia, požiadavkám inšpekcie vo vzťahu k ustanoveniam vodného zákona a možnostiam pôvodcu znečistenia.

Príklad postupu prác pri havárii kamióna s vytečením pohonných hmôt na terén (miesto havárie je 50 m od vodného toku, miestneho potoka, územie nie je vodohospodársky chránené):

- 1) Kontakt pôvodcu havárie s odborne spôsobilou osobou na geologický prieskum životného prostredia, obhliadka územia, koordinačná porada s inšpekciou.
- 2) Zabezpečenie výkopových prác s cieľom odstránenia povrchovej vrstvy pôdy so zatečenou naftou (zvyčajne 0,3 – 0,5 m), odvoz znečistenej pôdy na skládku nebezpečných odpadov⁸⁰.
- 3) Riadenie výkopových prác na základe senzorických ukazovateľov – farba, konzistencia a zápach výkopovej zeminy, zahĺbenie výkopu až po neznečistenú polohu.
- 4) Odber vzoriek zemín (bodový alebo v sieti, podľa rozsahu znečistenia a dohody s inšpekciou) na overenie obsahu znečisťujúcich látok v podložnej polohe. Ak je to potrebné, odber vzoriek povrchovej vody nad a pod miestom havárie či odber vzoriek podzemnej vody, ak sú k dispozícii monitorovacie vrty.
- 5) Vyhodnotenie výsledkov laboratórnych analýz a vypracovanie záverečnej správy z likvidácie havárie s následkom mimoriadneho zhoršenia vôd. Záverečná správa sa odovzdáva inšpekcii a pôvodcovi, ktorý práce objednáva a financuje.

⁷⁹ Z hľadiska úspešného, rýchleho a preukázateľného odstránenia havárie je dôležité, aby odborne spôsobilý geológ bol prítomný na mieste havárie čo najskôr, najlepšie už v čase prijatia prvých opatrení na zamedzenie úniku znečisťujúcej látky a šírenia sa znečistenia.

⁸⁰ Prepravca musí spĺňať požiadavky Európskej dohody o cestnej preprave nebezpečných vecí (ADR).

Ak je znečistenie preukázateľne odstránené bezo zvyšku a bez následkov na chemický stav útvaru vôd, práce na likvidácii havárie odovzdaním záverečnej správy končia.

Ak je zistené zvyškové znečistenie, posudzuje sa jeho rozsah, rizikovosť a vplyv na chemický stav útvaru vôd.

Ak je zvyškové znečistenie závažným znečistením (pozri kap. 3.2), vyžaduje sa ďalšie pokračovanie geologických prác, a to podrobný prieskum znečisteného územia, analýza rizika a v prípade preukázania rizika aj sanácia znečisteného územia.

Obsah záverečnej správy z odstraňovania následkov mimoriadneho zhoršenia vôd je v **prílohe č. 5** Obsah záverečnej správy z odstraňovania následkov mimoriadneho zhoršenia vôd.

8.3 Osobitosti prieskumu znečisteného územia podľa § 7 zákona č. 409/2011 Z. z. o niektorých opatreniach na úseku environmentálnej záťaže a o zmene a doplnení niektorých zákonov

Ustanovením § 7 zákona č. 409/2011 Z. z.⁸¹ sa pôvodcovi alebo povinnej osobe, ak sú zároveň vlastníkom nehnuteľnosti, na ktorej sa nachádza environmentálna záťaž, ukladá povinnosť zabezpečiť vykonanie geologického prieskumu životného prostredia týkajúceho sa tejto nehnuteľnosti pred prevodom nehnuteľnosti na inú osobu. Tu sa odkazuje na § 16 ods. 6 zákona č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov, čo je ustanovenie, v ktorom sa ukladá vypracovať analýzu rizika ako súčasť záverečnej správy, pri ktorej riešení sa zistilo a overilo závažné znečistenie. Niekedy sa takýto prieskum znečistenia, vykonávaný pre potreby prevodu nehnuteľnosti, označuje nepresne ako environmentálny audit. Cieľom ustanovenia citovaného § 7 zákona č. 409/2011 Z. z. je zabezpečiť, aby si bol kupujúci plne vedomý zodpovednosti a následkov, ktoré na seba prevezme kúpou nehnuteľnosti zaťaženej existenciou environmentálnej záťaže.

Práce vykonávané v súvislosti s prevodom nehnuteľnosti podľa § 7 zákona č. 409/2011 Z. z. o niektorých opatreniach na úseku environmentálnej záťaže a o zmene a doplnení niektorých zákonov sú geologické práce v plnej miere podliehajúce ustanoveniam zákona č. 569/2007 Z. z. (geologický zákon) a jeho vykonávacej vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z., ako aj smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7 a tejto metodické príručky.

8.4 Osobitosti prieskumu znečisteného územia pre potreby vypracovania východiskovej správy podľa § 8 zákona č. 39/2013 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov

Súčasťou žiadosti o vydanie povolenia alebo zmenu povolenia prevádzok, ktoré podliehajú zákonu č. 39/2013 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov (integrované povolenie), je východisková správa. Táto správa sa v súlade s § 8 zákona č. 39/2013 Z. z. (zákon IPKZ) vypracováva, ak pri vykonávaní činnosti v prevádzke s prihliadnutím na možnosť kontaminácie pôdy alebo podzemných vôd v mieste prevádzky dochádza k používaniu, výrobe alebo vypúšťaniu nebezpečných látok.

Podľa § 8 ods. 3 zákona č. 39/2013 Z. z. musí východisková správa obsahovať informácie:

⁸¹ Obmedzenie prevodu nehnuteľnosti a vlastníckeho práva.

- a) o súčasnom využívaní lokality,
- b) o stave kontaminácie pôdy a podzemných vôd nebezpečnými látkami, potrebné na určenie stavu kontaminácie pôdy a podzemných vôd v rozsahu, ktorý prevádzkovateľovi umožní vykonať kvantifikované porovnanie so stavom po ukončení činnosti v prevádzke podľa § 26 ods. 3 a
- c) o predchádzajúcom využívaní lokality a vykonaných meraniach, ak sú dostupné.

Vyhláška MŽP SR č. 11/2019 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 39/2013 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (ďalej len vyhláška MŽP SR č. 11/2016 Z. z.), spresňuje obsah východiskovej správy v § 3 nasledovne:

„Východisková správa obsahuje informácie o meraniach parametrov v pôde, horninovom prostredí a podzemných vodách, ktoré odrážajú stav v čase vypracovania východiskovej správy s prihliadnutím na možnosť kontaminácie pôdy, horninového prostredia a podzemných vôd nebezpečnými látkami, ktoré sa použijú, vyrobia alebo vypustia v dotknutom zariadení, ak sú tieto informácie dostupné.“

Zákon č. 39/2013 Z. z. ukladá prevádzkovateľovi, aby vypracoval východiskovú správu na základe podkladov odborne spôsobilej osoby podľa osobitného predpisu. Pritom odkazuje na § 9 ods. 2 zákona č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon), čo je paragraf vymedzujúci odbornú spôsobilosť na geologické práce.

Požiadavky zákona č. 39/2013 Z. z. sa v praxi spravidla zabezpečujú realizáciou **orientačného prieskumu životného prostredia**, rozsahom a formou prispôbeného skúmanej prevádzke, s väčším dôrazom na informácie o súčasnom využívaní lokality.

Realizáciou geologického prieskumu životného prostredia zhotoviteľom, resp. odborne spôsobilou osobou, je potrebné hodnoverne zistiť a vyhodnotiť hlavne:

- a) environmentálny stav lokality podľa bodu 5 prílohy č. 1 k vyhláške MŽP SR č. 11/2016 Z. z., ktorý zahŕňa informácie týkajúce sa:
 - topografie,
 - geológie,
 - smeru prúdenia podzemných vôd,
 - ďalších potenciálnych migračných ciest, ako sú odtoky a obslužné kanály,
 - environmentálnych aspektov (konkrétnych biotopov, druhov, chránených oblastí a podobne) a
 - využívania okolitých pozemkov.
- b) informácie o histórii lokality,
- c) stav kontaminácie pôdy, horninového prostredia a podzemnej vody (všetky znečisťujúce látky, ich koncentráciu, množstvo, možné cesty šírenia sa znečisťujúcich látok, ako aj možnú expozíciu receptorov) **v čase vypracovania východiskovej správy**,
- d) možný vplyv interakcie existujúceho znečistenia s látkami používanými v prevádzke na životné prostredie.

V prípade prítomnosti historického znečistenia, ako aj v prípade zistenia závažného znečistenia je potrebné vykonať prieskum znečistenia znečisteného územia v etape podrobného prieskumu. Východisková správa pri zmene povolenia podľa zákona č. 39/2013 Z. z. (IPKZ) na prevádzke, kde už bola vypracovaná východisková správa na úrovni orientačného prieskumu životného prostredia, tak spravidla vychádza z údajov z monitorovania a porovnania východiskových a aktuálnych údajov o znečistení.

9. Literárne zdroje a zdroje obrázkov

- 5_1 <http://www.stageo.cz/index.php?nid=8028&lid=cs&oid=1548799>
- 5_2 <http://www.stageo.cz/index.php?nid=8028&lid=cs&oid=1523091>
- 5_3 <https://sk.wikipedia.org/wiki/Vrt>
- 5_4 J. Kordík a kol., 2015: Monitorovanie environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky, podrobný geologický prieskum životného prostredia, záverečná správa (Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava, 2015).
- 5_5 Archív sp. ENVIGEO, a. s., Banská Bystrica
- 5_6 https://geoprobe.com/6712dt-direct-push-machine?utm_source=6712DT&utm_campaign=Source%20Book&utm_medium=TextLink&utm_content=p141
- 5_7 <https://www.ams-samplers.com/powerprobe/9400-series-powerprobes.html>
- 5_8 Archív sp. ENVIGEO, a. s., Banská Bystrica
- 5_9 U. S. EPA: Groundwater Sampling and Monitoring with Direct Push Technologies
<https://clu-in.org/download/char/540r04005.pdf>
- 5_10 J. Filo in P. Tupý, J. Schwarz a kol., 2015: Sanácia environmentálnej záťaže ZV (007)/Sliač – letisko – juh (SK/EZ/ZV/1128). Čiastková záverečná správa s aktualizáciou analýzy rizika (ENVIGEO, 2015).
- 5_11 J. Filo in P. Tupý, A. Lichý a kol., 2015: Prieskum pravdepodobnej environmentálnej záťaže Jamník – kasárne a letisko Mokrad' (SK/PEZ/LM/1909). Záverečná správa s analýzou rizika znečisteného územia (ENVIGEO, 2015).
- 5_12 http://www.theplasmaverse.com/pdfs/borehole_logging_in_hydrogeology.pdf
- 5_13 http://www.theplasmaverse.com/pdfs/borehole_logging_in_hydrogeology.pdf
- 5_14 http://www.langeoinstrument.com/Multi-electrode_Imaging_System/_156.html
- 5_15 <https://geoprobe.com/ec-electrical-conductivity>
- 5_16 P. Tupý, R. Masiar, M. Maloveský a kol., 2002: Vysporiadanie starých environmentálnych záťaží a odstránenie ekologických škôd spôsobených doterajšou činnosťou spoločnosti TESLA Piešťany, a. s. v konkurze. Záverečná správa z etapy podrobného prieskumu znečistenia životného prostredia (ENVIGEO, 2002).
- 5_17 <https://geoprobe.com/mip-membrane-interface-probe>
- 5_18 <https://geoprobe.com/mip-membrane-interface-probe>
- 5_19 <https://geoprobe.com/oip-optical-image-profiler>
- 5_20 <https://goodforgas.com/product/g460-gfg-multi-gas-detector/>
- 5_21 http://www.rsynamics.com/?page_id=45
- 5_22 <https://www.skcltd.com>
- 5_23 https://www.spektrometry.cz/analyzatory/rucni_analyzator_delta_premium.php
- 5_24 https://www.spektrometry.cz/analyzatory/delta_soil.pdf
- 5_25 <http://www.wtw.sk/prenosne-pristroje-digitalne-67/>
- 5_26 <https://www.ams-samplers.com/hand-tooling/soil-samplers/soil-sampling-kits/environmental-soil-sampling-kits.html>
- 5_27 <https://sk.wikipedia.org/wiki/Kvart%C3%A1cia>

- 5_28 STN 01 3410 Mapy veľkých mierok. Základné a účelové mapy.
- 5_29 <http://www.skpos.gku.sk/o-skpos.php>
- 5_30 <http://dronespain.pro/wp-content/uploads/2016/04/foto1.jpg>
- 5_31 F. Biskupič, 1988: *Chémia vody*. Slovenská vysoká škola technická, Bratislava.
- 5_32 Pitter, P., 2015: *Hydrochemie*. 5th ed., Praha: VŠCHT Praha.
- 5_33 <http://pdf.truni.sk/e-ucebnice/chzp/data/eb13f8f4-0972-461f-ae1a-d608df64048b.html?ownapi=1#>
- 5_34 M. Sirotiak, L. Blinová, A. Bartošová, 2017: Stanovenie organoletických vlastností vôd z hľadiska správnosti a bezpečnosti. Recenzovaný zborník zo XVII. medzinárodnej vedeckej konferencie Manažérstvo životného prostredia, Bratislava.
http://www.sszp.eu/wp-content/uploads/2017_conference_MaZP_p-28_Sirotiak_Blinov%C3%A1_Barto%C5%A1ov%C3%A1_f41.pdf
- 5_35 S. Rapant, K. Vrana, D. Bodiš (eds.), V. Doboš, V. Hanzel, J. Kordík, I. Slaninka, Z. Repčoková, I. Zvara, 1996: *Geochemický atlas Slovenska. Časť I: Podzemné vody*. Geologická služba Slovenskej republiky, Bratislava.
<https://www.geology.sk/geoinfoportal/mapovy-portal/atlas/geochemicky-atlas-slovenska-cast-i-podzemne-vody/>
- 5_36 https://cs.wikipedia.org/wiki/Nernstova_rovnice

10. Zoznam príloh

Názov prílohy	Strany
Príloha č. 1: Odporúčaný postup na určenie minimálneho počtu prieskumných diel	76 – 84
Príloha č. 2: Odporúčané typy vzorkovníc a základné pokyny na odber vzoriek vôd	85 – 89
Príloha č. 3: Všeobecné požiadavky na vzorkára a vzorkovacie práce z hľadiska zabezpečenia vzorkovacích prác, bezpečnosti práce a ochrany zdravia pri práci	90
Príloha č. 4: Prehľad vybraných slovenských technických noriem a iných technických dokumentov o odbere vzoriek vôd, dnových a riečnych sedimentov, kalov, sypkých a zrnitých materiálov, odpadov a ťažobných odpadov	91 – 94
Príloha č. 5: Obsah záverečnej správy z odstraňovania následkov mimoriadneho zhoršenia vôd	95 – 96
Príloha č. 6: Náležitosti geologickej dokumentácie vrtu	97
Príloha č. 7: Obsah a náležitosti projektu geologickej úlohy prieskumu environmentálnej záťaže	98 – 103
Príloha č. 8: Zoznam inštitúcií, s ktorými je potrebné riešiť strety záujmov	104 – 105
Príloha č. 9: Základné požiadavky na zodpovedného riešiteľa geologickej úlohy pri riadení technických prác	106 – 107
Príloha č. 10: Testy ekotoxicity	108 – 113
Príloha č. 11: Odporúčaný obsah odborného posudku záverečnej správy z geologického prieskumu životného prostredia s analýzou rizika znečisteného územia	114
Príloha č. 12: Odporúčaný postup odberu vzoriek podzemnej vody z vrtu	115 – 120
Príloha č. 13: Odporúčaný postup vo vybraných prípadoch prieskumu znečisteného územia špecifickou znečisťujúcou látkou	121 – 147
Príloha č. 14: Špeciačná analýza a bioprístupnosť	148 – 154
Príloha č. 15: Problematika stanovenia obsahu ropných látok a interpretácia výsledkov	155 – 156
Príloha č. 16: Návrh osvedčených postupov implementácie do systémov riadenia kvality pri vykonávaní prieskumu znečisteného územia	157 – 160
Príloha č. 17: Vzory dokumentov písomnej geologickej dokumentácie	161

Príloha č. 1: Odporúčaný postup na určenie minimálneho počtu prieskumných bodov

A. Orientačný geologický prieskum životného prostredia

Na účely tejto metodické príručky bol definovaný pojem prieskumný bod (kap. 3.2) ako geologické dielo⁸² alebo miesto, z ktorého je možné odobrať jednu alebo viac vzoriek.

Plnohodnotným prieskumným bodom je teda akýkoľvek vrt (sonda) alebo banské dielo (horizontálne, zvislé a úklonné), ryha, výkop, odkop, lomová stena, ktoré je možné použiť na odber vzorky vrátane sondy na odber vzorky vzorkovacou súpravou (pozri kap. 5.1.2).

Pri spôsobe určenia **minimálneho počtu prieskumných bodov**, teda **minimálnej hustoty prieskumnej siete**, je potrebné zohľadniť nasledovné skutočnosti:

- účel geologického prieskumu životného prostredia,
- veľkosť skúmanej plochy alebo areálu,
- rozsah a charakter predpokladaného znečistenia,
- predpokladaný počet zdrojov znečistenia,
- zložitosť geologickej stavby.

Do úvahy prichádzajú aj iné skutočnosti, ktoré môžu mať vplyv na hustotu prieskumnej siete v danej etape geologických prác, ako napríklad:

- zraniteľnosť územia, na ktorom je vykonávaný geologický prieskum životného prostredia (napríklad vyšší stupeň ochrany prírody podľa zákona č. 543/2002 Z. z., ochranné pásmo minerálnych a termálnych vôd⁸³, ochranné pásmo vodárenského zdroja⁸⁴, chránená vodohospodárska oblasť⁸⁵, zraniteľná oblasť⁸⁶ a podobne),
- stupeň urbanizácie územia,
- zastavanosť územia,
- prístupnosť územia pre vrtné súpravy a mechanizmy na výkopové práce,
- majetkoprávne vysporiadanie pozemkov, strety záujmov a vstupy na pozemky,
- špecifické požiadavky objednávateľa geologických prác a podobne.

Okrem toho ani dostatočný počet prieskumných bodov nemusí zaručovať dostatočne preukazný výsledok geologického prieskumu, pokiaľ prieskumné body nie sú správne navrhnuté a využité, napr. čo sa týka hĺbky vrtov, počtu a druhu odobratých vzoriek či rozsahu laboratórnych stanovení.

⁸² § 3 písm. a) zákona č. 569/2007 Z. z.

⁸³ § 26 a § 27 zákona č. 538/2005 Z. z. o prírodných liečivých vodách, prírodných liečebných kúpeľoch, kúpeľných miestach a prírodných minerálnych vodách a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

⁸⁴ § 32 zákona č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon) a vyhláška MŽP SR č. 29/2005 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o určovaní ochranných pásiem vodárenských zdrojov, o opatreniach na ochranu vôd a o technických úpravách v ochranných pásmach vodárenských zdrojov.

⁸⁵ § 31 zákona č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon).

⁸⁶ nariadenie vlády SR č. 174/2017 Z. z., ktorým sa ustanovujú citlivé oblasti a zraniteľné oblasti.

Pri orientačnom prieskume životného prostredia je často v území prieskumná sieť starších geologických diel, predovšetkým vrtov, v rôznom stupni zachovania a využiteľnosti na odber vzoriek (najmä podzemnej vody). Dostupné sú často aj správy zo starších realizovaných geologických prác rôzneho stupňa podrobnosti a kvality.

Pri posúdení využiteľnosti výsledkov starších geologických prác platí zásada, že akceptovateľné (a použiteľné v aktuálnej etape geologických prác) sú výsledky geologických prác, ktoré **nie sú staršie ako 10 rokov**. Tieto, pokiaľ sa týkajú znečistenia, je potrebné v záverečnej správe uviesť a zohľadniť. Samozrejme, údaje týkajúce sa geologickej stavby či hydrogeologických pomerov, je možné prevziať a použiť aj zo starších geologických prác.

Ak sú geologické diela zo starších geologických prác použiteľné na odber vzoriek (napr. existujúce monitorovacie a sanačné vrty), je ich možné zaradiť do siete prieskumných bodov.

V každom ohľade určenie hustoty prieskumnej siete podľa tejto metodické príručky môže byť len odporúčaním a pomôckou pri projektovaní geologickej úlohy, nie záväzným predpisom.

Podľa § 7 ods. 3 písm. a) vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z. sa v etape orientačného prieskumu identifikuje, overuje a potvrdzuje prítomnosť znečistenia spôsobeného činnosťou človeka alebo prítomnosť pravdepodobnej environmentálnej záťaže alebo prítomnosť environmentálnej záťaže. Z toho vychádza návrh minimálneho rozsahu prieskumných prác, ktorý je definovaný osobitne pre okrajové charakteristiky znečisteného územia.

A.1 Malý areál, jednoduchá geologická stavba, jeden zdroj znečistenia

Malým areálom sa predpokladá parcela alebo areál do veľkosti 2 ha (20 000 m²). Jednoduchou geologickou stavbou sa rozumie geologická stavba so známou hrúbkou a hydraulickými parametrami jednotlivých horninových polôh či útvarov, so známym priebehom geologických rozhraní, známou hĺbkou hladiny podzemných vôd a smerom prúdenia podzemných vôd alebo s hĺbkou hladiny podzemnej vody väčšou ako 30 m. Na určenie minimálneho počtu prieskumných bodov sa predpokladá maximálne jeden zdroj znečistenia.

Minimálny počet prieskumných bodov v malých areáloch s jednoduchou geologickou stavbou a pri maximálne jednom (potenciálnom alebo aj overenom staršími prácami) zdroji znečistenia sa určuje podľa tabuľky P1_1.

Tabuľka P1_1. Minimálny počet prieskumných bodov v orientačnom prieskume životného prostredia – malý areál (do 2 ha), jednoduchá geologická stavba, jeden zdroj znečistenia

Vzorkované médium	Minimálny počet prieskumných bodov	Účel vzorkovania
podzemná voda	1	požadovaná úroveň kvality podzemných vôd
	1	kvalita podzemnej vody pri (predpokladanom) zdroji znečistenia
	1	kvalita podzemnej vody v smere prúdenia podzemnej vody či na hranici parcely
biologická kontaktná zóna (pôda)	2	v blízkosti predpokladaného zdroja znečistenia
horninové prostredie	1	v pásme rozkvyu hladiny podzemnej vody, ak je táto do 10 m pod terénom

Pozadovou úroveň kvality podzemných vôd sa rozumie kvalita podzemnej vody „nad“ zdrojom predpokladaného znečistenia proti smeru prúdenia podzemnej vody, resp. na hranici parcely, kde podzemná voda do územia vstupuje.

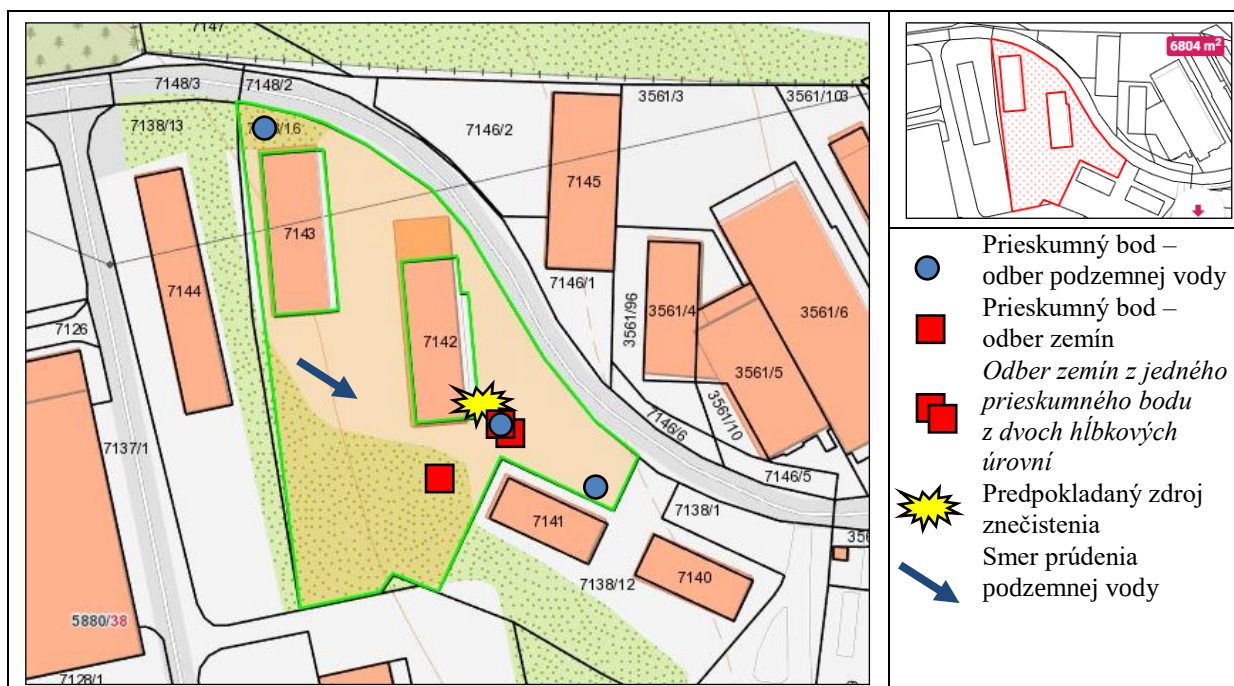
Pri preukázanej hĺbke hladiny podzemnej vody väčšej ako 30 m pod terénom je možné od budovania viacerých prieskumných bodov na podzemnú vodu upustiť.

Menší počet prieskumných bodov podzemnej vody (minimálne však 2) sú akceptovateľné aj v prípade, že geologický prieskum životného prostredia sa vykonáva v území, kde nebola žiadna činnosť, ktorá by mohla byť zdrojom znečistenia. Ide napríklad o potrebu environmentálneho auditu pre novobudované prevádzky alebo o potrebu východiskovej správy z územia bez činností, ktoré by mohli byť zdrojom znečistenia.

Pokiaľ je výsledkom orientačného prieskumu životného prostredia zistenie, že v skúmanom území je prítomné závažné znečistenie, rozsah orientačného prieskumu nie je postačujúci na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia podľa smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7. Vtedy je potrebné pokračovať etapou podrobného prieskumu životného prostredia.

Príklad prieskumnej siete s minimálnym počtom prieskumných bodov v orientačnom prieskume životného prostredia malého areálu (do 2 ha), s jednoduchou geologickou stavbou a s jedným predpokladaným zdrojom znečistenia, je na obrázku P1_1.

Obrázok P1_1. Príklad prieskumnej siete v orientačnom prieskume životného prostredia – malý areál (do 2 ha), jednoduchá geologická stavba, jeden zdroj znečistenia, **minimálny** počet prieskumných bodov



Zdroj mapového podkladu na obrázkoch P1_1 až P1_4: <https://zbgis.skgeodesy.sk/>, ilustratívna mapa

A.2 Veľký areál, jednoduchá geologická stavba, jeden alebo viacero zdrojov znečistenia

Pri návrhu počtu prieskumných bodov veľkých areálov (nad 2 ha) s jedným alebo viacerými predpokladanými zdrojmi znečistenia a s jednoduchou geologickou stavbou je možné vychádzať z:

- 1) rozmiestnenia prieskumných bodov vo viac-menej pravidelnej prieskumnej sieti,
- 2) rozmiestnenia prieskumných bodov v nepravidelnej sieti, so zohľadnením miesta predpokladaného zdroja alebo zdrojov znečistenia takým spôsobom, ako keby išlo o prieskum jednotlivých predpokladaných zdrojov znečistenia,
- 3) kombináciou oboch prístupov.

K rozmiestneniu prieskumných bodov v pravidelnej prieskumnej sieti sa pristupuje vtedy, keď nie je známe umiestnenie zdroja či zdrojov znečistenia a tieto zdroje je potrebné identifikovať. To je dôležité najmä v prípade mrakov znečistenia, kde už nie zrejmý súvis so zdrojom znečistenia – napr. „odplávané“ mraky znečistenia chlórovanými eténmi. Tento prístup je možné použiť aj v prípade, keď zdroj či zdroje znečistenia sú známe, ale nie je isté, či v území nie sú aj nejaké iné, dosiaľ neznáme zdroje znečistenia.

K rozmiestneniu prieskumných bodov v nepravidelnej sieti so zohľadnením miesta predpokladaného zdroja alebo viacerých zdrojov znečistenia sa pristupuje najčastejšie vtedy, keď zdroj alebo zdroje znečistenia už boli identifikované staršími prácami (najmä ak sú staršie ako 10 rokov), no aktuálny stav poznatkov o území nepostačuje na návrh podrobného prieskumu, a preto v súlade so zásadami etapovitosti sa vykonáva najprv orientačný prieskum. Návrh rozmiestnenia prieskumných bodov potom pripomína návrh rozmiestnenia ako v prípade viacerých prieskumov jednotlivých zdrojov znečistenia, len rozmiestnených v rámci väčšieho areálu (najmä pre viacnásobné zdroje). Tabuľka P1_2 sa dá ako návod na určenie počtu prieskumných bodov použiť, ak je hladina podzemnej vody do 10 m pod terénom.

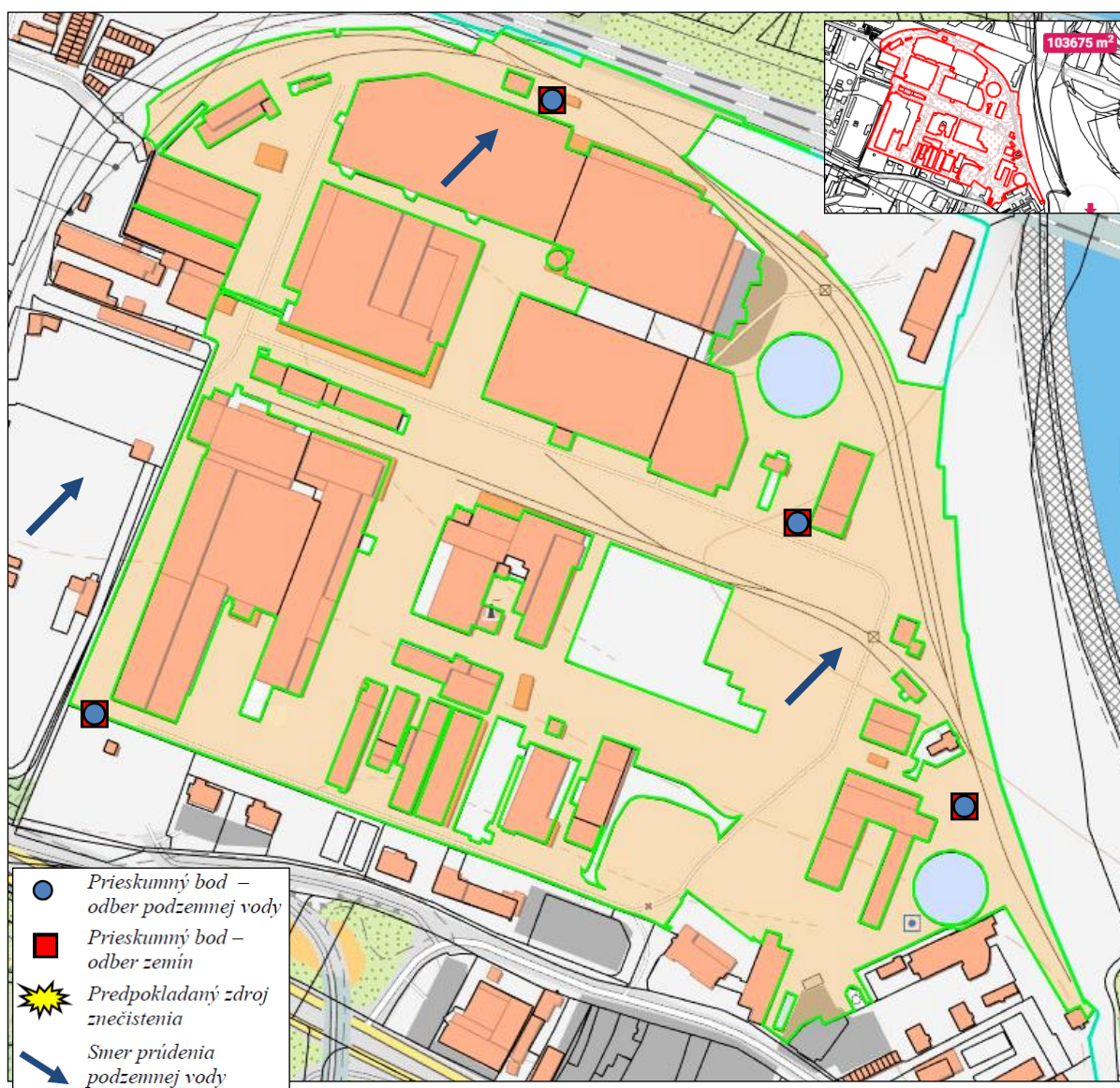
Tabuľka P1_2. Počet prieskumných bodov v orientačnom prieskume životného prostredia – veľký areál (nad 2 ha), jednoduchá geologická stavba

Vzorkované médium	Minimálny počet prieskumných bodov	Účel vzorkovania
podzemná voda	1	požadovaná úroveň kvality podzemných vôd
	1 na plochu 200 × 200 m, min. 3	kvalita podzemnej vody
biologická kontaktná zóna (pôda)	1 na plochu 200 × 200 m, min. 3	obsah znečisťujúcich látok v pôde a horninách biologickej kontaktnej zóny
horninové prostredie	1 na plochu 200 × 200 m, min. 3	obsah znečisťujúcich látok v horninovom prostredí v pásme prevzdušnenia, v pásme rozkvyu hladiny podzemnej vody a v pásme nasýtenia

Príklad aplikácie odporúčaní počtu prieskumných bodov z predchádzajúcej tabuľky:

A.2.1 Príklad návrhu prieskumnej siete veľkého areálu s jednoduchou geologickou stavbou, minimálny rozsah: Areál 10 ha (100 000 m²), bez údajov o zdrojoch znečistenia, jednoduchá geologická stavba: 4 vrty na odber podzemnej vody⁸⁷ (1 na hranici areálu v línii vstupu podzemnej vody, 3 v línii výstupu podzemnej vody z areálu), 3 – 4 vzorky zemín z biologickej kontaktnej zóny (použijú sa vrtné jadrá z vrtovej), 4 – 6 vzoriek horninového prostredia (použijú sa vrtné jadrá z vrtovej – z toho min. 1 vzorka z pásma prevzdušnenia, pásma rozkvyv hladiny podzemnej vody a pásma nasýtenia).

Obrázok P1_2. Príklad prieskumnej siete v orientačnom prieskume životného prostredia – veľký areál (nad 2 ha), jednoduchá geologická stavba, neidentifikovaný zdroj znečistenia, **minimálny** počet prieskumných bodov



⁸⁷ Z plochy areálu počítame minimálny počet prieskumných bodov ako 1 (pozaďová úroveň) + 2 (100 000/(200 × 200) = 2,5), minimálny počet prieskumných bodov je však 3, bez ohľadu na veľkosť plochy, preto výsledný počet prieskumných bodov na odber podzemnej vody je 1 + 3 = 4 (pri hĺbke hladiny podzemnej vody do 10 m).

A.3 Veľký areál, zložitá geologická stavba, viacero zdrojov znečistenia

Pri určovaní počtu prieskumných bodov vo veľkom areáli (nad 2 ha), so zložitou geologickou stavbou a/alebo s viacerými zdrojmi znečistenia vychádzame taktiež z pravidelnej alebo nepravidelnej siete prieskumných bodov, akurát je potrebné počet prieskumných bodov zvýšiť, alebo ich prispôbiť po technickej stránke tak, aby poskytli viac údajov (hlbšie vrty, viacúrovňové odbory zemín a podzemných vôd, prípadne aj budovanie dvojčiek či trojičiek vrtov s odlišnou úrovňou zabudovania filtračnej časti vrtu). K faktorom, zvyšujúcim nároky na hustotu prieskumnej siete, môžeme zaradiť:

- viac druhov znečisťujúcich látok s odlišným migračným potenciálom, napríklad látky ropného pôvodu ľahšie ako voda a ťažšie ako voda, prchavé uhľovodíky, ťažké kovy a podobne – tento faktor má vplyv na rozsah vzorkovacích a laboratórnych prác, počet prieskumných bodov ovplyvňuje menej,
- zložitosť geologickej stavby, najmä vo vzťahu k smeru a rýchlosti prúdenia podzemnej vody, šíreniu sa znečistenia a ohrozeniu kvality podzemnej vody vo vodnom útvere alebo vzhľadom na pripravovanú zmenu využitia územia (výstavba),
- rôzne antropogénne vplyvy, napr. vplyv čerpania vody v okolí, vplyv budovania podzemných stien, podzemných konštrukcií a podobne.

B. Podrobný geologický prieskum životného prostredia

Pokiaľ cieľom orientačného prieskumu je odpoveď na otázku, či je v území prítomné znečistenie (samozrejme vrátane špecifikácie dominantných znečisťujúcich látok a základnej predstavy o rozsahu znečistenia a spôsobu jeho šírenia sa), výsledkom podrobného prieskumu pri zistení závažného znečistenia by mal byť vyčerpávajúci podklad na spracovanie analýzy rizika znečisteného územia podľa prílohy č. 11a smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7.

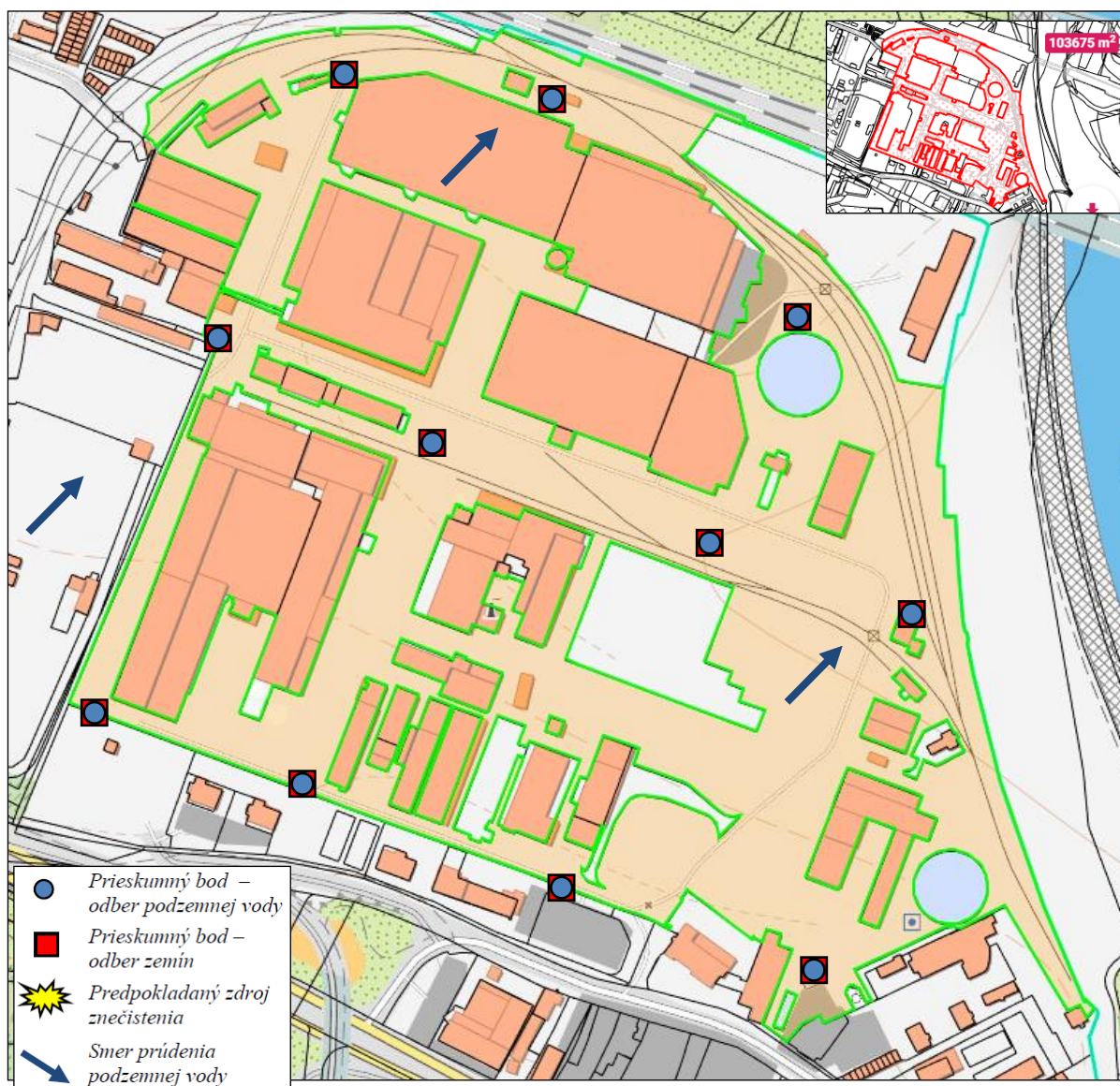
Tá si vyžaduje špecifické informácie, týkajúce sa environmentálnej geológie a geochemie (znečisťujúce látky, ich charakteristika, nebezpečné vlastnosti, ekotoxicita), hydrogeológie (rýchlosť a smer prúdenia podzemnej vody, kolísanie hladiny podzemnej vody, detailné poznanie hydraulických parametrov kolektora – priepustnosť, pórovitosť, homogenita a podobne), ktoré je spravidla možné získať len rozsiahlym odberom vzoriek a terénnymi skúškami (čerpacie skúšky, stopovacie skúšky).

Pre analýzu rizika je navyše potrebné získať aj informácie týkajúce sa ekologického statusu skúmaného územia (chránené územia) a dotknutého vodného útvaru (kvalitatívny stav), ako aj údaje o expozičných cestách a receptoroch rizík z hľadiska súčasného a budúceho využitia územia (územný plán, stavebné zámery).

Pri určení počtu a rozmiestnenia prieskumných bodov pri podrobnom geologickom prieskume životného prostredia je potrebné taktiež vychádzať z pravidelnej alebo nepravidelnej siete prieskumných bodov. Vychádza sa z prieskumnej siete orientačného prieskumu, posudzuje sa jej dostatočnosť, zahusťujú sa prieskumné body tam, kde je to na dosiahnutie cieľov podrobného prieskumu potrebné.

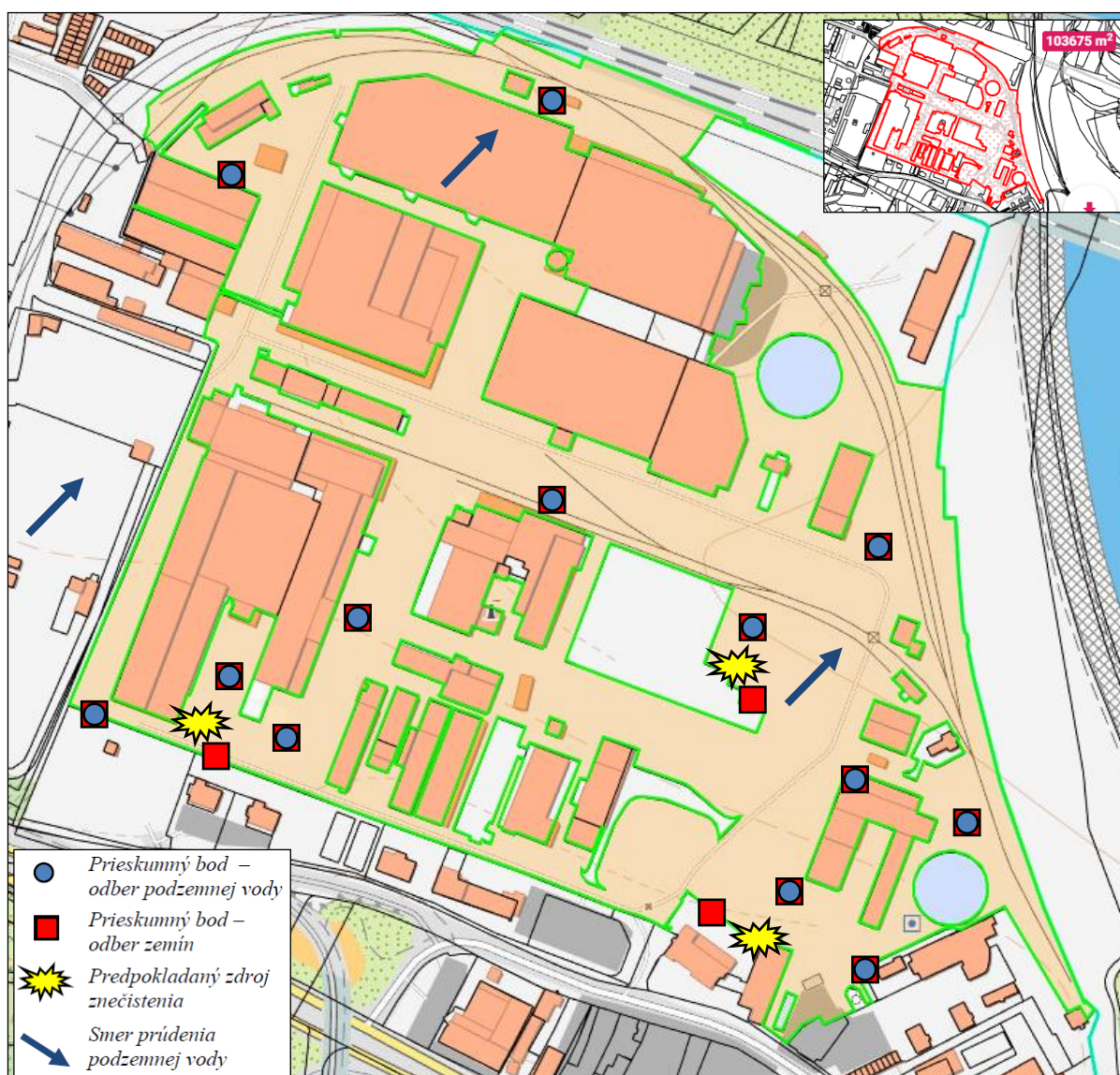
B.1 Príklad pravidelnej prieskumnej siete podrobného geologického prieskumu životného prostredia, neidentifikovaný zdroj znečistenia: Areál 10 ha (100 000 m²), bez údajov o zdrojoch znečistenia, jednoduchá geologická stavba: 11 vrtov na odber podzemnej vody (v pravidelnej sieti), 10 vzoriek zemín z biologickej kontaktnej zóny (použijú sa vrtné jadrá z vrtov), min. 20 vzoriek horninového prostredia (použijú sa vrtné jadrá z vrtov, vzorkovanie musí zahŕňať pásmo prevzdušnenia, pásmo rozkvyv hladiny podzemnej vody a pásmo nasýtenia). Z prieskumného bodu (najčastejšie 1 vrtu) sa teda odoberie min. 1 vzorka podzemnej vody a min. 3 vzorky zemín, resp. horninového prostredia.

Obrázok P1_3. Príklad pravidelnej prieskumnej siete pri podrobnom prieskume životného prostredia – veľký areál (nad 2 ha), jednoduchá geologická stavba, neidentifikovaný zdroj znečistenia, **pravidelná prieskumná sieť**



B.2 Príklad nepravidelnej prieskumnej siete podrobného geologického prieskumu životného prostredia, viacero zdrojov znečistenia: Areál 10 ha, identifikované 3 (pravdepodobné alebo potvrdené) zdroje znečistenia, jednoduchá geologická stavba: 11 + 3 vrtov na odber podzemnej vody (v nepravidelnej sieti, zohľadňujúcej umiestnenie zdrojov znečistenia), 10 + 3 vzorky zemín z biologickej kontaktnej zóny (3 prieskumné body navyše iné ako prieskumné body na odber podzemnej vody v blízkosti zdrojov znečistenia⁸⁸), min. 20 + 3 vzorky horninového prostredia (použijú sa napr. vrtné jadrá z vrtov, vzorkovanie musí zahŕňať pásмо prevzdušnenia, pásмо rozkvyu hladiny podzemnej vody a pásмо nasýtenia). Z prieskumného bodu (napr. 1 vrtu) sa teda odoberie min. 1 vzorka podzemnej vody a min. 3 vzorky zemín, resp. horninového prostredia.

Obrázok P1_4. Príklad prieskumnej siete pri podrobnom prieskume životného prostredia – veľký areál (nad 2 ha), jednoduchá geologická stavba, neidentifikovaný zdroj znečistenia, **nepravidelná** prieskumná sieť



⁸⁸ Môžu to byť plytké mapovacie vrty, odkopy alebo sondy, účelom je zistenie znečistenia v mieste zdroja.

Vzhľadom na variabilitu východiskových geologických podmienok, zamerania, kvality a rozsahu už zrealizovaných prác geologického prieskumu, rozsahu a závažnosti znečistenia, rizikovosti znečisťujúcich látok, faktorov bezpečnosti, spoločenskej naliehavosti a iných faktorov, nie je možné ani účelne stanoviť požiadavky na počet prieskumných diel podrobného prieskumu, ktoré by boli aplikovateľné na väčšinu vykonávaných prieskumov.

Vo všeobecnosti, rozsah prác podrobného prieskumu životného prostredia by nemal byť rozsahom technických prác, počtom vzoriek a nadväzujúcich prác menší, ako sú požiadavky na orientačný prieskum.

Realizácia podrobného prieskumu, navrhnutého optimálne vzhľadom na počet a rozmiestnenie prieskumných bodov, v praxi naráža často na prekážky, s ktorými sa musí zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy vysporiadať. V odôvodnených prípadoch býva nevyhnutné optimálny počet prieskumných bodov redukovať. Za odôvodnené prípady môžeme pokladať:

- vysoký stupeň urbanizácie územia, prítomnosť obytných budov, či budov občianskeho vybavenia, ako sú školy, nemocnice a podobne,
- vysoká zastavanosť územia, územie s vysokým zastúpením spevnených plôch, budov, parkovísk, skladov, garáží, výrobných hál a podobne,
- obmedzená prístupnosť územia pre vrtné súpravy, mechanizmy pre výkopové práce, svahovitosť, súvislý les, podmáčané územia a podobne,
- majetkoprávne vysporiadanie pozemkov, strety záujmov a vstupy na pozemky, dostupnosť územia je limitovaná inými ako prírodnými podmienkami.

C. Doplnkový geologický prieskum životného prostredia

Sanácia znečisteného územia (resp. sanácia environmentálnej záťaž), pokiaľ má byť vykonaná úspešne a racionálne, musí vychádzať z dostatočného množstva informácií. Nedostatočný rozsah prác podrobného prieskumu znečisteného územia vedie v lepšom prípade k potrebe realizácie doplnkového (predsanačného) prieskumu, v horšom k neúspechu sanácie z dôvodu nedostatočného poznania niektorého z faktorov, podmienujúcich šírenie sa znečistenia v území, či jeho podcenením.

Aj v prípade dobre vykonaného podrobného prieskumu znečisteného územia sa niekedy ukáže potreba vykonania doplnkového prieskumu, najmä ak navrhovaná sanačná metóda vyžaduje doplnenie niektorých parametrov prírodného prostredia, ktoré v etape podrobného prieskumu ešte nebolo možné definovať. To je náplňou doplnkového prieskumu životného prostredia.

Niekedy sa práce doplnkového prieskumu využívajú aj na aktualizáciu údajov, uvedených v záverečnej správe z podrobného prieskumu životného prostredia a v analýze rizika, najmä ak od ich spracovanie ubehla nejaká doba, ktorá mohla mať vplyv na rozsah znečistenia, či boli vykonané opatrenia, ktoré východiskovú situáciu mohli zmeniť.

Ďalším dôvodom na vykonanie doplnkového prieskumu životného prostredia je napríklad zmena spôsobu využívania územia, najčastejšie ohlásený stavebný zámer. Na základe zmenenej situácie je potrebné už vykonané práce vrátane analýzy rizika (ak navrhovanú zmenu alebo jej rozsah nezohľadnila) aktualizovať, často aj s potrebou získania doplňujúcich informácií.

Príloha č. 2: Odporúčané typy vzorkovníc a základné pokyny na odber vôd

Ukazovateľ	Symbol ukazovateľa	Odporúčaný typ vzorkovnice	Fixácia a iné dôležité pokyny na odber vzorky
I. Kovy			
hliník trojmocný	Al ³⁺	Plast, 200 ml	Zvyčajne sa odoberá spoločná vzorka pre vybranú skupinu kovov: Plast, 1,5 – 2,0 l. Uskladnenie v chlade 1 – 5°C, doprava do laboratória do 24 hod. Pri dlhšom uskladnení potreba fixácie HNO ₃ na pH < 2; 5 ml/1 l vzorky (fixačné činidlo na požiadanie doplní do vzorkovnice laboratóriarium). Fixovať až po filtrácii!
arzén	As	Jednotlivo: Plast, sklo, 200 ml Skupina: Plast, 1,5 – 2,0 l	
bárium	Ba		
berýlium	Be		
kadmium	Cd		
kobalt	Co		
chróm celkový	Cr celk.		
chróm šesťmocný	Cr ⁶⁺		
meď	Cu		
ortuť	Hg		
molybdén	Mo		
nikel	Ni		
olovo	Pb		
antimón	Sb		
cín	Sn		
vanád	V		
zinok	Zn		
II. Monocyklické aromatické uhľovodíky (nehalogénované)			
benzén	C ₆ H ₆	Jednotlivo aj skupina: Sklo, vialka s teflónovým septom, 40 ml	Pod vrchnákom vialky nesmie byť vzduchová bublina. Odoberá sa 1 vialka pre stanovenie celej skupiny uhľovodíkov BTEX. Uskladnenie v chlade 1 – 5°C, doprava do laboratória do 24 hod. Pri dlhšom uskladnení potreba fixácie metanolom cez septum (0,01 – 0,1 ml). Doba skladovania s fixáciou nesmie prekročiť 5 dní!
etylbenzén	C ₈ H ₁₀		
toluén	C ₇ H ₈		
xylény			
styrén	ST		

Ukazovateľ	Symbol ukazovateľa	Odporúčaný typ vzorkovnice	Fixácia a iné dôležité pokyny na odber vzorky
III. Polycyklické aromatické uhľovodíky			
antracén		Jednotlivo: Tmavé sklo, 250 ml Skupina: Tmavé sklo, 1,0 l	Zvyčajne sa odoberá spoločná vzorka pre vybranú skupinu PAU: Tmavé sklo, 1,0 l. Uskladnenie v chlade 1 – 5°C, doprava do laboratória do 48 hod. Pri dlhšom uskladnení potreba fixácie n-hexánom, 10 – 15 ml (fixačné činidlo na požiadanie doplní do vzorkovnice laboratórium). Doba skladovania s fixáciou nesmie prekročiť 5 dní!
benzo(a)antracén			
benzo(a)pyrén			
benzo(b)fluorantén			
benzo(g,h,i)perylén			
benzo(k)fluorantén			
fluorantén			
fenantrén			
chryzén			
indeno(1,2,3-c,d)pyrén			
naftalén			
pyrén			
polycyklické aromatické uhľovodíky celkom	Σ PAU	Tmavé sklo, 1,0 l	– detto –
IV. Aromatické uhľovodíky halogénované			
jednotlivé chlórbenzény (okrem ďalej uvedených)		Rôzne vzorkovnice a ich kombinácie, podľa požiadaviek laboratória: vialky 40 ml, sklo 1,0 l, tmavé sklo 500 ml	Uskladnenie v chlade 1 – 5°C, doprava do laboratória do 24 hod. Pri dlhšom uskladnení potreba fixácie metanolom.
dichlórbenzény			
trichlórbenzény			
tetrachlórbenzény			
pentachlórbenzén			
hexachlórbenzén			
jednotlivé chlórfenoly (okrem 2,4,5-trichlórfenolu)			
2,4,5-trichlórfenol			
V. Pesticídy organické chlórované			
jednotlivé okrem metoxychlóru		Tmavé sklo, 0,5 – 1 l	Uskladnenie v chlade 1 – 5°C, doprava do laboratória do 24 hod.
metoxychlór		Tmavé sklo, 0,5 – 1 l	

Ukazovateľ	Symbol ukazovateľa	Odporúčaný typ vzorkovnice	Fixácia a iné dôležité pokyny na odber vzorky
VI. Pesticídy ostatné			
jednotlivé herbicídy (okrem triazinových)		Tmavé sklo, 0,5 – 1 l alternat. vialka s teflónovým septom, 40 ml	Uskladnenie v chlade 1 – 5°C, doprava do laboratória do 24 hod.
herbicídy (celkom)			
VII. Chlórované alifatické uhl'ovodíky			
(jednotlivé okrem ďalej uvedených)		Jednotlivo aj skupina: Sklo, vialka s teflónovým septom, 40 ml	Pod vrchnákom vialky nesmie byť vzduchová bublina. Odoberá sa 1 vialka pre stanovenie celej skupiny chlórovaných alifatických uhl'ovodíkov. Uskladnenie v chlade 1 – 5°C, doprava do laboratória do 24 hod. Pri dlhšom uskladnení potreba fixácie metanolom cez septum (0,01 – 0,1 ml). Doba skladovania s fixáciou nesmie prekročiť 5 dní!
1,2-dichlóretán			
1,1-dichlóretén			
1,2-dichlóretény cis, trans			
dichlórmétán			
tetrachlóretén			
tetrachlórmétán			
trichlóretén			
trichlórmétán			
chlóretén (vinylchlorid)			
VIII. Polycyklické aromatické uhl'ovodíky (halogénované)			
polychlórované bifenyly	PCB	Tmavé sklo, 1,0 l	Uskladnenie v chlade 1 – 5°C, doprava do laboratória do 24 hod.
polychlórované dibenzodioxíny a dibenzofurány	PCDD/PCDF		
XI. Ostatné			
Anorganické látky			
bór	B	Plast, 100 ml	Uskladnenie v chlade 1 – 5°C.
chloridy	Cl ⁻	Plast, sklo 500 ml	
fluoridy	F ⁻		
kyanidy/tiokyanáty voľné			
kyanidy komplexotvorné			
amónne ióny	NH ₄ ⁺		
dusitany	NO ₂ ⁻		
síra sulfidická	S sulf.	Plast (osobitne), sklo 300 ml	

Ukazovateľ	Symbol ukazovateľa	Odporúčaný typ vzorkovnice	Fixácia a iné dôležité pokyny na odber vzorky
Organické látky			
metyl-terciar-butyl-éter	MTBE	Sklo, vialka s teflónovým septum, 40 ml	Uskladnenie v chlade 1 – 5°C, doprava do laboratória do 24 hod.
cyklohexanón		Podľa požiadaviek laboratória	
ftaláty (suma)		Tmavé sklo, 500 ml	
hydrochinón		Tmavé sklo, 500 ml	
pyrokatechol		Tmavé sklo, 500 ml	
krezoly		Tmavé sklo, 500 ml	
pyridín		Tmavé sklo, 500 ml	
rezorcinol		Tmavé sklo, 500 ml	
tenzidy aniónaktívne	PAL-A	Tmavé sklo 100 ml	
tetrahydrofurán		Podľa požiadaviek laboratória	
tetrahydrotiofén		Podľa požiadaviek laboratória	
trinitrotoluén	TNT	Tmavé sklo, 1,0 l	
XII. Základné ukazovatele			
chemická spotreba kyslíka mangánom	ChSK _{Mn}	Sklo 60 – 100 ml, fľaška s úzkym hrdlom a zabrušenou zátkou	Uskladnenie v chlade 1 – 5°C. Fixácia H ₂ SO ₄ ; 5 ml/1 l vzorky (fixačné činidlo na požiadanie doplní do vzorkovnice laboratórium).
celkový organický uhlík	TOC	Sklo, plast 60 – 100 ml	Uskladnenie v chlade 1 – 5°C. Pri dlhšom uskladnení potreba fixácie HCl (fixačné činidlo na požiadanie doplní do vzorkovnice laboratórium).
extrahovateľný organicky viazaný chlór	EOCl	Sklo, 1,0 l, alternat. tmavé sklo 250 ml	Uskladnenie v chlade 1 – 5°C, doprava do laboratória do 24 hod.
C ₁₀ – C ₄₀ (tzv. uhl'ovodíkový index)	NEL-GC	Tmavé sklo, 500 ml	Uskladnenie v chlade 1 – 5°C. Pod vrchnákom (zábrus) nesmie byť vzduchová bublina.
nepolárne extrahovateľné látky stanovené v infračervenej a/alebo v ultrafialovej časti spektra	NEL	Tmavé sklo, 1,0 l	Uskladnenie v chlade 1 – 5°C.

Ukazovateľ	Symbol ukazovateľa	Odporúčaný typ vzorkovnice	Fixácia a iné dôležité pokyny na odber vzorky
XII. Základné ukazovatele			
elektrolytická vodivosť	kappa	Plast, sklo 60 – 100 ml	Uskladnenie v chlade 1 – 5°C.
celkové rozpustené látky	RL	Plast, sklo 250 – 700 ml	Uskladnenie v chlade 1 – 5°C.
reakcia vody	pH	Plast, sklo 60 – 100 ml	Uskladnenie v chlade 1 – 5°C.
suma jednosýtnych fenolov (fenolový index)	C ₆ H ₅ OH	Tmavé sklo, 500 ml	Uskladnenie v chlade 1 – 5°C, doprava do laboratória do 24 hod. Pri dlhšom uskladnení potreba fixácie H ₃ PO ₄ (fixačné činidlo na požiadanie doplní do vzorkovnice laboratórium).

Príloha č. 3: Všeobecné požiadavky na vzorkára a vzorkovacie práce z hľadiska zabezpečenia vzorkovacích prác, bezpečnosti práce a ochrany zdravia pri práci

- 1) Vzorkár musí byť vybavený základnými osobnými ochrannými pracovnými pomôckami (OOPP) podľa druhu vzorkovacích prác, ktoré ide vykonávať a prostredia, v ktorom ide odoberať vzorky.
- 2) Vzorkár je zaškolený a poučený o výkone vzorkovacích prác⁸⁹, riadi sa ustanoveniami technických noriem, oborových noriem, plánom vzorkovania alebo pokynmi zodpovedného riešiteľa podľa toho, čo sa pre daný odber vzoriek požaduje.
- 3) Vzorkár musí mať k dispozícii predpísané vzorkovače a vzorkovnice, ktoré si zabezpečí v súčinnosti s laboratórnym strediskom a so zodpovedným riešiteľom geologickej úlohy.
- 4) Vzorkár dôsledne zachováva čistotu všetkých vzorkovacích pomôcok (vzorkovače, šnúry, lopatky, rukavice a podobne), aby nedošlo ku kontaminácii vzoriek.
- 5) Vzorkár musí mať zabezpečené vstupy na pozemky a musí byť oboznámený so všetkými stretmi záujmov, ktoré je v danom prostredí povinný rešpektovať. Pracovný priestor na vzorkovanie musí byť zabezpečený, rovnako aj prístup na miesto vzorkovania a späť.
- 6) Vzorkár musí mať jasne a jednoznačne stanovený rozsah odberov vzoriek vrátane zoznamu geologických diel, zoznamu vzoriek, prípadne predznačených vzorkovníc (fliaš), musí poznať údaje, ktoré sa zadávajú na etikety.
- 7) Pri náročnejšom odbere vzoriek (čerpanie z vrtov, odber z výkopov, odber zo skalných stien, odber silne znečistených zemín a vody, odber v extrémnych terénnych alebo klimatických podmienkach) nesmie byť vzorkár pri odbere sám.
- 8) Vzorkár musí byť oboznámený so spôsobom prepravy, prípadne s miestom alebo laboratórnym strediskom, kam vzorky po odbere prepraví.
- 9) Vzorkár musí byť oboznámený so spôsobom nakladania s odpadmi a riadiť sa ním, najmä so spôsobom vypúšťania znečistených podzemných vôd, čerpaných z vrtu.
- 10) Vzorkár pri odbere vzoriek nesmie jesť, piť a fajčiť, podľa možnosti sa má vyhýbať dermálnemu kontaktu so znečistenými médiami a inhalácii plynov, nevstupovať bez istenia do nevetraných priestorov, studní a šachiet.

⁸⁹ Na realizáciu niektorých geologických úloh sa vyžaduje, aby vzorkár preukázal spôsobilosť vykonávať odber vzoriek certifikátom absolvovania školenia, rep. kurzu vzorkovania, ktoré pod záštitou Ministerstva životného prostredia SR zabezpečuje Výskumný ústav vodného hospodárstva (<http://www.vuvh.sk/default.aspx?pid=39>).

Príloha č. 4: Prehľad vybraných slovenských technických noriem a iných technických dokumentov o odbere vzoriek vôd, dnových a riečnych sedimentov, kalov, sypkých a zrnitých materiálov, odpadov a ťažobných odpadov

STN EN ISO 5667-1 Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 1: Pokyny na návrhy programov odberu vzoriek a techniky odberu vzoriek (ISO 5667-1: 2006)

Táto časť normy ISO 5667 určuje všeobecné zásady a stanovuje pokyny na návrhy programov odberu vzoriek a techniky odberu vzoriek pre všetky situácie odberu vzoriek vody (vrátane odpadových vôd, kalov, odtokov a dnových sedimentov).

STN EN ISO 5667-3 Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 3: Konzervácia vzoriek vody a manipulácia s nimi (ISO 5667-3: 2018)

Táto časť ISO 5667 uvádza všeobecné požiadavky na odber všetkých vzoriek vody vrátane vzoriek vody určených na biologickú analýzu, ich konzerváciu, manipuláciu s nimi, dopravu a skladovanie. Neplatí pre vzorky vody určené na mikrobiologickú analýzu uvedené v ISO 19458, vzorky vody pre ekotoxikologické rozbor a pasívny odber vzoriek uvedený v ISO 5667-23. Táto časť ISO 5667 je určená predovšetkým pre bodové alebo zmiešané vzorky, ktoré nemožno analyzovať na mieste a musia sa prepraviť na rozbor do laboratória.

STN ISO 5667-4 Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 4: Pokyny na odber vzoriek z jazier a umelých vodných nádrží

Táto časť ISO 5667 obsahuje pokyny na navrhovanie programov odberu vzoriek, na techniky odberu vzoriek, na manipuláciu so vzorkami a na konzerváciu vzoriek z prírodných jazier a umelých vodných nádrží, a to za podmienok voľnej hladiny aj hladiny pokrytej ľadom. Táto časť ISO 5667 platí na odber vzoriek z jazier s vodnou vegetáciou aj bez nej. Tieto pokyny neplatia na odber vzoriek na mikrobiologické skúšky.

STN EN ISO 5667-6 Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 6: Pokyny na odber vzoriek z riek a potokov (ISO 5667-6: 2014)

Táto časť ISO 5667 určuje zásady, ktoré sa majú uplatňovať pri navrhovaní programov odberu vzoriek, pri technikách odberu vzoriek a pri manipulácii so vzorkami vody z riek a potokov, ktoré sa odoberajú na chemický a fyzikálny rozbor. Táto norma nie je určená na odber vzoriek z estuárií alebo pobrežných vôd a ani na odber vzoriek na mikrobiologický rozbor. Táto časť ISO 5667 nie je určená na skúmanie sedimentov, suspendovaných látok alebo živých organizmov. Nie je určená na skúmanie prehradených úsekov riek alebo potokov, ani na pasívny odber vzoriek povrchových vôd (pozri ISO 5667-23).

STN ISO 5667-10 Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 10: Pokyny na odber vzoriek odpadových vôd

Táto norma ISO 5667 patrí do skupiny noriem, ktoré sa zaoberajú odberom vzoriek špecifických druhov vôd.

STN ISO 5667-11 Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 11: Pokyny na odber vzoriek podzemných vôd

Táto časť ISO 5667 poskytuje pokyny na odber vzoriek podzemných vôd. Informuje používateľa, ktorý navrhuje a vykonáva odber vzoriek podzemnej vody, ako získať prehľad o kvalite podzemnej vody, ako zistiť a stanoviť znečistenie podzemných vôd a napomáhať hospodáreniu so zdrojmi podzemných vôd, ich ochrane a obnoveniu ich kvality.

STN ISO 5667-12 Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 12: Pokyny na odber vzoriek dnových sedimentov z riek, jazier a estuárií

V tejto časti ISO 5667 sa uvádzajú pokyny na odber vzoriek sedimentačných materiálov.

STN EN ISO 5667-13 Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 13: Pokyny na odber vzoriek kalov (ISO 5667-13: 2011)

V tejto časti ISO 5667 sú uvedené pokyny na odber vzoriek kalov z čistiarní odpadových vôd, úpravní vôd a priemyselných procesov. Platí na všetky druhy kalov pochádzajúcich z týchto prevádzok a na kaly s podobnými charakteristikami, napríklad kaly zo septikových nádrží. Norma uvádza aj pokyny na návrhy programov odberu vzoriek a techniky odberu vzoriek.

STN EN ISO 5667-14 Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 14: Pokyny na zabezpečenie kvality a riadenie kvality pri odbere environmentálnych vzoriek vody a pri manipulácii s nimi (ISO 5667-14: 2014)

Táto časť ISO 5667 obsahuje pokyny na výber a použitie rôznych techník zabezpečenia kvality a riadenia kvality pri manuálnom odbere vzoriek povrchových, pitných, odpadových, morských a podzemných vôd.

STN EN ISO 5667-15 Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 15: Pokyny na konzerváciu vzoriek kalov a sedimentov a manipuláciu s nimi (ISO 5667-15: 2009)

V tejto časti ISO 5667 sú postupy konzervácie, manipulácie a skladovania vzoriek čistiarenských a vodárenských kalov, nerozpustených látok a morských a sladkovodných sedimentov do vykonania ich chemickej, fyzikálnej, rádiochemickej a/alebo biologickej analýzy v laboratóriu.

STN ISO 5667-22 Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 22: Pokyny na navrhovanie a inštaláciu monitorovacích bodov podzemnej vody

Táto časť ISO 5667 obsahuje pokyny na návrh, konštrukciu a inštaláciu monitorovacích bodov kvality podzemnej vody. Jej cieľom je pomôcť zabezpečiť, aby získané vzorky podzemnej vody boli reprezentatívne.

Pozornosť sa venuje týmto aspektom:

- a) vplyv materiálov monitorovacieho zariadenia na životné prostredie;
- b) vplyv monitorovacieho zariadenia na integritu vzorky;
- c) vplyv prostredia na monitorovacie zariadenie a konštrukčné materiály.

STN EN ISO 5667-23 Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 23: Pokyny na pasívny odber vzoriek v povrchových vodách (ISO 5667-23: 2011)

Táto časť ISO 5667 špecifikuje postupy na stanovenie časovo vážených priemerných koncentrácií a rovnovážnych koncentrácií voľne rozpustenej frakcie organických, organokovových zlúčenín a anorganických látok vrátane kovov v povrchovej vode pasívnym odberom vzoriek, po ktorom nasleduje analýza.

STN EN 14899 Charakterizácia odpadov. Odber vzoriek odpadových materiálov. Rámec prípravy a použitia plánu odberu vzorky

Táto európska norma špecifikuje procesné kroky, ktoré sa vykonávajú pri príprave a použití plánu odberu vzorky. Plán odberu vzorky opisuje metódu odberu laboratórnej vzorky potrebnej na splnenie cieľov skúšobného programu.

STN ISO 10381-6 Kvalita pôdy. Odber vzoriek. Časť 6: Pokyny na odber, manipuláciu a uchovávanie pôdných vzoriek určených na hodnotenie aeróbnych mikrobiálnych procesov v laboratóriu

Táto časť ISO 10381 uvádza pokyny na odber, manipuláciu a uchovávanie vzoriek pôdy určenej pre skúšky za aeróbnych podmienok v laboratóriu. Ostatné časti ISO 10381 sú dostupné zatiaľ len v anglickom jazyku (stav k II/2019):

ISO 10381-1:2002, Soil quality — Sampling — Part 1: Guidance on the design of sampling programmes

ISO 10381-3:2001, Soil quality — Sampling — Part 3: Guidance on safety

ISO 10381-5:2005, Soil quality — Sampling — Part 5: Guidance on the procedure for the investigation of urban and industrial sites with regard to soil contamination

ISO 10381-8:2006(en), Soil quality — Sampling — Part 8: Guidance on sampling of stockpiles

STN 01 5110 Vzorkovanie materiálov. Základné ustanovenia

STN 01 5111 Vzorkovanie sypkých a zrnitých materiálov

STN 01 5113 Vzorkovanie plynov

STN EN ISO 22475-1 Geotechnický prieskum a skúšky. Metódy odberu vzoriek a meranie hladín podzemnej vody. Časť 1: Technické zásady vykonávania (ISO 22475-1: 2006)

Táto časť ISO 22475 sa zaoberá technickými zásadami odberu vzoriek zemín, skalných hornín a podzemnej vody a meraniami podzemnej vody v súvislosti s geotechnickým prieskumom a skúšaním, opísanými v EN 1997-1 a EN 1997-2.

Technické normalizačné informácie⁹⁰ v oblasti vzorkovania odpadov, únikov ropy a olejov, ťažobných odpadov

TNI CEN/TR 15310-1 Characterization of waste – Sampling of waste materials – Part 1: Guidance on selection and application of criteria for sampling under various conditions (Charakterizácia odpadov. Odber vzoriek odpadových materiálov. Časť 1: Pokyny na výber a aplikáciu kritérií odberu vzoriek za rôznych podmienok)

TNI CEN/TR 15310-2 Characterization of waste – Sampling of waste materials – Part 2: Guidance on sampling techniques (Charakterizácia odpadov. Odber vzoriek odpadových materiálov. Časť 2: Pokyny na techniky odberu vzoriek)

TNI CEN/TR 15310-3 Characterization of waste – Sampling of waste materials – Part 3: Guidance on procedures for sub-sampling in the field (Charakterizácia odpadov. Odber vzoriek odpadových materiálov. Časť 3: Pokyny na postupy odberu čiastkových vzoriek)

TNI CEN/TR 15310-4 Characterization of waste – Sampling of waste materials – Part 4: Guidance on procedures for sample packaging, storage, preservation, transport and delivery (Charakterizácia odpadov. Odber vzoriek odpadových materiálov. Časť 4: Pokyny na postupy balenia, skladovania, konzervácie, dopravy a dodania vzoriek)

TNI CEN/TR 15310-5 Characterization of waste – Sampling of waste materials – Part 5: Guidance on the process of defining the sampling plan (Charakterizácia odpadov. Odber vzoriek odpadových materiálov. Časť 5: Pokyny na proces definovania plánu odberu vzoriek)

TNI CEN/TR 15522-1 Oil spill identification – Waterborne petroleum and petroleum products – Part 1: Sampling (Identifikácia únikov oleja/ropy. Vodorozpustná ropa a ropné produkty. Časť 1: Odber vzoriek)

TNI CEN/TR 15522-2 Oil spill identification – Waterborne petroleum and petroleum products – Part 2: Analytical methodology and interpretation of results based on GC-FID and GC-MS low resolution analyses (Identifikácia únikov oleja/ropy. Vodorozpustná ropa a ropné produkty. Časť 2: Analytické metódy a interpretácia výsledkov založených na GC-FID a GC-MS analýze s nízkym rozlíšením)

TNI CEN/TR 16130 Characterization of waste – On-site verification (Charakterizácia odpadov – overovanie na mieste)

TNI CEN/TR 16365 Characterization of waste – Sampling of waste from extractive industries (Charakterizácia odpadov – odber vzoriek odpadov z ťažobného priemyslu)

TNI CEN/TR 16376 Characterization of waste – Overall guidance document for characterization of waste from the extractive industries (Charakterizácia odpadov – všeobecný riadiaci dokument na charakterizáciu odpadov z ťažobného priemyslu)

⁹⁰ Technické normalizačné informácie (TNI) nemajú status národnej normy, ale slúžia ako výklady jednotlivých noriem na ich použitie v praxi. Distribuuje ich Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo SR spravidla v anglickom jazyku.

Príloha č. 5: Obsah záverečnej správy z odstraňovania následkov mimoriadneho zhoršenia vôd

Príloha 5a: Obsah záverečnej správy z odstraňovania následkov mimoriadneho zhoršenia vôd, kde prieskum znečistenia bol spojený s okamžitým odstraňovaním znečistenej zeminy

1. Úvod
2. Údaje o havárii s následkom mimoriadneho zhoršenia vôd a vykonaných okamžitých opatreniach
 - 2.1 Údaje o havárii – miesto, čas, účastníci, charakter a rozsah znečistenia
 - 2.2 Údaje o okamžitých opatreniach a zapojení Slovenskej inšpekcie životného prostredia
3. Stručná charakteristika prírodných pomerov so zameraním na ohrozené vodné útvary
4. Postup pri odstraňovaní následkov mimoriadneho zhoršenia vôd
 - 4.1 Množstvo a kvalita odťazených zemín, spôsob nakladania s výkopovou zeminou
 - 4.2 Vyhodnotenie výsledkov laboratórnych stanovení kontrolných vzoriek
 - 4.3 Vyhodnotenie výsledkov iných opatrení
5. Závery a odporúčania
6. Zoznam použitej literatúry a iných informačných zdrojov
7. Prílohy (náčrty, fotodokumentácia, protokoly o odbere vzoriek, laboratórne protokoly, relevantné dokumenty štátnej správy).

Príloha 5b: Obsah záverečnej správy z odstraňovania následkov mimoriadneho zhoršenia vôd, kde prieskum znečistenia bol spojený so sanáciou zemín a podzemnej vody

1. Úvod
2. Údaje o havárii s následkom mimoriadneho zhoršenia vôd a vykonaných okamžitých opatreniach
 - 2.1 Údaje o havárii – miesto, čas, účastníci, charakter a rozsah znečistenia
 - 2.2 Údaje o okamžitých opatreniach a zapojení Slovenskej inšpekcie životného prostredia
3. Stručná charakteristika prírodných pomerov so zameraním na ohrozené vodné útvary
4. Postup riešenia mimoriadneho zhoršenia vôd
 - 4.1 Údaje o realizovaných geologických prácach a použitej metodike
 - 4.2 Prieskum znečistenia horninového prostredia a podzemnej vody
 - 4.3 Sanácia horninového prostredia a podzemnej vody
5. Výsledky riešenia mimoriadneho zhoršenia vôd
 - 5.1 Výsledky prieskumu znečistenia horninového prostredia a podzemnej vody
 - 5.2 Výsledky sanácie horninového prostredia a podzemnej vody
6. Závery a odporúčania
7. Zoznam použitej literatúry a iných informačných zdrojov

8. Prílohy (náčrty, fotodokumentácia, protokoly o odbere vzoriek, laboratórne protokoly, relevantné dokumenty štátnej správy).

Obsah a náplň záverečnej správy z odstraňovania následkov mimoriadneho zhoršenia vôd (prípadne hydrogeologického posudku) je možné prispôbiť druhu a účelu vykonaných prác.

Príloha č. 6: Náležitosti súhrnnej geologickej dokumentácie vrtu

Náležitosti súhrnnej geologickej dokumentácie mapovacieho vrtu

1. Označenie vrtu.
2. Identifikácia geologickej úlohy (názov, prípadne etapa prác).
3. Identifikácia zhotoviteľa geologickej úlohy.
4. Identifikácia dodávateľa vrtných prác (názov, vrtmajster).
5. Identifikácia miesta realizácie mapovacieho vrtu (katastrálne územia, lokalita, súradnice – S-JTSK, WGS alebo ETRS vrátane nadmorskej výšky ústia vrtu).
6. Dokumentujúci geológ.
7. Dátum realizácie vrtu (od, do).
8. Údaje o geologickej stavbe – metráž (od, do) a popis jednotlivých odlíšiteľných geologických vrstiev vrátane ich stratigrafickej príslušnosti.
9. Údaje o hladine podzemnej vody (narazená, ustálená).
10. Údaje o odbere vzoriek (odberové body alebo úseky odberu vzoriek, označenie vzoriek, druh vzoriek).
11. Technické údaje o priebehu vrtania – priemer vrtania v daných hĺbkových úsekoch vrtu, významné technické záznamy (kaverny, prekážky, strata výplachu, ...).

Náležitosti súhrnnej geologickej dokumentácie hydrogeologického vrtu

Body 1 – 11 ako pri geologickej dokumentácii mapovacieho vrtu.

12. Údaje o vystrojení hydrogeologického vrtu – priemer zárubnice, identifikácia úsekov s plnou zárubnicou, filtračná časť alebo časti zárubnice, kalník, filtračný obsyp, tesnenie vrtu.

Príloha č. 7: Obsah a náležitosti projektu geologickej úlohy prieskumu environmentálnej zát'aže

Náležitosti titulných strán

Náležitosti titulných strán – krycia, prípadne rozpisová strana či strany

- logo operačného programu a názov projektu operačného programu podľa údajov z vládneho informačného systému (ITMS),*
- názov projektu (podľa zmluvy o dielo, ak je iný ako v databáze ITMS),*
- kód ITMS, *
- **názov geologickej úlohy,**
- **druh geologických prác** (= *geologický prieskum životného prostredia*),
- **etapa geologického prieskumu** podľa § 2 písm. d) zákona č. 569/2007 Z. z. (= *orientačný, podrobný alebo doplnkový geologický prieskum životného prostredia*),
- **objednávateľ** (názov, adresa),
- **zhotoviteľ** geologických prác (názov, adresa),
- **zástupca zhotoviteľa** geologických prác, ak bol ustanovený (meno a **podpis**, v súlade so zmluvou o dielo, prípadne štatutárny orgán zhotoviteľa geologických prác alebo osoba splnomocnená na zastupovanie, ak ide o skupinu dodávateľov alebo združenie),
- **zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy** (meno a **podpis** v súlade so zmluvou o dielo),
- spoluriešitelia (mená, podpisy sa nepožadujú),
- doba riešenia geologickej úlohy (podľa zmluvy),
- dátum vyhotovenia.

Voliteľné položky:

- číslo geologickej úlohy (podľa evidencie zhotoviteľa),
- registračné číslo Geofondu.

Poznámka: Titulné strany môžu mať podľa potreby jeden alebo viac listov. Tučným písmom sú vyznačené položky, ktoré sú podľa § 16 ods. 3 vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z. taxatívnym obsahom titulného listu. Položky označené hviezdikou () sa uvádzajú len pri projektoch financovaných z fondov EÚ (napr. Operačného programu Kvalita životného prostredia).*

Náležitosti titulných strán – ďalšie strany

- obsah,
- zoznam príloh.

Voliteľné položky:

- zoznam skratiek,
- zoznam tabuliek,
- zoznam obrázkov.

Poznámka: Rozdeľovník sa v projektoch geologickej úlohy neuvádza.

Obsah projektu geologickej úlohy prieskumu environmentálnej záťaže

Úvod (voliteľné)

Obsahuje: údaje o zmluvných vzťahoch a príslušnej legislatíve (= projekt je vypracovaný v súlade so zákonom č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) v znení neskorších predpisov a s vyhláškou MŽP SR č. 51/2008 Z. z., ktorou sa vykonáva geologický zákon ...).

A. Geologická časť

A1. Miestopisné vymedzenie skúmaného územia

Obsahuje: názov a kód kraja, názov a kód okresu, názov obce/obcí, názov a kód katastrálneho územia/území, parcelné čísla dotknutých parciel v katastri nehnuteľností, číslo listu/listov vlastníctva, názov a kód lokality podľa Informačného systému environmentálnych záťaží (ISEZ)

Súvisiace prílohy: situačná mapa skúmaného územia, kópia katastrálnej mapy s vyznačením skúmaného územia, výpis z listu vlastníctva, aktuálny registračný list environmentálnej záťaže podľa ISEZ

A2. Cieľ geologickej úlohy

Obsahuje: ciele a špecifické ciele geologickej úlohy (napríklad v znení podľa zmluvy o dielo)

A3. Východiskové údaje o území

Obsahuje: charakteristiku prírodných pomerov geomorfologických, geologických, pedologických, hydrogeologických, hydrologických, klimatických a území chránených osobitnými predpismi (chránené územia prírody vrátane území Natura 2000, chránené územia vôd a iné)

Súvisiace prílohy: geologická mapa s vysvetlivkami a vyznačením skúmaného územia, pedologická mapa, vodohospodárska mapa, mapa klimatických oblastí, mapa chránených území (ako osobitné prílohy alebo obrázky v texte)

A4. Doterajšia geologická preskúmanosť územia

Obsahuje: prehľad doposiaľ vykonaných geologických prác a ich výsledkov

Súvisiace prílohy: mapa preskúmanosti alebo mapa dokumentačných bodov predchádzajúcich geologických prác (ako osobitná príloha alebo obrázky v texte)

A5. Charakteristika (pravdepodobnej) environmentálnej záťaže

Obsahuje: údaje o činnosti, ktorá viedla ku vzniku (pravdepodobnej) environmentálnej záťaže, identifikácia a charakteristika (pravdepodobného) zdroja znečisťujúcich látok, identifikácia a charakteristika (predpokladaných) znečisťujúcich látok, údaje o charaktere horninového prostredia v pásme prevzdušnenia a pásme nasýtenia

Súvisiace prílohy: mapa znečistenia zemín, mapa znečistenia podzemnej vody (ako osobitné prílohy alebo obrázky v texte)

A6. Vzťah k tvorbe a ochrane životného prostredia

Obsahuje: údaje o predpokladanom vplyve projektovaných geologických prác na životné prostredie a opatreniach na jeho ochranu (predpokladaný celkový pozitívny vplyv na životné prostredie, prehľad dotknutých právnych predpisov, opatrenia na minimalizáciu negatívnych vplyvov vykonávaných prác)

A7. Postup riešenia a jeho odôvodnenia

Obsahuje: prehľad projektovaných prác v chronologickom poradí so zdôvodnením; náplň, účel a očakávaný prínos technických (vrtných a výkopových) prác, vzorkovacích prác, laboratórnych prác, geofyzikálnych prác, terénnych skúšok a meraní (hydrodynamické a stopovacie skúšky, režimové merania, senzorické skúšky a merania základných parametrov vody, atmogeochemické merania a podobne), geodetických prác a geologických činností

A8. Špecifikácia, počet a rozsah geologických prác

A8.1 Geologické činnosti

Obsahuje: archívnu excerpciu, riešenie stretov záujmov, sled, riadenie, koordináciu geologických prác, geologickú dokumentáciu (prvotná, súhrnná, vyradovanie hmotnej dokumentácie, uchovávanie geologickej dokumentácie), záverečné spracovanie (vyhodnotenie údajov, vypracovanie záverečnej správy s analýzou rizika znečisteného územia, prípadne štúdie uskutočniteľnosti sanácie, ak je taká požiadavka v zmluve o dielo)

A8.2 Technické práce

Obsahuje: druh technických prác (vrtné, prípadne výkopové), spôsob realizácie (rotačné, nárazovotočivé vŕtanie, ...), počet, predpokladanú hĺbku, celkovú metráž vrtov, predpokladané priemery vrtov, výstroj hydrogeologických vrtov, aktiváciu starších vrtov (ak sa požaduje), spôsob likvidácie vrtov, nakladanie s vrtným jadrom, rozsah a umiestnenie kopných prác (ak sa požadujú), druh a rozsah hydrodynamických, prípadne aj stopovacích skúšok, subdodávateľ a technických prác

A8.3 Vzorkovacie práce

Obsahuje: počet, spôsob odberu, odoberané množstvo, účel vzorkovania (rozsah analytických stanovení), frekvenciu odberov (pri opakovanom odbere vzoriek), vzorkovnice, pokyny na odber vzoriek (spravidla podľa noriem radu ISO 5667) a miesto doručenia vzoriek na laboratórne stanovenia

A8.4 Geofyzikálne práce

Obsahuje: projektované geofyzikálne metódy merania, umiestnenie a dĺžku geofyzikálnych profilov, hĺbkový dosah a krok geofyzikálnych meraní, rozsah karotážnych meraní (ak sú požadované), subdodávateľ a geofyzikálnych prác

A8.5 Terénne merania

Obsahuje: počet a rozmiestnenie atmogeochemických sond, rozsah meraných ukazovateľov znečistenia pôdneho vzduchu a spôsob merania, rozsah senzorických (organoleptických) skúšok a meraní základných parametrov vody, rozsah a frekvenciu meraní hladiny podzemnej vody a iných projektovaných meraní (prietoky, výdatnosti, klimatické údaje a podobne)

A8.6 Geodetické práce

Obsahuje: zoznam a počet geologických diel a miest odberov vzoriek či iných významných bodov v území, ktoré budú zamerané, požadovanú presnosť merania, požadovanú formu výstupu, subdodávateľ a geodetických prác

A8.7 Laboratórne práce

Obsahuje: počet a rozsah analýz na stanovenie znečistenia zemín, stavebných konštrukcií, riečnych sedimentov, vôd a pôdneho vzduchu vrátane všetkých stanovovaných ukazovateľov, počet a rozsah analýz na zistenie fyzikálnych vlastností zemín, chemických vlastností vody, bakteriálneho osídlenia, výluhov na kategorizáciu odpadov, ekotoxicity a iných analýz podľa potreby, subdodávateľa laboratórnych prác

Súvisiace prílohy: mapa projektovaných prác – na podklade katastrálnej mapy – vrátane vrtných a kopných prác, geofyzikálnych prác, atmogeochemických meraní, miest odberov vzoriek a podobne

A9. Kvalitatívne požiadavky na vykonávanie geologických prác a špecifikácia kontrolných prác

Obsahuje: príslušné legislatívne predpisy, smernice a technické normy, ktoré je potrebné pri výkone prác dodržiavať, špeciálne požiadavky, ako sú výnos jadra, špeciálna výstroj vrtu, špecifikácia interných a externých kontrolných analýz, špecifické požiadavky na výkon laboratórnych prác z hľadiska presnosti použitých laboratórnych metód (medza stanovenia), na termíny dodávky výsledkov laboratórnych prác či formu protokolov o laboratórnych skúškach a podobne

A10. Doklady o spôsobe riešenia stretov záujmov

Obsahuje: zoznam oslovených stránok, prehľad doručených stanovísk a spôsob riešenia zisteného stretu záujmov

Súvisiace prílohy: doklady o riešení stretov záujmov

A11. Zoznam použitej literatúry a iných zdrojov

Obsahuje: zoznam citovanej literatúry zoradenej v abecednom poradí podľa autorov, použité internetové zdroje

B. Technická časť

B1. Určenie technologických postupov a technických parametrov projektovaných geologických prác

Obsahuje: spôsob vrtania, použité vrtné technológie, parametre vrtu (mapovacie a hydrogeologické vrty) a technické parametre výstroja vrtov, materiál výstroja a spôsob jeho zabudovania (hydrogeologické vrty), technické požiadavky na účelové sondy (napr. atmogeochemické), technologický postup realizácie hydrodynamických, prípadne aj stopovacích skúšok

B2. Technické prostriedky na riešenie geologickej úlohy

Obsahuje: prehľad použitých technických prostriedkov – vrtné súpravy, zariadenia a prístroje na geofyzikálne a atmogeochemické merania, prístroje na terénne merania (parametre vody), vzorkovacie čerpadlá, hladinomery, datalogre a podobne

B3. Spôsob prípravy pracoviska

Obsahuje: údaje o pracovisku, resp. o pracoviskách, na ktorých sa budú vykonávať technické práce, napr. potrebné prípravy (výrubu, terénne úpravy, organizačné opatrenia), dopravná dostupnosť, sociálne vybavenie pracoviska a podobne

B4. Miesto a spôsob ukladania vzoriek, vrtných jadier a odpadov

Obsahuje: pre vzorky – miesto a spôsob dočasného ukladania vzoriek na lokalite do doby ich prepravy do laboratórneho strediska; pre vrtné jadro – miesto a spôsob ukladania vrtného jadra počas vrtania (vzorkovnice) a miesto a spôsob ich ukladania do vykonania skartácie vrtu (voľne s prikrytím, príručný sklad, ...); pre odpady – miesto a spôsob ukladania odpadov na lokalite do doby ich odvozu na zneškodnenie (výber kontaminovaných zemín zo vzorkovníc, kontajnery na nebezpečný odpad, ...)

B5. Spôsob nakladania s odpadmi počas geologických prác

Obsahuje: predpokladaný vznik odpadov, zatriedenie odpadov podľa katalógu odpadov, predpokladaný objem/množstvo odpadov, miesto a spôsob zneškodnenia odpadov, nakladanie s odpadovými vodami počas hydrodynamických skúšok v znečistenom území a podobne

B6. Riešenie likvidačných, zabezpečovacích a rekultivačných prác

Obsahuje: údaje o navrhovanom spôsobe likvidácie vrtov a iných geologických diel a spôsobe rekultivácie pracoviska (privedenie do pôvodného stavu)

B7. Opatrenia na zabezpečenie vstupov na pozemky

Obsahuje: prehľad vlastníkov pozemkov, povinnosti zhotoviteľa (napr. oznamovacia povinnosť) voči vlastníkovi pozemku pred začiatkom prác a po ich ukončení

B8. Opatrenia na zabezpečenie záujmov chránených osobitnými predpismi

Obsahuje: opatrenia, ak dochádza k stretu záujmov (vytýčenie inžinierskych sietí, lokalizovanie technických prác mimo ochranných pásiem)

B9. Opatrenia na zamedzenie vzniku škôd pri vykonávaní geologických prác

Obsahuje: opatrenia na predchádzanie vzniku škôd (napr. realizácia technických prác mimo vegetačného obdobia, sezónne podmienené práce)

B10. Opatrenia na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a bezpečnosti prevádzky, protipožiarne opatrenia, sociálne a hygienické vybavenie

Obsahuje: prehľad relevantných právnych predpisov a povinností z nich vyplývajúcich pri realizácii geologických prác (protipožiarne zabezpečenie pracovísk, ochranné pracovné prostriedky, bezpečnostné školenia a podobne)

C. Harmonogram

Harmonogram znázorňuje časovú postupnosť a dobu trvania jednotlivých výkonov/druhov prác uvedených v rozpočte v súlade so zmluvou o dielo a uvedeným postupom riešenia. Zahŕňa aj dobu na vypracovanie oponentských posudkov a proces schvaľovania záverečnej správy do vydania rozhodnutia o jej schválení (opravy záverečnej správy).

D. Odôvodnenie geologickej úlohy

Geologickú úlohu financovanú z verejných zdrojov (operačný program) je potrebné odôvodniť schváleným Programovým vyhlásením vlády SR na dané obdobie prác s citovaním relevantných priorít a Štátnym programom sanácie environmentálnych záťaží na dané obdobie.

Poznámka: Odôvodnenie geologickej úlohy je povinnou súčasťou projektu financovaného z prostriedkov štátneho rozpočtu alebo z iných verejných zdrojov.

E. Rozpočet geologickej úlohy

E1. Rozpočet R-1

Obsahuje: súhrn všetkých rozpočtovaných prác podľa druhu prác v nasledovnom členení:

- logo operačného programu a názov projektu operačného programu a kód ITMS, *
- názov geologickej úlohy,
- číslo geologickej úlohy (podľa evidencie zhotoviteľa),
- tabuľka rozpočtu geologickej úlohy podľa druhu geologických prác (projekt geologickej úlohy), geologické činnosti 1 (riešenie stretov záujmov, vstupy na pozemky, sled, riadenie, koordinácia, geologická dokumentácia, ak je vedená ako samostatná položka), technické práce, geofyzikálne práce, vzorkovacie práce, terénne merania, laboratórne práce, geologické činnosti 2 (vyhodnotenie údajov, záverečné spracovanie, analýza rizika, ak sa požaduje aj štúdiá uskutočniteľnosti sanácie, rozpočtová rezerva, oponentské posudky), s cenami bez DPH, rozpočet geologickej úlohy celkom (bez DPH a vrátane DPH),
- zhotoviteľ geologických prác, meno a podpis štatutárneho zástupcu zhotoviteľa geologických prác a dátum vypracovania,
- schvaľovacia doložka (= *Rozpočet geologickej úlohy je schválený na čiastku ..., názov objednávateľa, meno a podpis štatutárneho orgánu objednávateľa, dátum schválenia*).

E2. Rozpočet R-2

Obsahuje: detailný rozpis výkonov (položkový rozpočet) v členení:

- logo operačného programu a názov projektu operačného programu a kód ITMS, *
- názov geologickej úlohy,
- číslo geologickej úlohy (podľa evidencie zhotoviteľa),
- tabuľka položkového rozpočtu geologickej úlohy (položka, počet jednotiek, merná jednotka, jednotková cena, cena v EUR) s cenami bez DPH, rozpočet geologickej úlohy celkom (bez DPH a vrátane DPH),
- zhotoviteľ geologických prác, meno a podpis štatutárneho zástupcu zhotoviteľa geologických prác a dátum vypracovania.

Súvisiace prílohy: Rozpočtové výkazy R-1 a R-2 sa prikladajú vo forme prílohy a aj v digitálnej forme spracované v tabuľkovom procesore (spravidla MS Excel).

Pozn.: Rozpočet geologickej úlohy je povinnou súčasťou projektu financovaného z prostriedkov štátneho rozpočtu alebo z iných verejných zdrojov. Údaje označené hviezdíčkom () sa uvádzajú len pri projektoch financovaných z fondov EÚ (napr. z Operačného programu Kvalita životného prostredia)*

F. Prílohy

Obsahuje: grafické, textové a tabuľkové prílohy podľa potreby

Príloha č. 8: Zoznam inštitúcií, s ktorými je potrebné riešiť strety záujmov

Strety záujmov

Strety záujmov sa riešia prostredníctvom vyjadrení a stanovísk dotknutých orgánov a organizácií podľa miestnej príslušnosti k územiu, na ktorom sa bude vykonávať prieskum znečisteného územia.

Oblasť riešenia stretov záujmov	Príslušný orgán alebo organizácia
miestna štátna správa	príslušný okresný úrad podľa územnej pôsobnosti ⁹¹
štátna banská správa	príslušný obvodný banský úrad ⁹²
vodovody, kanalizácie, ochranné pásma vodárenských zdrojov	príslušná vodárenská alebo vodárenská prevádzková spoločnosť ⁹³
správcovia elektroenergetických zariadení a vedení (jeden z uvedených)	- Západoslovenská distribučná, a. s., Čulenova 6 Bratislava 1 https://www.zsdis.sk/Uvod/Online-sluzby/Geoportal - Stredoslovenská distribučná, a. s., Sídlo: Pri Rajčianke 2927/8, 010 47 Žilina - Východoslovenská distribučná, a. s. Mlynská 31, 042 91 Košice https://www.vsds.sk/edso/domov/technicke-info/zakreslenie-sieti
správcovia telekomunikačných a optických sietí a zariadení	- Slovak Telekom, a. s., Bratislava; https://www.telekom.sk - Towercom, a. s., Cesta na Kamzík 14, Bratislava - Orange Slovensko; Michlovsky, spol. s r.o., Letná 796/9, 921 01 Piešťany http://www.michlovsky.sk/servis-ptz/ - Sitel Bratislava – overovanie sietí, Kopčianska 20/c, 851 01 Bratislava - Energotel, a. s. Miletičova 7; 821 08 Bratislava - O2 Slovakia, s. r. o., Einsteinova 24, 85101 Bratislava - správca miestnych optických sietí

⁹¹ [https://sk.wikipedia.org/wiki/Okresn%C3%BD_%C3%BArad_\(Slovensko\)](https://sk.wikipedia.org/wiki/Okresn%C3%BD_%C3%BArad_(Slovensko))

⁹² <http://www.hbu.sk/sk/Identifikacia-organizacie/Kontakty/Obvodne-banske-urady.alej>

⁹³ <https://www.zoznam.sk/katalog/Priemysel-polnohospodarstvo/Energetika/Vodarenske-spolocnosti/>

Oblasť riešenia stretov záujmov	Príslušný orgán alebo organizácia
ropovod	Transpetrol a. s., Šumavská 38, 821 08 Bratislava 2 http://www.transpetrol.sk/kontakt/
správcovia plynárenských zariadení	- SPP – distribúcia, a. s., Mlynské Nivy 44/b, 825 11 Bratislava 26 https://www.spp-distribucia.sk/e-sluzby/ - eustream, a. s., Votrubova 11/A, Bratislava https://evyjadrenia.eustream.sk/sk/

V závislosti od územia, na ktorom sa bude vykonávať prieskum znečistenia, môžu byť pri riešení stretov záujmov dôležité aj iné orgány a organizácie.

Oblasť riešenia stretov záujmov	Príslušný orgán alebo organizácia
meliorované poľnohospodárske pozemky	Hydromeliorácie, š. p., Vrakunská ul. 29, 825 63 Bratislava 211 http://www.hydromelioracie.sk/main.php?zia_dosti
vojenské areály a priestory	Ministerstvo obrany SR, Úrad správy majetku štátu, Odbor správy majetku štátu, Kutuzovova 8, 832 47 Bratislava
ochranné pásma prírodných liečivých zdrojov a prírodných minerálnych zdrojov	Ministerstvo zdravotníctva SR, Inšpektorát kúpeľov a žriediel, Limbová 2, 837 52 Bratislava
ochranné pásmo železnice	ŽSR, GR – odbor expertízy, Klemensova 8, 813 61 Bratislava a príslušné oblastné riaditeľstvo
ochranné pásmo cestnej komunikácie	- Národná diaľničná spoločnosť, a. s., Dúbravská cesta 14, 841 04 Bratislava (diaľnice a rýchlostné cesty) - Slovenská správa ciest – príslušné IVSC (Bratislava, Žilina, Banská Bystrica, Košice) (cesty I. triedy) - príslušná regionálna správa ciest (cesty II. a III. triedy)

Ochrana prírody a krajiny

V súlade s § 9 ods. 1 písm. n) zákona č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov sa projekt geologickej úlohy, ktorý sa vykonáva mimo zastavaného územia obce, zasiela (spravidla v elektronickej forme) na vydanie záväzného stanoviska príslušnému orgánu ochrany prírody, t. j. okresnému úradu v sídle kraja, odboru starostlivosti o životné prostredie.

Príloha č. 9: Základné požiadavky na zodpovedného riešiteľa geologickej úlohy pri riadení technických prác

Základné požiadavky na zodpovedného riešiteľa geologickej úlohy pri riadení technických prác pred ich začiatkom

- 1) **Riešenie stretov záujmov** – strety záujmov môže riešiť objednávatel' prác, subdodávateľ vrtných prác (po dohode so zhotoviteľom) alebo najčastejšie zhotoviteľ. Objednávatel', ktorý disponuje informáciami o inžinierskych sieťach na pozemkoch, ktoré prenajíma alebo vlastní, môže napríklad vydať zhotoviteľovi prehlásenie o tom, že v území, kde sú navrhované geologické diela (najmä vrty), sa inžinierske siete, ktoré by mohli byť poškodené, nenachádzajú, alebo v prípade, že sa inžinierske siete v území nachádzajú a k nejakému poškodeniu dôjde, preberá za to plnú zodpovednosť. Strety záujmov sa riešia písomnou korešpondenciou, v poslednom čase viaceré inštitúcie umožňujú aj elektronickú komunikáciu.
- 2) **Riešenie vstupov na pozemky** – je potrebné riešiť v prípade, keď objednávatel' nie je vlastníkom alebo prenajímateľom pozemkov, na ktorých sa technické práce budú vykonávať. V takomto prípade je potrebné vyžiadať si písomný súhlas so vstupmi na pozemky a dokumentáciu o vstupoch archivovať.
- 3) **Vytýčenie vrto v území** – sa odporúča vykonať spolu s prevádzkovým technikom alebo vrtným majstrom, aby sa zohľadnili technické možnosti, dostupnosť a priechodnosť vrtných súprav terénom, eliminovali sa možné kolízie s ochrannými pásmami (nadzemné vedenia) a minimalizovali sa výrubu a potrebné prípravy. V prípade nožnej kolízie s inžinierskymi sieťami sa odporúča vytýčiť, či prediskutovať aj alternatívne umiestnenia vrto. Zmeny umiestnenia, vyplývajúce z vytýčenia inžinierskych sietí, prekonzultovať s prevádzkovým technikom, či v prípade potreby nanovo vytýčiť.
- 4) **Vytýčenie inžinierskych sietí** – pokiaľ bol pri riešení stretov záujmov identifikovaný možný stret, je potrebné vytýčenie inžinierskych sietí na mieste, a to spôsobom vyžiadaným príslušnou inštitúciou. Správcovia inžinierskych sietí spravidla disponujú vlastnou skupinou na vytýčenie inžinierskych sietí. V takomto prípade sa zodpovedný riešiteľ, alebo ním poverená osoba, stretne na mieste výkonu technických prác a skonfrontuje s poverenými pracovníkmi ich lokalizáciu. V prípade potreby sa geologické dielo (vrt) posunie, alebo zruší. Pokiaľ je v území situácia s vytýčením inžinierskych sietí komplikovaná, nie sú k dispozícii dostatočne spoľahlivé údaje, môže sa pristúpiť k realizácii takzvaných predkopov (rekognoskačných sond). Tieto sa hĺbia ručne minimálne do hĺbky predpokladaného uloženia inžinierskych sietí (spravidla do 1 m). Po vyhĺbení sa zasypú, overené miesto realizácie, ak nie je v kolízii so zistenou inžinierskou sieťou, sa označí a môže sa prikrčiť k realizácii geologického diela. Je potrebné upozorniť, že hĺbka predkopu 1 m nie je univerzálna a nedá sa aplikovať na všetky inžinierske siete, najmä nie na plynovody a diaľkové vodovody, ale len na miestne rozvody elektrickej energie či vody. Predkopmi nie je možné nahradiť riešenie stretov záujmov.

Základné požiadavky na zodpovedného riešiteľa geologickej úlohy pri riadení technických prác počas ich realizácie

Nasledujúci text obsahuje požiadavky na zodpovedného riešiteľa či ním povereného zástupcu pri riadení vrtných prác, čo je najčastejší druh technických prác pri prieskume znečistenia.

Ostatné druhy technických prác sa riadia týmito požiadavkami primerane ich druhu, rozsahu a účelu.

- 1) Vrtná osádka (resp. prevádzkový technik alebo vrtmajster) musí byť preukázateľne oboznámená s technickou časťou projektu geologickej úlohy (t. j. požiadavkami na počet a rozmiestnenie vrtov, hĺbku vrtov a výnos jadra, spôsobom ukladania vrtného jadra a značenia debničiek, technickými parametrami zabudovania hydrogeologického vrtu a podobne). Technická časť projektu (kompletná alebo zjednodušená v prehľadnej forme) by sa mala nachádzať v papierovej forme ako príloha vrtného denníka na vrtnej súprave počas celého trvania vrtnej kampane.
- 2) Vrtná osádka (resp. prevádzkový technik alebo vrtmajster) musí byť oboznámená s druhom znečisťujúcich látok, s ktorými môže pri vŕtaní prísť do styku. V prípade znečisťujúcich látok, vyžadujúcich špeciálne OOPP (gumenné rukavice, ochranné okuliare, respirátory, ..), sa odporúča, aby upozornenie na túto skutočnosť zodpovedný riešiteľ alebo dokumentujúci geológ zaznamenal do vrtného denníka.
- 3) Pokiaľ je vrt situovaný v blízkosti vytyčenej inžinierskej siete, je potrebné aby pri zahájení vŕtania bol prítomný zodpovedný riešiteľ alebo dokumentujúci geológ. Z hľadiska priestorových nárokov vrtnej súpravy a jej manévrovacích možností nie je vždy možné začať vŕtať presne vo vytyčenom bode („na kolíku“) a v niektorých prípadoch aj malý posun môže mať za následok poškodenie podzemného potrubia alebo kábla.
- 4) Vrtná osádka (resp. prevádzkový technik alebo vrtmajster) musí počas realizácie vrtných prác viesť prevádzkovú dokumentáciu⁹⁴, ktorá spravidla pozostáva z vrtného denníka alebo inej dokumentácie (napr. denné hlásenia) obsahujúcej základné údaje o vrtnej súprave a vrtnej osádke (vrtmajster), dátume vŕtania jednotlivých vrtov a denných postupoch, prímeroch vŕtania, o narazenej a ustálenej hladine podzemnej vody vo vrte, o vystrojení vrtu (pri monitorovacích vrtoch) a zvláštnych geologických a iných prejavoch (znečistenie, výrony plynu, strata výplachu, ...) a príkazy a usmernenia k vykonávaniu prác. Údaje z vrtného denníka musia byť po dobu vŕtania k dispozícii dokumentujúcemu geológovi, alebo sa po skončení vŕtania na požiadanie odovzdajú zodpovednému riešiteľovi alebo ním poverenému zástupcovi.
- 5) Počas vŕtania kontroluje zodpovedný riešiteľ alebo dokumentujúci geológ správnosť ukladania jadra do vzorkovnic a správnosť popisu vzorkovnic. Požiadavky na odstránenie chýb a nedostatkov má komunikovať s vrtnou osádkou a zaznamenať do vrtného denníka.
- 6) Po skončení vŕtania zodpovedný riešiteľ alebo dokumentujúci geológ kontroluje likvidáciu pracoviska a spôsob zneškodnenia vrtného jadra. Prípadné nedostatky rieši s prevádzkovým technikom alebo priamo s vrtmajstrom.

Niektoré priemyselné prevádzky a areály majú osobitné interné pravidlá BOZP, ktoré spočívajú v požiadavkách na absolvovanie príslušných školení, nosenie OOPP, kontroly a postihy za porušovanie zásad BOZP, ktoré sú povinné „cudzie osoby“ na takýchto pracoviskách rešpektovať, a to vrátane zodpovedného riešiteľa, dokumentujúcich geológov, technikov a vrtných osádok (vojenské areály, areály ŽSR a ZSSK Cargo, elektrárne, priemyselné areály spadajúce pod zákon č. 26/2002 o prevencii závažných priemyselných havárií a o zmene a doplnení niektorých zákonov a podobne).

⁹⁴ § 31 vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z.

Príloha č. 10: Testy ekotoxicity

Ekotoxikologické skúšky sú dôležitou súčasťou hodnotenia rizikovosti územia v rámci analýzy rizika znečisteného územia. Ekotoxikologické skúšky sú dôležité predovšetkým pre hodnotenie rizikovosti územia, ktoré je znečistené látkou, ktorej všetky zložky nepoznáme, alebo zmesou znečisťujúcich látok.

V súčasnosti vykonávané ekotoxikologické skúšky sa často opierajú o metódy a postupy vypracované pre hodnotenie ekotoxicity odpadov⁹⁵. Môžu sa však použiť aj iné laboratórne postupy⁹⁶ spojené s hodnotením kvality vody.

Pokiaľ sú stanovené požiadavky na skúšky ekotoxicity, zvyčajne sa obmedzujú na požiadavku stanoviť ekotoxicitu danej vzorky na 3 trofických úrovniach.

Trofická úroveň je zjednodušene povedané *poschodie* v trofickej pyramíde, definované vzťahom producent – konzument na jednotlivých energetických hladinách potravinového reťazca, teda napríklad: 1. primárny producent (rastlina) – 2. primárny konzument (bylinožravec) – 3. sekundárny konzument (mäsožravec) a podobne.

Vzorka odobratá na skúšku ekotoxicity môže byť pevná vzorka (vzorka horninového prostredia, pôdy, dnového sedimentu, časti stavebnej konštrukcie a podobne), z ktorej sa stanoveným spôsobom robí vodný výluh. Na vodný výluh je potrebné odobrať 2 – 5 kg pôdy, hornín, resp. inej pevnej látky.

Vzorkou môže byť aj priamo voda (podzemná, banská, povrchová alebo odpadová). Odporúča sa odobrať dostatočné množstvo vody, a to 10 – 20 l.

Toxicita látky sa posudzuje na základe koncentrácie, ktorá je pre skúšobné organizmy smrteľná (tzv. akútna toxicita), alebo sa prejavuje v poruchách rastu v závislosti od doby pôsobenia (24 hod., 48 hod., ...).

Okrem akútnej toxicity, ktorá sa prejavuje úhynom (mortalitou) skúšobných organizmov (letálny účinok), poznáme ešte chronickú toxicitu (skúška trvá od niekoľkých týždňov až viac ako 3 mesiace), ktorá sa prejavuje poruchami rastu a rozmnožovania skúšobných organizmov. Toxické účinky ešte môžu byť karcinogénne, mutagénne, teratogénne a genotoxicita látok.

Bežne vykonávané skúšky ekotoxicity (v súlade s metodikou na skúšanie nebezpečných vlastností odpadov) stanovujú len **akútnu toxicitu**.

⁹⁵ STN 83 8303 Skúšanie nebezpečných vlastností odpadov. Ekotoxická. Skúšky akútnej toxicity na vodných organizmoch a skúšky inhibície rastu rias a vyšších kultúrnych rastlín.

⁹⁶ STN EN ISO 6341 Kvalita vody. Stanovenie inhibície pohyblivosti *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea). Skúška akútnej toxicity (ISO 6341: 2012)

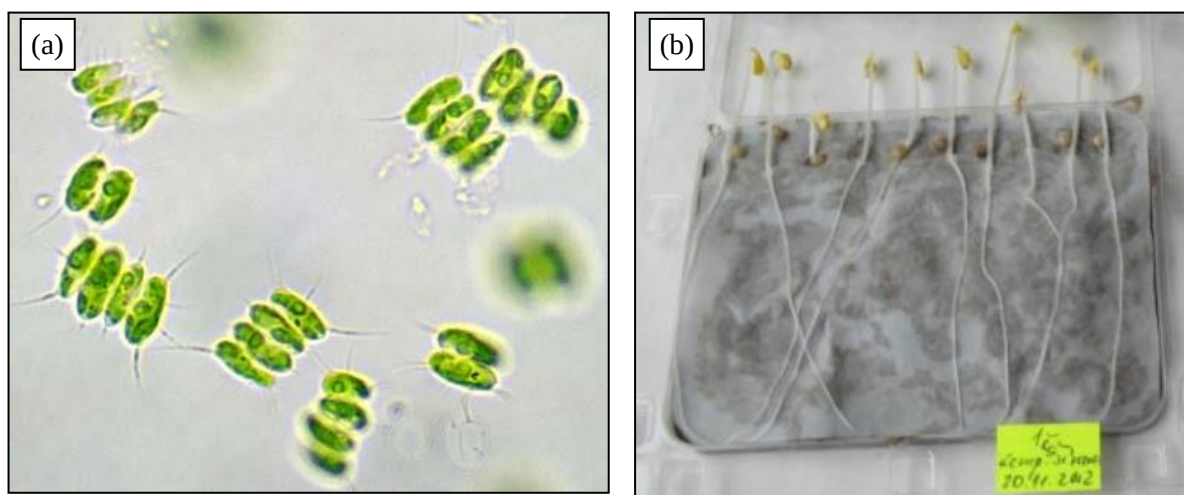
STN EN ISO 7346-1 Stanovenie akútnej letálnej toxicity látok na sladkovodných rybách [*Brachydanio rerio* Hamilton-Buchanan (Teleostei, Cyprinidae)]. Časť 1: Statická metóda (ISO 7346-1:1996)

STN EN ISO 7346-2:1997 Kvalita vody. Stanovenie akútnej letálnej toxicity látok na sladkovodných rybách [*Brachydanio rerio* Hamilton-Buchanan (Teleostei, Cyprinidae)]. Časť 2: Semistatická metóda.

STN EN ISO 8692 Kvalita vody. Skúška inhibície rastu sladkovodných rias s jednobunkovými zelenými riasami (ISO 8692: 2012)

Tabuľka 8. Druhy ekotoxikologických skúšok a najčastejšie používaných skúšobných organizmov

Druh organizmu	Druh skúšky	Skúšobný organizmus
sladkovodné riasy	skúška inhibície rastu zelenej riasy	<i>Scenedesmus quadricauda</i> (alternatívne <i>Selenastrum capricornutum</i> , <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> alebo <i>Lemna minor</i>)
vyššie kultúrne rastliny	skúška inhibície rastu a inhibície rastu koreňa vyššej kultúrnej rastliny (klíčivosť semien)	<i>Sinapis alba</i> (horčica biela), <i>Triticum aestivum</i> (pšenica letná) alebo <i>Lepidium sativum</i> (žerucha siata)
vodné kôrovce (perloočky)	skúška akútnej toxicity na perloočkách	<i>Daphnia magna</i> (hrotnatka veľká)
ryby	skúška akútnej toxicity na rybách	<i>Poecilia reticulata</i> (živorodka dúhová – „gupka“) alebo <i>Brachydanio rerio</i> (danio pruhované)

Obrázok P10_1. Organizmy používané pri ekotoxikologických skúškach – zelená riasa *Scenedesmus quadricauda* pod mikroskopom (a) a skúška klíčivosti semien horčice bielej (*Sinapis alba*) (b)

Zdroj: [P10_1], [P10_2]

Všeobecný postup ekotoxikologických skúšok je nasledovný:

- predbežná skúška (tzv. limitný test) – robí sa na neriedenom výluhu, slúži na odhad toxicity,
- overovacia skúška (u rýb a perloočiek) – robí sa na neriedenom výluhu, slúži na overenie výsledku predbežnej skúšky,
- orientačná skúška (u rýb a perloočiek) – môže sa robiť na výluhu (vode) s rôznymi koncentráciami, slúži na orientačné určenie EC50,
- základná skúška – robí sa na výluhoch rôznych koncentrácií (riedení) a v paralelných skúškach, slúži na presný výpočet EC(IC)50.

Pokiaľ sa zistí toxicita vody alebo vodného výluhu, vyjadruje sa kvantitatívne ako hodnota EC50 (*Effective Concentration*, z angl.).

EC50 je efektívna koncentrácia látky, pri ktorej zahynie 50 % jedincov.

Pri hodnotení toxicity na riasy a vyššie rastliny sa stanovuje hodnota **IC50** (*Inhibitory Concentration*, z angl.), čo je koncentrácia vodného výluhu, ktorá spôsobí 50 % inhibíciu rastu koreňa rastliny, resp. redukciu rastu alebo rastovej rýchlosti riasy vo zvolenom časovom úseku (napr. 72 h) v porovnaní s kontrolou (**inhibičná koncentrácia**).

Na rozhodnutie, či zistená koncentračná úroveň EC50 alebo IC50 je hraničná na zatriedenie odpadu, slúži **jednotka toxicity** (označenie TU, *Toxicity Unit*, z angl.). Je to bezrozmerná veličina, ktorú vypočítame ako podiel 100 ml/l hodnoty EC(IC)50 v ml/l, podľa vzťahu:

$$TU = 100 \text{ [ml/l]} / EC(IC)50 \text{ [ml/l]}.$$

Hraničná hodnota pre nie nebezpečný odpad (NNO) je $EC(IC)50 \geq 10 \text{ ml/l}$ ($TU \geq 1$)⁹⁷.

Postup pri ekotoxikologickej skúške inhibície rastu zelenej riasy

Skúšobný organizmus: chlorokokálna riasa <i>Scenedesmus quadricauda</i> alebo iná vhodná				
Druh skúšky	Skúšobné médium	Počet skúšaných jedincov	Negatívna skúška	Pozitívna skúška
predbežná skúška	neriedený vodný výluh	začiatočná hustota kultúry minimálne 10 000 buniek v 1 ml, 3 paralelné skúšky + kontrola	inhibícia rastu je < 30 % alebo stimulácia je < 75 % v porovnaní s kontrolou	inhibícia rastu je ≥ 30 % alebo stimulácia je ≥ 75 % v porovnaní s kontrolou
základná skúška	10 rôznych koncentrácií	začiatočná hustota kultúry minimálne 10 000 buniek v 1 ml, 3 paralelné skúšky + 3 kontroly (so živným roztokom)		výpočet IC50

Ak je predbežná skúška negatívna (inhibícia rastu je < 30 % alebo stimulácia je < 75 % v porovnaní s kontrolou), ďalšie skúšanie sa nevykonáva a výsledok sa uvedie do protokolu.

Ak je predbežná skúška pozitívna (inhibícia rastu je ≥ 30 % alebo stimulácia je ≥ 75 % v porovnaní s kontrolou), v prípade inhibície < 50 % alebo stimulácie ≥ 75 % sa ďalšie skúšanie tiež nevykonáva a výsledok sa uvedie do protokolu. V prípade inhibície ≥ 50 % v porovnaní s kontrolou stanovuje sa hodnota IC50, a to základnou skúškou.

Základná skúška sa robí spravidla z 10 rôznych koncentrácií (napríklad od 1 ml/l až po neriedený vodný výluh) v 3 paralelných skúškach. Hodnoty IC50 sa vyhodnocujú pre každú paralelnú skúšku zvlášť a vypočíta sa z nich aritmetický priemer. Jednotlivé hodnoty IC50 sa nesmú líšiť o viac ako 30 %.

⁹⁷ Príloha č. 1 k vyhláške MŽP SR č. 372/2015 Z. z.

Postup pri ekotoxikologickej skúške inhibície rastu koreňa vyššej kultúrnej rastliny

Skúšobný organizmus: semená horčice bielej (<i>Sinapis alba</i>) alebo iné vhodné				
Druh skúšky	Skúšobné médium	Počet skúšaných jedincov	Negatívna skúška	Pozitívna skúška
predbežná skúška	neriedený vodný výluh	30 semien, 3 paralelné skúšky + 3 kontroly	inhibícia rastu je < 30 % alebo stimulácia je < 75 % v porovnaní s kontrolou	inhibícia rastu je ≥ 30 % alebo stimulácia je ≥ 75 % v porovnaní s kontrolou
základná skúška	10 rôznych koncentrácií	10 × 30 semien, 3 paralelné skúšky + 3 kontroly (s riediacou vodou)		výpočet IC50

Pri hodnotení výsledkov skúšky sa postupuje rovnako ako pri skúške inhibície rastu zelenej riasy.

Postup pri ekotoxikologickej skúške akútnej toxicity na vodných kôrovcoch – perloočkách

Skúšobný organizmus: perloočky <i>Daphnia magna</i> (hrotnatka veľká)				
Druh skúšky	Skúšobné médium	Počet skúšaných jedincov	Negatívna skúška	Pozitívna skúška
predbežná skúška	neriedený vodný výluh	20 (+ 20 kontrola)	úhyn alebo imobilizácia < 50 %	úhyn alebo imobilizácia ≥ 50 %
overovacia skúška	neriedený vodný výluh	3 × 60 (+ 60 kontrola)	imobilizácia alebo mortalita ≤ 10 %	imobilizácia alebo mortalita > 10 %
orientačná skúška	10 rôznych koncentrácií	10 × 10 (+ 10 kontrola)		približný výpočet EC50
základná skúška	10 rôznych koncentrácií	10 × 20 (+ 20 kontrola), 3 paralelné skúšky		výpočet EC50

Ak je predbežná skúška negatívna (uhynie alebo je imobilizovaných < 50 % perloočiek v porovnaní s kontrolou), vykoná sa overovacia skúška. Ak je predbežná skúška pozitívna (uhynie alebo je imobilizovaných ≥ 50 % perloočiek v porovnaní s kontrolou), vykoná sa orientačná a základná skúška.

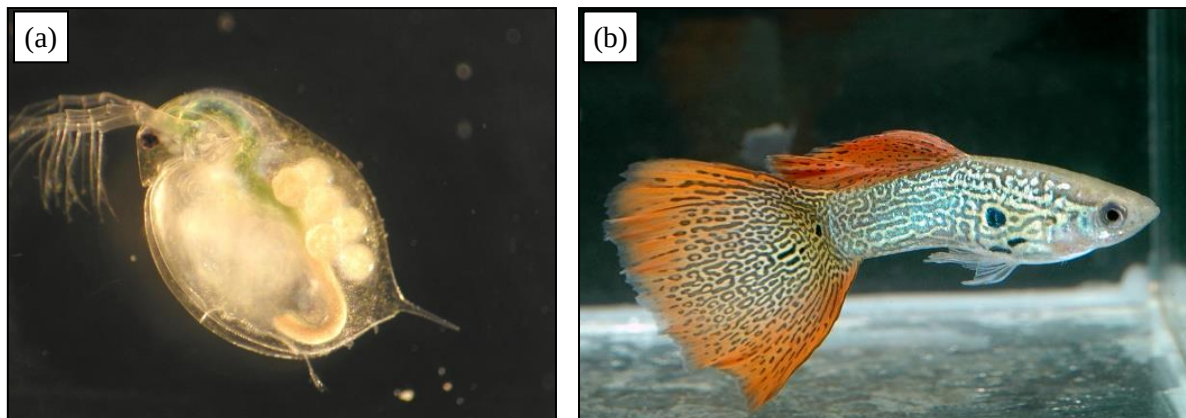
Ak je overovacia skúška negatívna (imobilizácia alebo mortalita perloočiek je ≤ 10 % v porovnaní s kontrolou), uvedie sa výsledok do protokolu a ďalšie skúšanie sa nevykonáva.

Ak je overovacia skúška pozitívna (imobilizácia alebo mortalita perloočiek je > 10 % v porovnaní s kontrolou) a zároveň mortalita perloočiek je < 50 %, uvedie sa výsledok do protokolu a ďalšie skúšanie sa nevykonáva. Pri imobilizácii alebo úhyne (mortalite) perloočiek ≥ 50 % sa v overovacej skúške stanovuje hodnota EC50, to znamená robí sa orientačná a základná skúška.

V overovacej skúške sa určí približná hodnota EC50 a navrhnu sa rozsahy koncentrácií pre základnú skúšku.

Základná skúška sa robí spravidla z 10 rôznych koncentrácií vodného výluhu na základe výsledku orientačnej skúšky, v 3 paralelných skúškach. Navrhnutý stúpajúci rad koncentrácií má byť symetricky rozložený okolo predpokladanej hodnoty EC50. Hodnoty EC50 sa vyhodnocujú pre každú paralelnú skúšku zvlášť a vypočíta sa z nich aritmetický priemer. Jednotlivé hodnoty EC50 sa nesmú líšiť o viac ako 30 %.

Obrázok P10_2. Organizmy používané pri ekotoxikologických skúškach – perloočka *Daphnia magna* (hrotnatka veľká) pod mikroskopom (a) a „gupka“ *Poecilia reticulata* (živorodka dúhová) (b)



Zdroj: [P10_1]

Postup pri ekotoxikologickej skúške akútnej toxicity na rybách

Skúšobný organizmus: živorodka dúhová „gupka“ (<i>Poecilia reticulata</i>) alebo iný vhodný				
Druh skúšky	Skúšobné médium	Počet skúšaných jedincov	Negatívna skúška	Pozitívna skúška
predbežná skúška	neriedený vodný výluh	3 (+ 3 kontrola)	úhyn (mortalita) max. 1 ryby	úhyn (mortalita) viac ako 1 ryby
overovacia skúška	neriedený vodný výluh	3 × 10 (+ 10 kontrola)	žiadny úhyn	výrazná zmena v správaní alebo úhyn 1 a viac rýb
orientačná skúška	10 rôznych koncentrácií	10 × 5 (+ 5 kontrola)		približný výpočet EC50
základná skúška	10 rôznych koncentrácií	10 × 10 (+ 10 kontrola), 3 paralelné skúšky		výpočet EC50

Ak je predbežná skúška negatívna (uhynie maximálne 1 ryba), vykoná sa overovacia skúška.

Ak je predbežná skúška pozitívna (uhynie viac ako 1 ryba), vykoná sa orientačná a základná skúška.

Ak je overovacia skúška negatívna (nedôjde k úhynu rýb), uvedie sa výsledok do protokolu a ďalšie skúšanie sa nevykonáva.

Ak je overovacia skúška pozitívna (uhynie jedna alebo viac rýb) a zároveň mortalita rýb je $< 50\%$, uvedie sa výsledok do protokolu, prípadne sa popíše zmeny v správaní rýb. Ďalšie skúšanie sa nevykonáva. Pri imobilizácii alebo úhyne (mortalite) rýb $\geq 50\%$ v overovacej skúške sa stanovuje hodnota EC50, tzn. robí sa orientačná a základná skúška.

V overovacej skúške (10 koncentrácií po 5 rýb + kontrola) sa určí približná hodnota EC50 a navrhnu sa rozsahy koncentrácií pre základnú skúšku.

Základná skúška sa robí spravidla z 10 rôznych koncentrácií vodného výluhu na základe výsledku orientačnej skúšky, v 3 paralelných skúškach. Navrhnutý stúpajúci rad koncentrácií má byť symetricky rozložený okolo predpokladanej hodnoty EC50. Hodnoty EC50 sa vyhodnocujú pre každú paralelnú skúšku zvlášť a vypočíta sa z nich aritmetický priemer. Jednotlivé hodnoty EC50 sa nesmú líšiť o viac ako 30 %.

Literárne zdroje a zdroje obrázkov v prílohe

- P10_1 M. Solenská, 2006: Hodnotenie ekotoxikologických vlastností vybraných obzvlášť škodlivých látok. Prezentácia.
<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:LY-vSKjIEUUJ:https://www.slideserve.com/brynn-haney/hodnotenie-ekotoxikologick-ch-vlastnost-vybran-ch-obzvl-kodliv-ch-l-tok+&cd=6&hl=sk&ct=clnk&gl=sk>
- P10_2 O. Šestinová, J. Hančulák, L. Findoráková, D. Malina, T. Špaldon, T. Kurbel, 2013: Súčasný ekologický stav dnových sedimentov z VN Zemplínska Šírava. Prezentácia.
http://www.vuvh.sk/download/kniznica/zborniky/zb_svtn13/11_SVTN2013.pdf

Príloha č. 11: Odporúčany obsah odborného posudku záverečnej správy z geologického prieskumu životného prostredia s analýzou rizika znečisteného územia

Odborný posudok záverečnej správy z geologického prieskumu životného prostredia s analýzou rizika znečisteného územia obsahuje tieto údaje:

- 1) Názov a základné údaje o posudzovanej záverečnej správe (zhotoviteľ, zodpovedný riešiteľ, autori, objednávateľ).
- 2) Meno a priezvisko oprávnenej osoby predkladajúcej odborný posudok (oponent), číslo preukazu odbornej spôsobilosti a jeho platnosť.
- 3) Poverenie na vypracovanie odborného posudku (kto a kedy poveril oponenta vypracovaním odborného posudku).
- 4) Účasť ďalších osôb na posudzovaní (ak oponent zapojil do posudzovania vybraných častí záverečnej správy aj iné odborne spôsobilé osoby).
- 5) Predmet posudzovania, ako aj prehľad poskytnutých podkladov na posúdenie, prípadne identifikácia častí záverečnej správy, na ktoré sa odborný posudok zamerá.
- 6) Posúdenie formálnych náležitostí záverečnej správy (súladi formy, obsahu a členenia záverečnej správy s požiadavkami podľa § 16 zákona č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) a prílohy č. 9 vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z.⁹⁸).
- 7) Posúdenie odborného obsahu záverečnej správy – odborné pripomienky k textu záverečnej správy a jej prílohám.
- 8) Celkové hodnotenie záverečnej správy.
- 9) Záver posudku (jednoznačné odporúčanie alebo neodporúčanie na schválenie záverečnej správy, stanovenie požiadaviek na opravu a doplnenie záverečnej správy).
- 10) Dátum vydania posudku a podpis oponenta.

Oponent môže v odôvodnených prípadoch niektoré časti posudku vynechať, alebo podľa potreby iné doplniť.

⁹⁸ Pokiaľ ide o záverečnú správu z geologickej úlohy financovanej z verejných zdrojov, obsahom odborného posudku je aj posúdenie úplnosti záverečnej správy z hľadiska požiadaviek na obsah záverečnej správy podľa podmienok verejného obstarávania, (ktoré môžu zahŕňať napr. štúdiu uskutočniteľnosti sanácie, návrh monitorovania, návrh na aktualizáciu registračného listu v ISEZ, návrh cieľových hodnôt sanácie, návrh na likvidáciu vrto a podobne).

Príloha č. 12: Odporúčaný postup odberu vzoriek podzemnej vody z vrtu

Spôsoby odberu vzoriek podzemnej vody z vrtov:

- statický (bodový) – odber odberným zariadením (kalovka, odberný valec, zonálny vzorkovač a podobne) z vopred stanovenej hĺbky vodného stĺpca neovplyvneného čerpaním podzemnej vody,
- dynamický – odber podzemnej vody čerpaním, s použitím čerpadla.

Čerpadlá na odber vzorky podzemnej vody poznáme ponorné, membránové, peristaltické, inerciálne (čerpadlá so spätnou klapkou), sacie (povrchové) a iné. Pri odbere vzoriek podzemnej vody platí zásada, že materiál výstroja vrtov ani materiál vzorkovacieho zariadenia by nemali meniť fyzikálno-chemické vlastnosti odoberanej podzemnej vody.

Výhodou statického (bodového) odberu je možnosť zachytenia zonality znečistenia vo vodnom stĺpci, pokiaľ sú znečisťujúce látky v podzemnej vode stratifikované napríklad na základnejšej hmotnosti (znečisťujúce látky ľahšie a ťažšie ako voda).

Dynamický odber (odber podzemnej vody čerpaním) sa pokladá za reprezentatívnejší, spoľahlivejšie reprezentujúci kvalitu podzemnej vody vo zvodni.

Postup pri odbere podzemnej vody z vrtu čerpaním

Odber podzemnej vody z vrtu spojenej s prečerpávaním vody vo vodnom stĺpci viacnásobnou výmenou (*purging*) je ideálnym spôsobom na získanie reprezentatívnych údajov o kvalite podzemnej vody vo zvodni.

Pri výmene vody vo vodnom stĺpci vrtu by však nemalo dôjsť k úplnému vyčerpaniu vody z vrtu alebo k výraznému zníženiu hladiny podzemnej vody (viac ako 1/3 vodného stĺpca, resp. pod úroveň perforovaného úseku zárubnice).

Takýto stav môže nastať, keď výdatnosť hydrogeologického vrtu je menšia ako rýchlosť odčerpávania. V takom prípade, ktorý môže byť zapríčinený nízkou výdatnosťou horninového prostredia (zvodne), ale aj zlým stavom vrtu (zanesené filtre), nemožno uskutočniť odber podzemnej vody s viacnásobnou výmenou vody vo vodnom stĺpci. Ak je malá výdatnosť vrtu spôsobená vlastnosťami horninového prostredia, je možné postupovať nasledovne:

- upraví sa parametre prečerpávania vody vo vrte tak, aby lepšie zodpovedali výdatnosti zvodne, napríklad znížením množstva čerpanej vody (1 – 2-násobný objem), a to jednotne pre všetky vrty v danej lokalite s filtračnou časťou v danej zvodni,
- vykonajú sa odbery podzemnej vody čerpaním s nízkou výdatnosťou (0,1 – 0,5 l/min – tzv. mikrodčerpávanie) po ustálení základných charakteristík vody (pH, elektrolytická vodivosť, teplota) tak, aby počas čerpania neklesla hladina podzemnej vody vo vrte o viac ako 0,1 m,
- vykonáme statické (bodové) odbery podzemnej vody.

O zmene spôsobu odberu vzorky rozhodne zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy, ktorý stanoví aj to, na ktoré vzorkované vrty sa táto zmena bude vzťahovať. Zmena spôsobu odberu sa zaznačí do odberového protokolu.

Nasledovný postup pri odbere podzemnej vody z vrtu prečerpávaním vody vo vodnom stĺpci a jej viacnásobnou výmenou sa vzťahuje na prípad, keď výdatnosť vrtu je väčšia ako rýchlosť odčerpávania, a preto je viacnásobná výmena vody vo vodnom stĺpci vrtu možná:

1. Príprava a kontrola miesta odberu – odstránenie poklopu chráničky hydrogeologického vrtu, príprava vzorkovníc a čerpadla, kontrola funkčnosti a čistoty vzorkovacích pomôcok (napr. dekontaminácia vzorkovacích pomôcok po predchádzajúcom použití).

2. Meranie hladiny podzemnej vody vo vrte a hĺbky vrtu – meria sa výška chráničky vrtu nad terénom a hĺbku hladiny podzemnej vody od okraja chráničky, hĺbku vrtu (napr. nárazom kontaktnej elektródy hladinomeru na dno) merať nie je potrebné, ak je známa z predchádzajúcich meraní.

3. Inštalácia vzorkovacieho zariadenia – zapustenie čerpadla alebo sacej hadice do asi 1/3 vodného stĺpca alebo 1 m nad dno vrtu (vždy však v úseku vrtu s perforovanou zárubnicou).

4. Prečerpávanie (prečistenie) vody vo vrte – voda vo vodnom stĺpci by sa mala v dostatočnej miere odčerpať, aby bolo možné odobrať vzorku považovať za reprezentatívnu pre danú zvodň. Dostatočnou mierou sa rozumie stav, keď sa kontinuálne merané základné parametre vody (napr. vodivosť, teplota) už výrazne nemenia, čiže ide o tzv. čerpanie do ustálenia parametrov. V praxi to znamená, že vo vrtoch s dostatočnou výdatnosťou sa vymení voda vo vodnom stĺpci 1 – 3-krát, pritom za vodu vo vrte sa pokladá aj voda viazaná v štrkovom obsype hydrogeologického vrtu⁹⁹. Čerpaná voda sa vypúšťa v dostatočnej vzdialenosti od čerpaného vrtu, aby sa nevracala do vrtu naspäť. Silne znečistená voda si môže vyžadovať osobitný spôsob vypúšťania do blízkeho infiltračného vrtu, chemickej kanalizácie, filtračného zariadenia, lapolu alebo dočasne do záhytnej nádoby (napr. kontajner 1 m³), ktorá sa po ukončení odberu vypustí späť do vrtu (môže podliehať povoleniu štátnej vodnej správy). Ak požiadavky na vypúšťanie znečistenej podzemnej vody nie je možné dodržať, nemôže sa vykonať dynamický odber, ale len statický odber.

5. Meranie parametrov vody – hodnoty terénnych parametrov podzemnej vody (teplota, pH, elektrolytická vodivosť, oxidačno-redukčný potenciál a obsah rozpusteného kyslíka) sa meria kontinuálne v prietokovej nádobe (do ustálenia parametrov) alebo v osobitnej neznečistenej nádobe.

6. Odber podzemnej vody do vzorkovníc – plnenie podzemnej vody do pripravených vzorkovníc spôsobom predpísaným laboratóriom (napr. bez vzduchovej bubliny, do tmavého skla, s konzervačným činidlom a podobne).

- Vzorkovnice sa plnia tak, že sú postavené vertikálne a hadičkou (rúrkou) sa na dno čerpá voda. Rúrka sa nedotýka vody, ale postupne sa zdvíha tak, aby bola vždy cca 10 mm nad jej hladinou.
- Ak sa vzorka nekonzervuje, vzorkovnica sa plní do pretečenia, pričom sa nechajú pretiecť dva objemy vzorkovnice.
- Ak sa vzorky konzervujú konzervačným činidlom, vzorky sa neplnia doplna.
- Zodpovedný pracovník minimalizuje možnosť styku vzorky s atmosférickým kyslíkom, zabráni kontaminácii vzorky rôznymi sondami (elektródami multimetra) a zabezpečí, aby zariadenie na odber vzoriek počas odberu neobsahovalo žiadne vzduchové alebo plynové bubliny.
- V prípade použitia čerpadla napájaného elektrickým zdrojovým agregátom (elektrocentrála) musí byť agregát situovaný tak, aby výfukové splodiny neovplyvnili kvalitu odobranej vzorky.

⁹⁹ Pri vrtoch, ktoré nemajú vzhľadom na výkon čerpadla dostatočnú výdatnosť (t. j. dochádza k výraznému zníženiu hladiny podzemnej vody), alebo aj vo vrtoch, kde je potrebné sledovať zonálnosť základných parametrov a obsah chemických látok v podzemnej vode, čistenie vody vo vrte čerpaním a výmenou vodného stĺpca sa nevykonáva. Podľa potreby sa pristúpi k zmene spôsobu odberu vzorky (mikročerpanie, statický odber, ...).

7. Dokumentácia odberu a popis vzorkovníc – do protokolov alebo zápisníka sa zapisujú namerané hodnoty, označia sa vzorkovnice (predtlačenými nálepkami alebo nezmývateľnou fixkou). Voda vo vrte vykazuje zmenené fyzikálno-chemické vlastnosti v porovnaní s podzemnou vodou vo zvodni (teplota, pH, elektrolytická vodivosť, oxidačno-redukčný potenciál), čo ovplyvňuje aj koncentráciu a distribúciu znečisťujúcich látok. Cieľom čerpania vody z vrtu je výmena vody vo vodnom stĺpci tak, aby do vrtu natiekla neovplyvnená podzemná voda z kolektora z okolia vrtu.

Čerpanie vody z vrtu a viacnásobná výmena objemu vody vo vrte však môže mať aj negatívny vplyv na kvalitu vody vo vrte, a to v prípade, že vytvorená hydraulická depresia spôsobí mobilizáciu znečistenia smerom k čerpanému vrtu, teda že si vrt znečistenie vyvolaným prúdením podzemnej vody „pritiahne“.

Obrázok P12_1. Meracia prietoková cela na meranie charakteristík čerpanej vody



Zdroj: [P12_1]

Príklad výpočtu času čerpania potrebnej výmeny vodného stĺpca vo vrte

Požaduje sa 1 – 3-násobná výmena vody vo vrte. Za vodu vo vrte sa pokladá aj voda viazaná v štrkovom obsype hydrogeologického vrtu. To komplikuje výpočet, avšak aby nebol výpočet zbytočne zložitý, realizuje sa výpočet pre 2-násobnú výmenu bez zohľadnenia vody v štrkovom obsype s tým, že sa berie do úvahy, že zanedbanie objemu tejto vody znižuje počet výmen vo vrte, takže v skutočnosti dôjde k výmene vody vo vrte nie 2-krát, ale o niečo menej ako 2-krát. Objem podzemnej vody vo vodnom stĺpci sa vypočíta nasledovne:

$$V_{vs} = \pi \cdot (d/2)^2 \cdot l_{vs}, \text{ kde}$$

π – Ludolfovo číslo (3,14),

d – priemer zárubnice (pozor – nemerať priemer chráničky!) [m],

l_{vs} – výška vodného stĺpca vo vrte, od dna vrtu po hladinu podzemnej vody [m].

Pokiaľ je výsledok v m^3 , prepočíta sa objem na litre vzťahom:

$$V_{vs} [m^3] \cdot 1000 = V_{vs} [l]$$

Keď je známa výdatnosť vzorkovacieho čerpadla (napr. v l/min), vypočíta sa potrebná dĺžka čerpania (pre 2-násobnú výmenu vodného stĺpca) nasledovne:

$$T_{\text{čer}} [\text{min}] = 2 \cdot V_{vs} [l] / q_{\text{čer}} [l/\text{min}], \text{ kde}$$

$2 \cdot V_{vs} [l]$ – 2-násobný objem vody vo vodnom stĺpci vrtu (v litroch),

$q_{\text{čer}} [l/\text{min}]$ – výdatnosť čerpadla (v l/min).

Príklad výpočtu: dĺžky čerpania vrtu s priemerom zárubnice 112 mm, hĺbkou vrtu 10 m p. t. a hladinou podzemnej vody 4,0 m p. t.

$$d = 112 \text{ mm} = 0,112 \text{ m}$$

$$l_{vs} = 10,0 - 4,0 = 6,0 \text{ m}$$

$$V_{vs} = 3,14 \cdot (0,112/2)^2 \cdot 6,0 = 3,14 \cdot 0,003 \cdot 6,0 = 0,059 [\text{m}^3] = 59 [\text{l}]$$

Na štvornásobnú výmenu objemu vody (so zanedbaním vody v štrkovom obsype, čiže reálne menej) vo vodnom stĺpci je potrebné odčerpať $2 \times 59 \text{ l}$, čo je asi 118 l. Pri čerpadle s výdatnosťou 20 l/min bude doba čerpania:

$$T_{\text{čer}} [\text{min}] = 118 [\text{l}] / 20 [\text{l/min}] = 6 [\text{min}] \text{ (zaokrúhlene)}$$

Z uvedeného modelového výpočtu vyplýva niekoľko záverov:

- použitie vzorkovacieho čerpadla s nižšou výdatnosťou (napr. čerpadla Gigant s výdatnosťou okolo 6 l/min) na odčerpávanie (prečistenie) a viacnásobnú výmenu vody v hydrogeologickom vrte s vyššou výdatnosťou je menej vhodné, pretože viacnásobná výmena vyžaduje pomerne dlhý čas čerpania (pri 1 čerpadle Gigant a parametroch vrtu ako vo výpočtovom príklade je to okolo 20 minút); naopak, pri málo výdatných vrtoch je takéto čerpadlo optimálne,
- pri dobre zvodnených kolektoroch s dostatočnou výdatnosťou sa ako optimálne javia ponorné alebo iné čerpadlá s výdatnosťou okolo 20 – 30 l/min,
- ak sa nepodari dosiahnuť pri odčerpávaní (prečisťovaní) stav, pri ktorom výdatnosť vrtu prevyšuje rýchlosť čerpania a voda vo vrte začne klesať, je potrebné čerpanie zastaviť a zvoliť iný spôsob odberu vzorky (napr. mikročerpanie alebo statický odber vzorky).

Ak je slabá výdatnosť vrtu spôsobená jeho technickým stavom (zakolmatované filtre, zaílovaný obsyp), čo hlavne pri starších vrtoch býva dosť časté, je vhodné hydrogeologické vrtu pred vzorkovacou kampanou technickými prostriedkami prečistiť a „oživiť“ (napríklad čistenie vrtu vzduchom pod tlakom – tzv. *airlift*).

Postup pri odbere podzemnej vody z vrtu, ak je prítomná voľná fáza ropných látok na hladine podzemnej vody

Osobitný problém pri vzorkovaní podzemnej vody odberom z vrtov je prítomnosť plávajúcej voľnej fázy ropných látok na hladine podzemnej vody. Čerpaním podzemnej vody z takéhoto vrtu sa zvyčajne dostáva do vzorkovnice len emulzia ropných látok a vody, ktorá pri analýze vykazuje koncentrácie ropných látok nad hodnotou rozpustnosti týchto látok vo vode, čo pri nesprávnej interpretácii môže viesť k nesprávnym záverom.

Ak sa vo vrte zistí prítomnosť voľnej fázy ropných látok, plávajúcej na hladine podzemnej vody, postupuje sa nasledovne:

1. Ak je voľná fáza ropných látok hrubá do 1 mm vo forme filmu alebo ôk na hladine podzemnej vody, postupuje sa pri odbere vzorky podzemnej vody zvyčajným spôsobom a táto skutočnosť sa zaznačí do odberového protokolu a sprievodky vzoriek.

2. Ak je voľná fáza nad 1 mm, odmeria sa jej hrúbka, napríklad priehľadným odberným valcom alebo špeciálnym fázomerom. Môže sa odobrať vzorka podzemnej vody a do protokolu (sprievodky vzoriek) sa zaznačí, že ide o emulziu vody a ropných látok. Ak je prítomnosť voľnej fázy ropných látok novozistená skutočnosť, alebo ak je to tak naplánované, odoberie sa osobitne voľná fáza na jej identifikáciu (stanovenie frakcií ropných látok).

Zvlášť pri územiach, kde je voľná fáza na väčšej ploche a v hrúbkach nad 10 mm, nie je potrebné odoberať vzorky podzemnej vody z vrtov, kde sa voľná fáza nachádza, pokiaľ nejde o špeciálne odbery vzoriek (napríklad odbery z dna vrtov na prítomnosť halogénovaných

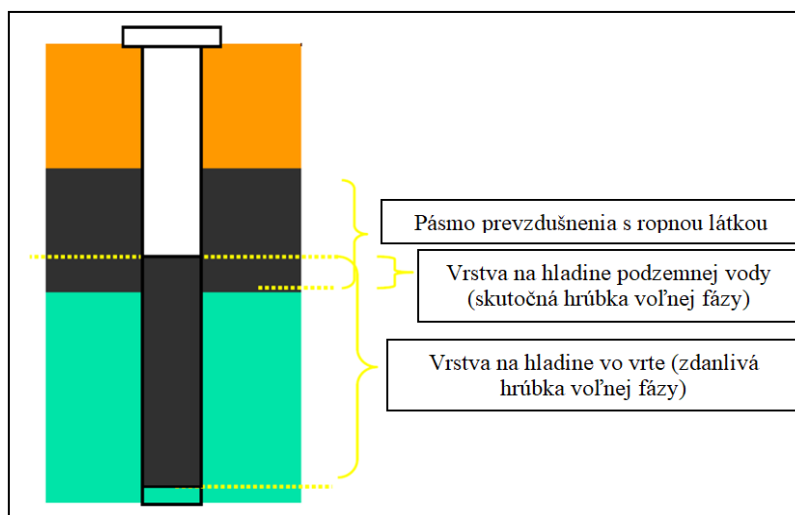
uhľovodíkov ťažších ako voda). Ak sa meria hrúbka voľnej fázy ropných látok vo vrte, je potrebné si uvedomiť, že hrúbka voľnej fázy vo vrte je väčšia ako hrúbka voľnej fázy vo zvodnenej vrstve, a to vplyvom rozdielného kapilárneho tlaku vo vrte a v okolitom horninovom prostredí (platí pre kolektory s voľnou hladinou podzemnej vody). Pomer skutočnej hrúbky voľnej fázy vo zvodni a zdanlivej vo vrte závisí aj od zrnitosti kolektora.

Tabuľka P12_1. Empirický vzťah pre zdanlivú a skutočnú hrúbku voľnej fázy ropných látok

Litologický kolektor	charakter	Hrúbka voľnej fázy vo vrte (zdanlivá)	Hrúbka voľnej fázy vo zvodni (skutočná)
Hrubozrnný piesok		h	$h/3$
Jemnozrnný piesok		h	$h/5$
Vápnitý silt		h	$h/10$
Íl		h	$h/20$

Zdroj: [P12_2], upravené

Obrázok P12_2. Schematické znázornenie zdanlivej a skutočnej hrúbky voľnej fázy ropných látok vo zvodnenci a vo vrte



Zdroj: [P12_2], upravené

Skutočnú hrúbku voľnej fázy ropných látok možno vypočítať napríklad na základe poznania litológie, výpočtovým vzťahom podľa Halla et al., 1984 [P12_3] alebo mernej hmotnosti znečisťujúcej látky výpočtovým vzťahom podľa De Pastrovicha et al., 1979 [P12_4].

Novšie práce uprednostňujú koncept výpočtu hrúbky voľnej fázy ropných látok založený na vzťahu obsahu kvapaliny v póroch a kapilárnych tlakoch [P12_6] [P12_7].

V napätých zvodniach je potrebné voliť iný postup, pretože vývoj hrúbky voľnej fázy ropných látok vo vrte je odlišný od kolektora s voľnou hladinou podzemnej vody [P12_8].

Aktuálne názory na vzťah redistribúcie ropných látok v rôznych typoch kolektora a v rôznych situáciách sú uvedené napríklad v Rivett (ed.) et al., 2014 [P12_9].

Literárne zdroje a zdroje obrázkov v prílohe

P12_1 <https://en.eijkelp.com/products/ground-water-samplers/flow-through-cell.html>

- P12_2 Kohout, P., Janků, J., 2014: *Vzorkování pro analýzu životného prostředí. Prezentácia – učebný materiál VŠCHT Praha, Ústav chemie a ochrany prostředí*
<https://uchop.vscht.cz/>
- P12_3 Hall, R. A., Blake, S. B. and Champlin, S. C., Jr., 1984. Determination of hydrocarbon thicknesses in sediments using borehole data, in *Proc. Fourth Natl. Symp. on Aquifer Restoration and Ground Water Monitoring*, Natl. Ground Water Assoc., Dublin, OH, 300 – 304.
- P12_4 De Pastrovich, T. L., Baradat, Y., Barthel, R., Chiarelli, A. and Fussell, D. R., 1979. Protection of ground water from oil pollution, CONCAWE, The Hague, 61 pp.
- P12_5 <http://www.converter.cz/tabulky/hustota-kapalin.htm>
- P12_6 Farr, A. M., Houghtalen, R. J., McWhorter, D. B., 1990. Volume estimation of light nonaqueous phase liquids in porous media. *Groundwater* 28(1), 48 – 56.
- P12_7 Lenhard, R. J., Parker, J. C., 1990b. Discussion of estimation of free hydrocarbon volume from fluid levels in monitoring wells. *Groundwater* 18(5), 800 – 801.
- P12_8 Marinelli, F., Durnford, D. S., 1996. LNAPL thickness in monitoring wells considering hysteresis and entrapment. *Groundwater*, 34(3), 405 – 414.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-6584.1996.tb02021.x>
- P12_9 Rivett, M. O. (ed.), Tomlinson, D. E., Thornton, S. F., Thomas, A. O., Leharne, S. A., Wealthall, G. O., 2014: *An illustrated handbook of LNAPL transport and fate in the subsurface*. CL:AIRE, London.
www.claire.co.uk/LNAPL

Príloha č. 13: Odporúčaný postup vo vybraných prípadoch prieskumu znečisteného územia špecifickou znečisťujúcou látkou

A. Prípady znečisťovania územia vo vzťahu k typu hydrogeologickej štruktúry

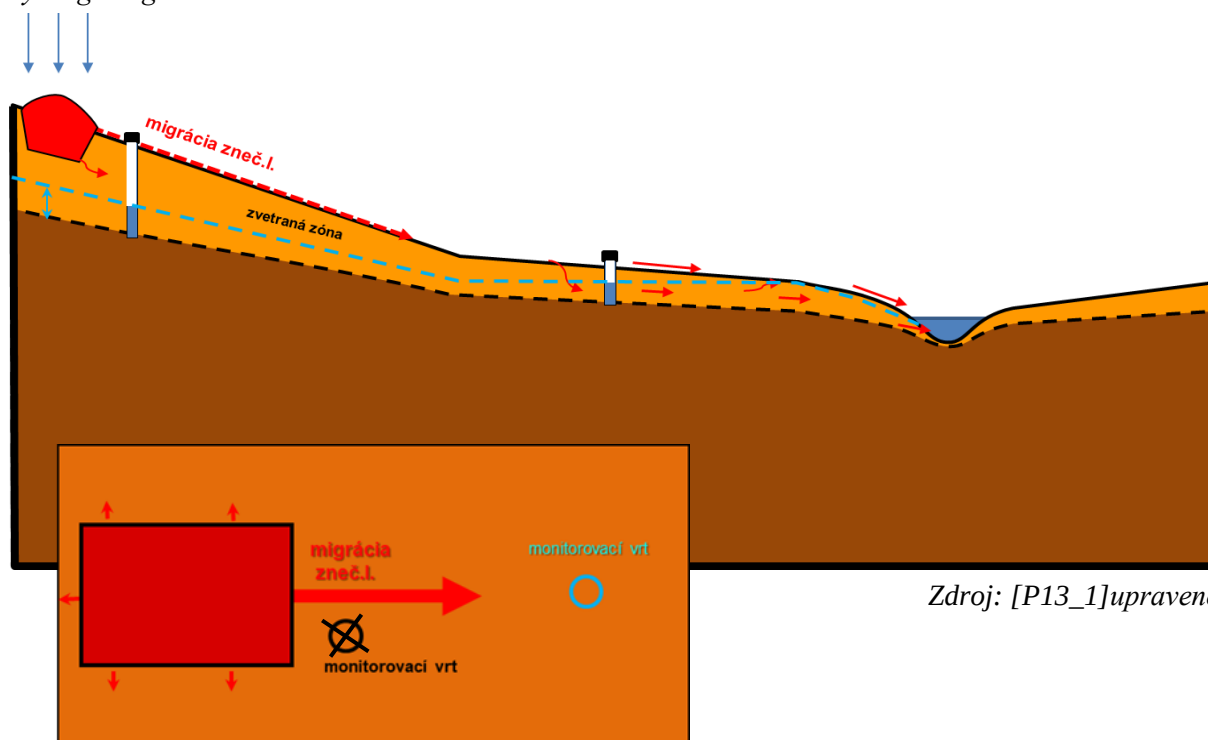
Prípady uvedené v časti A prílohy č. 13 metodické príručky neobsahujú odporúčania pre horninové prostredie s prevládajúcou puklinovou priepustnosťou, ani nerozlišujú špecifické prístupy pri znečistení ropnými látkami ľahšími a ťažšími ako voda.

A1. Znečisťovanie územia s plytkou hydrogeologickou štruktúrou

Zadefinovanie modelu	Bezprostredné podložie zdroja znečistenia je buď izolátor alebo kolektor podzemnej vody viazaný iba na zónu rozvetrania, zdroj znečistenia je obyčajne vyššie nad eróznou bázou územia, hladina podzemnej vody sa nemusí prejavovať celoročne, alebo sa vytvára iba nesúvislá hladina podzemnej vody, resp. časť podzemnej vody vytvára zavesené teleso podzemnej vody.
Geologické pomery	Málo priepustné kvartérne deluviálne hliny, pod nimi neogénne íly a paleogénne ílovce.
Geomorfologické pomery	Pahorkatiny, vrchoviny; vyvýšené miesta nad eróznou bázou územia, bočné údolia, erózne ryhy a podobne.
Zdroje znečisťovania	Skládky, odkaliská, haldy a podobne.
Prejavy znečisťovania	Znečisťujúce látky migrujú primárne po povrchu, prípadne v pásme prevzdušnenia (v zóne rozvetrania), usmernene v línii pozdĺž sklonu svahu (v závislosti od sklonu terénu, priepustnosti horninového prostredia, množstva unikajúcich priesakov – desiatky až stovky metrov), obyčajne až do povrchového toku v miestnej eróznej báze. V miestach, kde sa podstatnejšie znižuje strmosť spádovej krivky, sa znečisťujúce látky zvyknú rozlievať a zaplavovať širšie okolie s následnou infiltráciou do podložia. Vplyv klimatických činiteľov výrazne ovplyvňuje dosah a mieru prejavov znečisťovania.
Prieskum znečisteného územia	<i>Rozmiestnenie vrtov:</i> v osi sklonu svahu, ďalej od zdroja znečistenia, hlavne v miestach vyrovnania spádovej krivky. <i>Zabudovanie monitorovacích vrtov:</i> zvážiť aplikovanie vrtov (obyčajne býva možnosť odberu vzorky vody priamo z povrchu alebo z výverov viazaných na plytký obeh podzemnej vody v klimaticky vlhkejšom období), budovanie perforácie v rámci celej rozvetranej zóny (slabý prítok vody do vrtu často neumožňuje začerpanie vody a je možný iba statický odber). <i>Vzorkovanie:</i> snaha o zachytenie situácie v klimaticky extrémnych podmienkach na lokalite – typické sú veľké rozkyvy hladiny podzemnej vody, prítomnosť/nepriťomnosť výverov, vysychanie potoka v eróznej báze, výrazné zmeny v distribúcii a koncentrácii znečisťujúcich látok).

	Interpretácia malého súboru údajov potom nemusí zodpovedať realite, vhodné je využiť informácie z výverov na povrchu a v povrchovom toku (recipiente). <i>Iné metódy:</i> využitie priameho terénneho merania pomocou prenosných zariadení na zisťovanie parametrov in-situ (teplota vody, vodivosť, Eh, pH, O₂), profilovanie tokov na overenie skrytých prítokov a hodnotenie zmiešavacích pomerov, analýzy riečnych sedimentov, vysledovanie vlhkejších zón (preferenčných ciest prúdenia podzemnej vody) pomocou geofyzikálnych metód, na overenie priepustnosti horninového prostredia máva skôr význam aplikovať nalievacie skúšky.
Neistoty	Nezachytenie situácie v extrémnych klimatických podmienkach na lokalite, antropogénne úpravy terénu (meliorácia, drenáže, iné stavby), iné zdroje znečistenia v okolí (napr. hnojisko), problém s dotekaním vody do vrtov v dôsledku veľkého povrchového odtoku a málo priepustného prostredia, voda vo vrtoch naakumulovaná z vlhkejšieho obdobia nemusí reprezentovať aktuálnu situáciu na lokalite.

Obrázok P13_1. Konceptný model migrácie znečisťujúcich látok v prostredí s plytkou hydrogeologickou štruktúrou



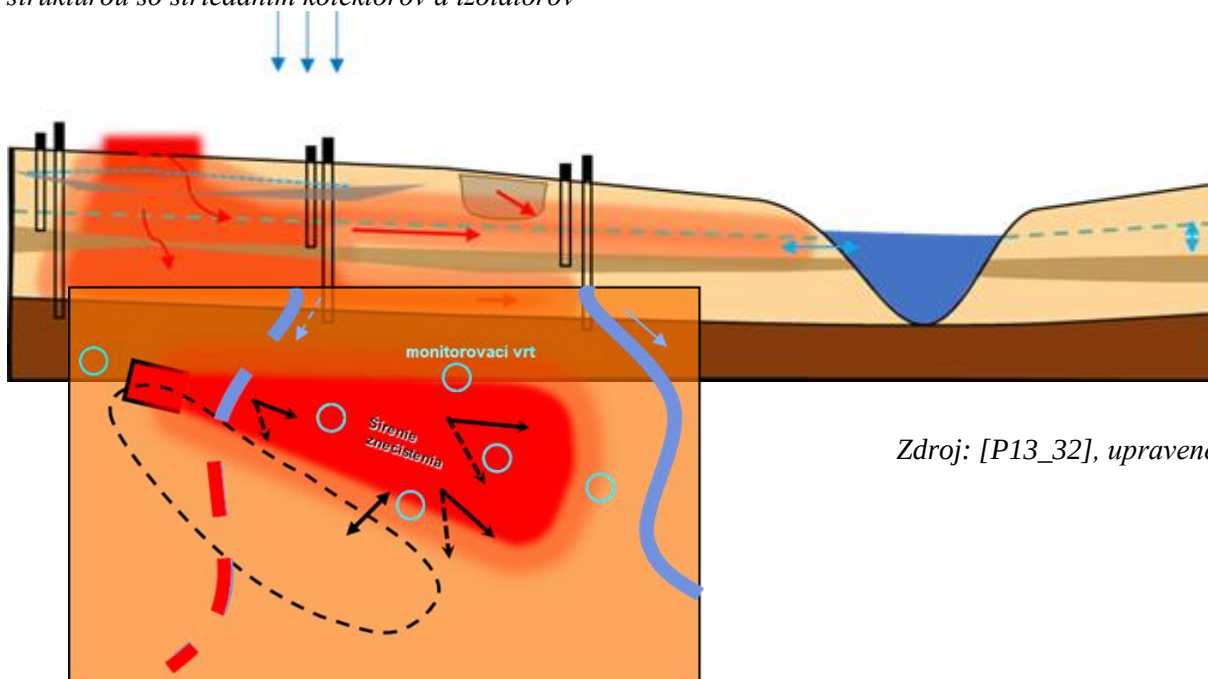
Zdroj: [P13_1]upravené

A2. Znečisťovanie územia s hydrogeologickou štruktúrou so striedaním kolektorov a izolátorov

Zadefinovanie modelu	Kolektor tvorí podložie zdroja znečisťovania, pričom dominantný izolátor tvorí bázu kolektora v hĺbke do 10 až 15 m, terén je rovinatý. Dominujúcim prvkom je prítomnosť podzemnej vody, ktorá je v permanentnom alebo občasnom styku so zdrojom znečistenia. Režim podzemnej vody je ovplyvňovaný povrchovým tokom.
Geologické pomery	Kvartérne štrky a piesky riečnej nivy, tiež kvartérne povodňové hliny, v podloží s neogénymi siltami a ílmi.
Geomorfologické pomery	Kotliny, pahorkatiny, situovanie zdroja znečistenia je v blízkosti eróznej bázy územia, obyčajne v údolných nivách väčších tokov, zdroj znečistenia býva často umiestňovaný do vyťaženého štrkového lôžka bývalého riečneho ramena.
Zdroje znečisťovania	Priemyselné a vojenské areály, rušňové depá, odkaliská, skládky, a podobne.
Prejavy znečisťovania	V pásme nasýtenia sa znečistenie prejavuje obyčajne vo forme kontaminačného mraku postupujúceho v smere prúdenia podzemnej vody, hĺbkový rozsah mraku je limitovaný priebehom dominantného izolátora na báze kolektora, konkrétne prejavy znečistenia sú podmienené najmä striedaním a geometriou priepustnejších a menej priepustných polôh (vyššie a nižšie rýchlosti podzemnej vody), vplyv má tiež nehomogenita a anizotropia jednotlivých vrstiev. Smer a intenzita šírenia znečisťujúcich látok zo zdroja znečistenia sú ovplyvňované prevažne hydrogeologickým režimom podzemných vôd, ktorý býva obyčajne v hydraulikej spojitosti s najbližším vodným tokom. V prípade výskytu starých ramien má opodstatnenie zvažovať preferenčné šírenie sa znečisťujúcich látok. V dôsledku prítomnosti organických znečisťujúcich látok, ale aj vysokých koncentrácií makrokontaminantov (najmä sírany a chloridy), sa zvykne vytvárať pozdĺž vodného stĺpca chemická zonálnosť. Lokálne sa môžu vyskytovať šošovky priepustnejších hornín so zaveseným telesom podzemnej vody, kde sú znečisťujúce látky zavlečené napr. pri náhlých zmenách prietokov (zrážkové extrémny).
Prieskum znečisteného územia	• <i>Rozmiestnenie vrtov:</i> v smere predpokladaného prúdenia podzemnej vody s cieľom ohraničenia kontaminačného mraku (identifikácia primárne pozdĺžneho a potom laterálneho šírenia znečistenia), potrebné je získať väčšie množstvo informácií zo širšej oblasti o horninovom prostredí a zložení podzemnej vody. V prípade existencie domových studní, situovaných v oblasti predpokladanej interakcie so znečistením, je vhodné zahrnúť ich do sledovania kvality podzemnej vody. • <i>Zabudovanie monitorovacích vrtov:</i> pozdĺž hlavného kolektora po bázu s dominantným izolátorom, v prípade viacerých čiastkových kolektorov s vlastným obehom podzemnej vody aplikovanie viacúrovňových vrtov umožňujúcich nezávislé sledovanie jednotlivých zvodnencov.

	• Vzorkovanie: snaha o zachytenie extrémov predovšetkým v súvislosti s režimom povrchového toku, pri preukázaní vertikálnej chemickej zonálnosti v rámci zvodnenca je potrebné uskutočniť zonálny odber vzorky (3-násobná výmena vody vo vrte môže porušiť vertikálnu chemickú zonálnosť, uprednostniť čerpanie pri nízkych rýchlostiach alebo statický odber). • Iné metódy: historické mapy – identifikovanie starých ramien, vodohospodárske mapy – regulovanie tokov a meliorácie; sledovanie režimu a kvality povrchového toku na minimálne 2 miestach – nad zdrojom znečisťovania a pod ním, migračné skúšky – overenie anizotropie horninového prostredia, geofyzika – zmapovanie starých riečnych ramien, prípadne iných preferenčných ciest, priebeh kolektorov a izolátorov, terénne meranie elektrickej vodivosti vo vrtoch pozdĺž vodného stĺpca – overenie chemickej zonálnosti (znečistenie s kontrastne vyššou vodivosťou vody) a tiež ostatné v teréne stanovované parametre (teplota, pH, Eh, O₂).
Neistoty	Vysoko heterogénne prostredie (vykliňovanie vrstiev, veľa čiastkových kolektorov/izolátorov, vytváranie zavesených telies podzemnej vody), vplyv anizotropie horninového prostredia na preferenčné prúdenie podzemnej vody, nevhodné zabudovanie vrtov – zanesenie znečistenia do hlbších kolektorov, perforovaný úsek vrtu zasahuje súvisle do viacerých kolektorov s rôznym prúdením podzemnej vody (prejavujúca sa chemická zonálnosť bude potom iba zdanlivá), ak je zdroj znečistenia v občasnom kontakte s hladinou podzemnej vody môže dochádzať k nárazovým – pulzným prejavom intenzifikácie znečistenia v prostredí, kontaminačný mrak sa neprejavuje spojitě so zdrojom znečistenia (je odtrhnutý) – zdroj znečistenia už nie je aktívny.

Obrázok P13_2. Koncepčný model migrácie znečisťujúcich látok v prostredí s hydrogeologickou štruktúrou so striedaním kolektorov a izolátorov



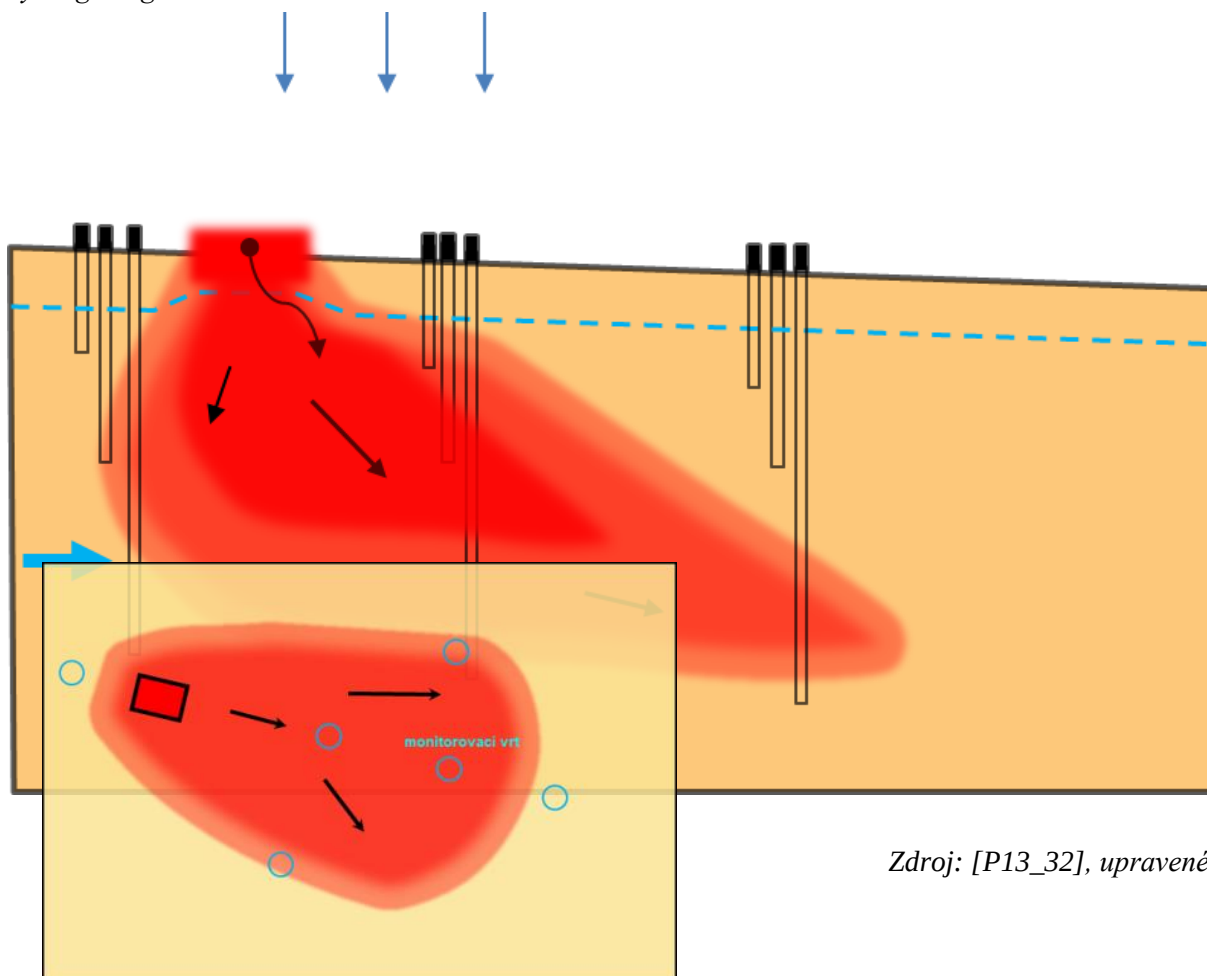
Zdroj: [P13_32], upravené

A3. Znečisťovanie územia s hlbokou hydrogeologickou štruktúrou

Zadefinovanie modelu	Kolektor tvorí bezprostredné podložie zdroja znečisťovania, pričom dominantný izolátor je v hĺbke viac ako 15 m a podstatne neovplyvňuje smerovanie kontaminačného mraku, zdroj znečistenia je v občasnom alebo v stálom kontakte s podzemnou vodou, kontaminačný mrak sa môže šíriť nielen horizontálne, ale aj vertikálne do hlbších častí.
Geologické pomery	Kolektor tvoria kvartérne štrky a piesky.
Geomorfologické pomery	Nížiny, roviny; zdroj znečistenia býva často situovaný v jamách po vytlačení štrku.
Zdroje znečisťovania	Priemyselné areály, pesticídne sklady, skládky a podobne.
Prejavy znečisťovania	Šírenie znečisťujúcich látok sa prejavuje vo forme kontaminačného mraku, pričom jeho pohyb je usmerňovaný regionálnym prúdením podzemnej vody (obyčajne v hydraulikej spojitosti s povrchovým tokom), na jeho podobe sa uplatňujú najmä procesy advekcie a disperzie, tiež sa zvykne prejavovať vplyv anizotropie zrnitosti sedimentov, pri vyššej mineralizácii znečistenej vody a pomalšom prúdení podzemnej vody má mrak tendenciu zaklesávať hlbšie do podložia (v dôsledku vyššej hustoty znečistením ovplyvnenej vody a tiež infiltráciou vody zo zrážok). Pri znečistení organickými látkami alebo vysoko koncentrovanými makrokontaminantmi, najmä síranmi a chloridmi, sa zvykne vytvárať vertikálna a horizontálna chemická zonálnosť. Smer a rozsah šírenia kontaminačného mraku je väčšinou ustálený, a hoci podlieha vplyvu klimatických podmienok, len málo ho ovplyvňuje vodný režim najbližšieho recipientu.
Prieskum znečisteného územia	• <i>Rozmiestnenie vrtov</i>: najmä v smere prúdenia podzemnej vody s cieľom ohraničenia kontaminačného mraku (identifikácia primárne pozdĺžneho a potom laterálneho šírenia znečistenia), potrebné je získať údaje z väčšieho priestoru tak, aby sa dali sledovať atenuačné procesy v smere šírenia. • <i>Zabudovanie monitorovacích vrtov</i>: aplikovanie viacúrovňových vrtov v rámci jedného zvodnenca s cieľom zachytiť gradient zaklesávania kontaminačného mraku, ideálne aspoň 3 hĺbkové úrovne (napr. 10 m, 15 m, 25 m), v prípade viacerých zvodní so samostatným obehom podzemnej vody je potrebné vyhodnocovať každú zvodň zvlášť. • <i>Vzorkovanie</i>: snaha o zachytenie extrémov s maximálnou a minimálnou hladinou podzemnej vody, uskutočňovať zonálne odbory tak, aby nenarušili stratifikáciu znečistenia (možnosť overenia stratifikácie pred začerpaním pomocou merania mernej elektrickej vodivosti vo vodnom stĺpci, prípadne aj ostatných terénnych parametrov: pH, Eh, O₂), pri okraji kontaminačného mraku môže pri masívnejšom začerpaní podzemnej vody dôjsť k ovplyvneniu vzorky čistejšou alebo naopak viac znečistenou vodou.

	<i>Iné metódy:</i> historické mapy – identifikovanie pôvodného terénu; štrkových jám, pôvodnej riečnej siete a podobne, geofyzika – úniky znečisťujúcich látok (možnosť mapovania šírenia kontaminačného mraku geofyzikálnymi metódami závisí od schopnosti zmeny fyzikálnych vlastností vplyvom prítomného znečistenia), stopovacie (migračné) skúšky na vysledovanie zrnitosti anizotropie.
Neistoty	Pri menšom zdroji znečistenia môže dochádzať k veľkému zried'ovaniu vodou vo zvodnenci, čo spôsobuje slabšiu kontrastnosť pri identifikovaní jednotlivých znečisťujúcich látok (napr. s difúznym znečistením z poľnohospodárstva), anizotropia zvodnenej vrstvy a jej vplyvu na smer šírenia sa znečistenia, lokálne zvýšená hladina podzemnej vody pod zdrojom znečisťovania spôsobená väčšími únikmi znečisťujúcich látok môže čiastočne ovplyvňovať kvalitu aj proti smeru regionálneho prúdenia podzemnej vody, vzdialenejšie vrty nemusia znečistenie v dôsledku jeho zaklesávania a zriedenia podzemnou vodou zachytiť.

Obrázok P13_3. Koncepčný model migrácie znečisťujúcich látok v prostredí s hlbokou hydrogeologickou štruktúrou.



Zdroj: [P13_32], upravené

B. Prípady znečisťovania územia podľa druhu znečisťujúcej látky

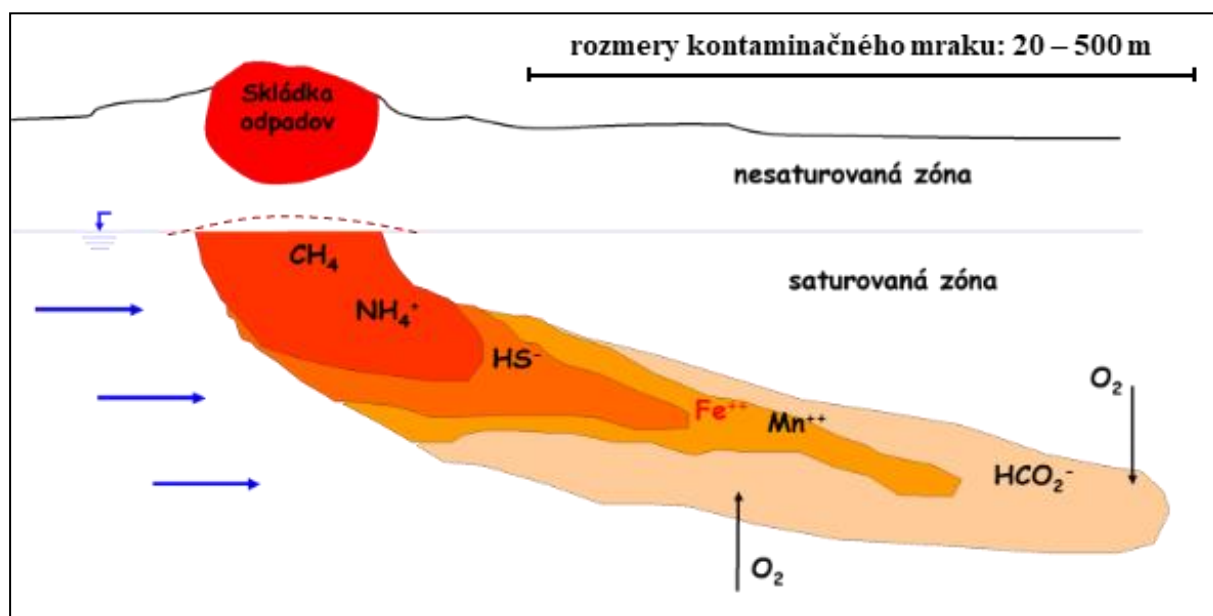
B1. Znečisťovanie územia priesakovou kvapalinou zo starých neriadených skládok odpadov

Zdroj znečisťovania:	Staré neriadené skládky obyčajne vznikali spontánne sypaním odpadu do terénnych depresíí, pričom neskôr dochádzalo k ich úpravám vo forme čiastočného prekrytia. Odpad tvorí obyčajne bežný komunálny odpad, ale často aj odpad z priemyslu. Tieto skládky nemávajú izolované dno a často ani povrch po ukončení skládkovania. Voda, ktorá do nich preniká či už z podzemnej vody alebo zo zrážok, umocňuje generovanie priesakovej kvapaliny – výluhov znečisťujúcich látok z odpadu.
Znečisťujúce látky:	Podstatnú časť priesakovej kvapaliny tvoria rozpustené organické látky, ktoré významnou mierou ovplyvňujú vlastnosti a kvalitu vôd. Ich zastúpenie je veľmi rôznorodé a široké. Ide o stovky až tisíce organických látok. Medzi najčastejšie zastúpené skupiny organických látok patria prchavé masťné kyseliny, fulvinové kyseliny a humínové kyseliny. Samostatnú skupinu tvoria xenobiotické organické látky, ktoré pochádzajú z chemikálií používaných v domácnostiach alebo priemysle. V priesakovej kvapaline sú prítomné v malých koncentráciách – obyčajne ide o menej ako 1 mg/l danej látky. Tieto zložky zahŕňujú, okrem iných, skupinu aromatických uhl'ovodíkov, fenolov a chl'ovaných alifatických uhl'ovodíkov. Anorganické látky obsiahnuté v priesakovej kvapaline sú prirodzenou súčasťou chemického zloženia podzemných vôd, avšak ich koncentrácie v priesakovej kvapaline bývajú obyčajne viacnásobne prekročené. Podľa ich množstevného zastúpenia a zároveň aj ich vplyvu na chemické a fyzikálne vlastnosti priesakovej kvapaliny a podzemnej vody je účelné rozdeliť anorganické látky na skupinu makrokomponentov a mikrokomponentov (alternat. makrokontaminanty a mikrokontaminanty). • Makrokomponenty – ich obsah býva 10^2 až 10^3 mg/l. Medzi typické makrokomponenty patria Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, NH_4^+, Fe, Mn, Cl^-, SO_4^{2-} a HCO_3^-, pričom v priesakových kvapalinách dominujú hlavne zložky: NH_4^+, Cl^-, SO_4^{2-}. Aj keď ide o najmenej nebezpečné kontaminanty, venuje sa im pozornosť, pretože ovplyvňujú hydrogeochemické a fyzikálne parametre (napríklad vodivosť vody). • Mikrokomponenty – vyskytujú sa v stopových množstvách. Prejavujú svoju toxicitu, resp. iné nepriaznivé účinky už pri nízkych koncentráciách, ale vôbec alebo len nepodstatne menia fyzikálne a hydrogeochemické vlastnosti podzemnej vody. Vzhľadom na kontamináciu zo skládok odpadov sa sem radia predovšetkým niektoré ťažké kovy ako Cd, Cr, Cu, Pb, Ni a Zn. Ďalej sem možno zaradiť aj zložky ako As, Se, Ba, Li, Hg a Co, ktoré sú však obyčajne v priesakovej kvapaline prítomné iba v malých koncentráciách a majú druhotný význam. Výnimkou je bór, ktorý je výborný indikačný ukazovateľ, ktorý umožňuje zmapovať maximálny rozsah znečistenia v okolí skládok. V priesakových kvapalinách sa vyskytuje v anomálne vysokých koncentráciách oproti jeho pozad'ovým hodnotám a má inertné chemické vlastnosti.

	Okrem rozpustených foriem chemických látok sa nachádzajú v priesakovej kvapaline aj nerozpustné zložky, hlavne ako koloidy. Môžu ovplyvňovať formu výskytu ostatných látok, a tiež ich niektoré fyzikálne a hydrogeochemické vlastnosti. Bližšie sú jednotlivé látky vo vzťahu k znečisteniu zo skládky popísané v literatúre napr. [P13_2], [P13_3], [P13_4], [P13_33], [P13_5]. Konkrétne zloženie a obsahy látok v priesakovej kvapaline na skládke budú závisieť od viacerých faktorov a ich dominantnosti vzhľadom na situáciu na danej lokalite. Medzi hlavné faktory patrí okrem zloženia odpadu tiež doba jeho uloženia a spôsob ukladania odpadu na skládke. Bližšie informácie o jednotlivých faktoroch je možné nájsť napr. v literatúre: [P13_6] alebo [P13_7].
Migrácia znečisťujúcich látok	Pri prieniku priesakovej kvapaliny do zvodneného horninového prostredia dochádza k narušeniu prirodzeného chemického stavu podzemnej vody. Na tomto mieste sa vytvára chemická anomália, ktorá spôsobuje zhoršenie kvality vody. Medzi priesakovou kvapalinou a saturovaným horninovým prostredím (zvodnencom) dochádza k interakciám (procesom), ktoré majú fyzikálnu (napr. riedenie), fyzikálno-chemickú (napr. sorpcia, iónová výmena), chemickú (napr. vyžrážavanie) a mikrobiálnu (napr. degradácia) povahu. Pôsobením vzájomných reakcií sa menia podmienky transportu a povaha jednotlivých kontaminantov, pričom vo všeobecnosti dochádza k prirodzenej regenerácii znečistením zasiahnutého horninového prostredia. Uvádzané procesy sú všeobecne známe ako procesy prirodzenej atenuácie [P13_8]. Priebeh jednotlivých procesov má tendenciu pokračovať, až kým nedôjde k vytvoreniu rovnováhy v systéme kontaminant – voda – horninové prostredie. V závislosti od priepustnosti, typu horninového prostredia a charakteru kontaminantov môžu tieto procesy prebehnúť okamžite alebo i za stovky rokov [P13_9]. V priepustnom prostredí sa vo zvodnení v dôsledku uvádzaných procesov vytvára tzv. kontaminačný mrak. Vo všeobecnosti bývajú kontaminačné mraky úzke – nie oveľa širšie ako skládka, obyčajne dosahujú dĺžku menej ako 1 000 metrov. Táto skutočnosť súvisí s limitovanou transverznou disperziou a charakterom priesakov zo skládky [P13_4]. Charakteristickým vonkajším prejavom interakcií medzi jednotlivými znečisťujúcimi látkami a zvodnencom v rámci kontaminačného mraku je vytváranie redoxnej zonálnosti [P13_10], pričom najredukčnejšie prostredie je v tesnej blízkosti skládky a ďalej, v smere od skládky, prechádza k oxidovanejším podmienkam. Aktuálnu veľkosť, pozíciu a zloženie kontaminačného mraku ovplyvňujú viaceré faktory, predovšetkým hydrogeologické a hydrogeochemické podmienky lokality, klimatické podmienky a množstvo unikania priesakovej kvapaliny zo skládky. Jedným z dôležitých (kľúčových) faktorov ovplyvňujúcich kontaminačné prejavy je rýchlosť prúdenia podzemnej vody na lokalite. Od nej bude závisieť, ktoré procesy budú šírenie kontaminačného mraku riadiť a ktoré sú takmer zanedbateľné [P13_6].
Prieskum znečistenia	Pri prieskume znečistenia zo skládky odpadov je dôležité zamerať sa na: • špecifikovanie zdroja znečistenia – skutočný rozsah, charakter odpadu, históriu ukladania, pôvodný stav terénu a pod.,

	- identifikovanie priesakovej kvapaliny – miesta možných únikov, predpokladané, v prípade možností, aj overené množstvá a zloženie priesakovej kvapaliny, - charakterizovanie hydrogeologickej štruktúry (viď časť A prílohy č. 13 Odporúčaná postup vo vybraných prípadoch prieskumu znečisteného územia špecifickou znečisťujúcou látkou), - miera a dosah migrácie znečisťujúcich látok – dobre sa osvedčilo najmä sledovanie inertných látok, obsiahnutých v anomálne vysokých koncentráciách v priesakovej kvapaline – ukazovatele: B a Cl⁻. Z terénnych parametrov sú pri mapovaní rozšírenia znečistenia užitočné aj parametre: elektrolytická vodivosť vody (rádovo vyššia vodivosť ako má pozadie) a teplota vody (priesaky zo skládky mávajú vyššiu teplotu vplyvom biodegradačných procesov), - na skládkach s priemyselným odpadom, prípadne zmiešaným typom odpadu, sa musia ukazovatele typické pre skládky komunálneho odpadu doplniť v závislosti od chemického zloženia uloženého odpadu, a to najmä o skupinové a špecifické organické ukazovatele alebo ďalšie stopové prvky, - vysledovanie atenuačných prejavov a ich zhodnotenie pozdĺž postupu znečisťujúcich látok, dôležité je identifikovať oxidačno-redukčné podmienky zodpovedajúce stavu lokality – sledovaním terénnych parametrov: Eh, pH (merané v prietochnej cele), správnym konzervovaním vzoriek, v prípade potvrdenia evidencie atenuačných procesov pri limitovanom rozsahu znečistenia bez potvrdenia rizika v oblasti je prípustným opatrením pre danú EZ jej systematický účelový monitoring a jeho vyhodnocovanie (+ treba vyhodnotiť aj ekonomické hľadisko).
--	--

Obrázok P13_4. Zjednodušený model kontaminačného mraku zo skládky odpadov



Zdroj: [P13_11], upravené

B2. Znečisťovanie územia kovmi

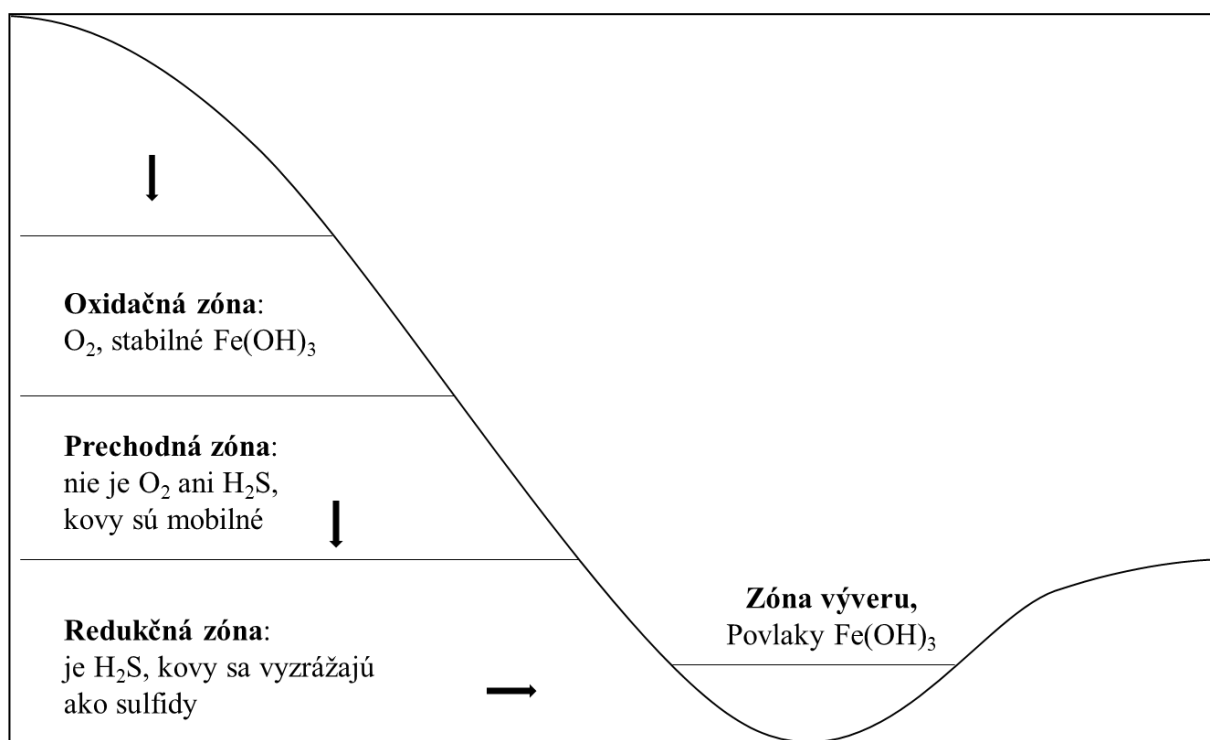
Zdroj znečisťovania	Zdroje znečisťujúcich stopových prvkov:																																			
	<table> <tr> <th>Výroba</th><th>Výskyt stopových prvkov</th></tr> <tr> <td>ŕažba a spracovanie rúd</td><td>Fe, Zn, Hg, Hg, Se, Mn, Cu</td></tr> <tr> <td>hutnícky priemysel</td><td>Al, Cr, Mo, Ni, Cu, Zn</td></tr> <tr> <td>ŕažba uhlia</td><td>Fe, Al, Mn, Ni, Cu, Zn</td></tr> <tr> <td>strojárstvo, povrchová úprava</td><td>Cr, Cu, Ni, Zn, Cd, Fe, Al, W, Mo, Pb,</td></tr> <tr> <td>chemický priemysel</td><td>Hg, Cr, Pb, Zn, Ti, Al, Ba, Sr, Mn, As</td></tr> <tr> <td>farby, laky, pigmenty</td><td>Se</td></tr> <tr> <td>buničina a papier</td><td>Ti, Zn, Al, Ba, Sr, Cr, Se, Cu, Hg</td></tr> <tr> <td>spracovanie koží</td><td>Cr, Al, Fe</td></tr> <tr> <td>textilný priemysel</td><td>Cu, Zn, Cr, Pb, Fe</td></tr> <tr> <td>polygrafický priemysel</td><td>Zn, Cr, Ni, Cd, Cu, Pb</td></tr> <tr> <td>elektrotechnika</td><td>Ag, Se, Ge, Mn, Ni, Pb, Cu, Hg</td></tr> <tr> <td>spaľovanie uhlia</td><td>As, Ti, Al, Ge, Se, Hg, Be, Zn, Mo, Ni</td></tr> <tr> <td>spaľovanie kúrenárskych olejov</td><td>Pb, Sb</td></tr> <tr> <td>pesticídy</td><td>V, Ni, Zn, Cu</td></tr> <tr> <td>priemyselné hnojivá</td><td>Hg, As, Cu, Zn, Ba</td></tr> <tr> <td>korózie potrubia, inhibítory</td><td>Cd, Mn, As</td></tr> <tr> <td>automobilová doprava</td><td>Fe, Pb, Cu, Ni, Zn, Cr, Pb</td></tr> </table>	Výroba	Výskyt stopových prvkov	ŕažba a spracovanie rúd	Fe, Zn, Hg, Hg, Se, Mn, Cu	hutnícky priemysel	Al, Cr, Mo, Ni, Cu, Zn	ŕažba uhlia	Fe, Al, Mn, Ni, Cu, Zn	strojárstvo, povrchová úprava	Cr, Cu, Ni, Zn, Cd, Fe, Al, W, Mo, Pb,	chemický priemysel	Hg, Cr, Pb, Zn, Ti, Al, Ba, Sr, Mn, As	farby, laky, pigmenty	Se	buničina a papier	Ti, Zn, Al, Ba, Sr, Cr, Se, Cu, Hg	spracovanie koží	Cr, Al, Fe	textilný priemysel	Cu, Zn, Cr, Pb, Fe	polygrafický priemysel	Zn, Cr, Ni, Cd, Cu, Pb	elektrotechnika	Ag, Se, Ge, Mn, Ni, Pb, Cu, Hg	spaľovanie uhlia	As, Ti, Al, Ge, Se, Hg, Be, Zn, Mo, Ni	spaľovanie kúrenárskych olejov	Pb, Sb	pesticídy	V, Ni, Zn, Cu	priemyselné hnojivá	Hg, As, Cu, Zn, Ba	korózie potrubia, inhibítory	Cd, Mn, As	automobilová doprava
Výroba	Výskyt stopových prvkov																																			
ŕažba a spracovanie rúd	Fe, Zn, Hg, Hg, Se, Mn, Cu																																			
hutnícky priemysel	Al, Cr, Mo, Ni, Cu, Zn																																			
ŕažba uhlia	Fe, Al, Mn, Ni, Cu, Zn																																			
strojárstvo, povrchová úprava	Cr, Cu, Ni, Zn, Cd, Fe, Al, W, Mo, Pb,																																			
chemický priemysel	Hg, Cr, Pb, Zn, Ti, Al, Ba, Sr, Mn, As																																			
farby, laky, pigmenty	Se																																			
buničina a papier	Ti, Zn, Al, Ba, Sr, Cr, Se, Cu, Hg																																			
spracovanie koží	Cr, Al, Fe																																			
textilný priemysel	Cu, Zn, Cr, Pb, Fe																																			
polygrafický priemysel	Zn, Cr, Ni, Cd, Cu, Pb																																			
elektrotechnika	Ag, Se, Ge, Mn, Ni, Pb, Cu, Hg																																			
spaľovanie uhlia	As, Ti, Al, Ge, Se, Hg, Be, Zn, Mo, Ni																																			
spaľovanie kúrenárskych olejov	Pb, Sb																																			
pesticídy	V, Ni, Zn, Cu																																			
priemyselné hnojivá	Hg, As, Cu, Zn, Ba																																			
korózie potrubia, inhibítory	Cd, Mn, As																																			
automobilová doprava	Fe, Pb, Cu, Ni, Zn, Cr, Pb																																			
	Zdroj: [P13_12]																																			
Znečisťujúce látky	Kovy patria medzi anorganické látky prítomné v prostredí v nízkych, stopových koncentráciách väčšinou menej ako 1 mg/l. Z hľadiska znečisťovania prírodného prostredia je dôležité zaoberať sa najmä toxickými kovmi, presnejšie toxickými stopovými prvkami, ktoré pri určitej koncentrácii pôsobia škodlivo na človeka a ostatné biotické zložky ekosystémov. Medzi najnebezpečnejšie toxické stopové prvky vyskytujúce sa vo vodách patria: Hg, Cd, Pb, As, Se, Cr, Ni, Be, Ag a Sb. Tieto prvky sa v prostredí častejšie vyskytujú v iónovej forme, často sú vyzrážané na pôdnych časticách, vytvárajú zložité komplexy s organickou hmotou, alebo sa sorpcne viažu na pôdnu maticu. Rozpustnosť kovov a ich akútna toxicita sa menia najmä v dôsledku oxidácie a redukcie. Uvádzané stopové prvky sa nemôžu degradovať, niektoré prvky ako Cr, As, Se a Hg sa môžu v pôde transformovať na iný oxidačný stupeň, pričom sa mení ich mobilita a toxicita. Najtoxickjšou formou výskytu sú jednoduché ióny [P13_13]. Významnou vlastnosťou kovov je ich akumulácia schopnosť v sedimentoch, pôdach, rastlinách a živočíchoch (najmä prvky Cd, Hg, Pb, Al, Cu a Zn) [P13_14]. Prirodzené koncentrácie jednotlivých prvkov v horninovom prostredí môžu byť vzhľadom na lokálne pôdne podmienky značne rozdielne [P13_15] [P13_16]. Všeobecne platí, že koncentrácie stopových prvkov vo vodách sú oveľa nižšie ako ich koncentrácie v horninách a tiež nižšie ako rovnovážne koncentrácie [P13_17]. Koncentrácie stopových prvkov vo vodách ovplyvňuje najmä forma ich výskytu, celkové chemické zloženie vody, rozpustnosť a vlastnosti prvku, pH, oxidačno-redukčné podmienky, prítomnosť sorbentov (napr. Fe, Mn hydroxidy, f_{oc}) a iné.																																			

	Koncentrácia niektorých kovov vo vode je limitovaná vyzrážaním ich minerálov, ako sú karbonáty (napr. ceruzit, PbCO_3, smithsonit, ZnCO_3), sírany (chalkantit, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, anglezit, PbSO_4) a sulfidy (sekundárny pyrit FeS_2, auripigment, As_2S_3).
Migrácia znečisťujúcich látok	Pohyb kovov v pásme prevzdušnenia je kontrolovaný najmä mechanizmami adsorpcie a vyzrážania. Ďalej tiež závisí od rozpustnosti kovu vo vode, pevnosti sorpčnej väzby, redoxného potenciálu pôdy, hodnoty pH a od formy výskytu kovu (oxidačný stupeň, komplex s ligandami). Významnú úlohu zohráva prítomnosť ílovej a organickej hmoty v horninovom prostredí. Rozšírenie znečistenia kovmi v pásme prevzdušnenia je obvyčajne malého rozsahu za podmienok, že retenčná kapacita pôdy nie je pre daný kov prekročená, alebo ak sa nezmenia podmienky okolitého prostredia zvyšujúce mobilitu daného kovu [P13_15]. Zmeny podmienok v horninovom prostredí môžu nastať napr. vplyvom postupnej degradácie organickej hmoty (prirodzenej alebo antropogénnej), zmenou pH alebo oxidačno-redukčných podmienok (napr. pri aplikovaní niektorých sanačných techník či v dôsledku prirodzených zvetrávacích procesov). Kontaminácia podzemnej vody kovmi nastáva zvyčajne s oneskorením, v závislosti od mobility kovu v znečistenom horninovom prostredí a pôde. Kovy sú prítomné vo vodách v rozpustenej aj nerozpustenej forme. V rozpustenej forme obvyčajne neprevládajú jednoduché ióny (výnimku predstavujú kovy v málo mineralizovaných vodách bez organického znečistenia a alkalické kovy), ale spravidla komplexy s anorganickými alebo organickými ligandami [P13_18]. Značný podiel kovov (až niekoľko desiatok percent ich celkového obsahu) je vo vodách viazaná adsorpciou na nerozpustené látky (suspendované a koloidné). Adsorbovať na rôznych tuhých fázach (íloch, sedimentoch) sa môžu ako rozpustené formy, aj ako koloidné disperzie vyzrážaných hydroxidov, uhličitánov a fosforečnanov kovov. Do úvahy prichádza aj inkorporácia do biomasy organizmov. Z analytického hľadiska i z hľadiska posudzovania správania sa kovov vo vodách je preto vždy dôležité mať na zreteli bilanciú celkovej koncentrácie kovu [P13_3]. Adsorpčné správanie sa kovov je tiež funkciou pH. Kovy prítomné ako katióny sa pri zvýšení pH ľahšie adsorbujú (napr. Zn^{2+}), a naopak kovy prítomné ako anióny (napr. CrO_4^{2-}) sa za týchto podmienok desorbujú. Tento jav sa nazýva adsorbčná hrana [P13_3]. Z uvedeného vyplýva nutnosť filtrovania vzoriek vody na stanovenie reálnej koncentrácie kovov. Pravdepodobne najvýznamnejší faktor ovplyvňujúci koncentráciu kovov v podzemnej vode je ich adsorpcia na rôzne formy hydroxidu železitého $\text{Fe}(\text{OH})_3$ a hydroxidov mangánu. To má podstatný vplyv na mobilitu kovov, pretože napr. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sa rozpúšťa pri hodnotách pH nižších ako 2,8 – 3,0 a adsorbované kovy sa tak uvoľňujú do roztoku. Mobilita kovov je tiež podmienená oxidačno-redukčnými podmienkami prostredia. Napr. vo veľmi redukčnom prostredí môže dochádzať k redukcii síranov a k vyzrážaniu sekundárnych sulfidov kovov pri reakcii s H_2S alebo HS^-. Koncepčný model transportu kovov zahrňujúci 3 zóny: oxidačnú, prechodnú a redukčnú (pozri obrázok P13_5). Kovy sú najmobilnejšie v prechodnej zóne, kde obvyčajne nie sú adsorbované ani vyzrážané.

	V oxidačnej zóne sú kovy adsorbované na $\text{Fe}(\text{OH})_3$ a v redukčnej zóne sú vyzrážané vo forme sekundárnych síranov. V prechodnej zóne však často nie je prítomný žiadny chemický faktor, ktorý by kontroloval ich mobilitu. V kolektoroch môžu mať tieto zóny dĺžku od desiatok metrov až po kilometre (napr. v eolických sedimentoch s minimom organickej hmoty), v sedimentoch na dne jazera s extrémne vysokou koncentráciou organickej hmoty majú tieto zóny rozmery v decimetroch. Podobná situácia je v kolektoroch kontaminovaných organickou hmotou zo skládok komunálneho typu alebo vo forme ropných uhlíkovodíkov. Vplyvom prebiehajúcich prírodných procesov v pôde, môže pri migrácii potenciálne toxických stopových prvkov dochádzať v rôznej časopriestorovej škále k ich akumulácii alebo redukcii, k zvyšovaniu alebo znižovaniu ich koncentrácií, k zmene ich mobility, k zmene toxicity, a to v rôznej vzdialenosti od primárneho zdroja kontaminácie (dôsledkom ich pôsobenia sú napr. geochemická zonálnosť, geochemické bariéry). Transport kovov vzhľadom na rôzne zdroje znečistenia sa môže zvýšiť kvôli [P13_19]: 1) väzbe na koloidné častice umožňujúce rýchlejší transport, 2) formovaním sa do organických alebo anorganických komplexov s nižšou schopnosťou sorpcie, 3) konkurencii s inými organickými alebo anorganickými látkami pri obsadzovaní sorpčných kapacít, 4) obmedzenej sorpčnej schopnosti povrchu odpadového materiálu.
Prieskum znečistenia	Pri prieskume znečisteného územia kovmi je dôležité: • identifikovať priestorovú variabilitu koncentrácií stopových prvkov a procesy, ktoré túto variabilitu kontrolujú, • určiť pozadové hodnoty – potrebné je získať dostatočné množstvo reprezentatívnych údajov o prirodzených a antropogénnych obsahoch kovov spôsobujúcich kontamináciu prostredia, • používať správny postup pri odbere vzoriek vody, pri konzervácii a filtrácii vzoriek (pozri kapitolu 5.4 a prílohu č. 2 Odporúčané typy vzorkovník a základné pokyny na odber vzoriek vôd a prílohu č. 12 Odporúčaný postup odberu vzoriek podzemnej vody z vrtu), • poznať, v akej forme sa kovy vo vode vyskytujú vzhľadom na ich odlišné správanie sa a toxicitu, • mať vedomosť o formovaní sa kovov do komplexov, k čomu dochádza najmä pri ich vysokých koncentráciách a ak je vo vode zvýšená prítomnosť organickej hmoty vo vode. Hlavným faktorom, kontrolujúcim koncentráciu kovu vo vode je väčšinou jeho adsorpcia na hydroxidy a oxidy železa a mangánu. Tá väčšinou udržiava koncentráciu kovu vo vode pod limitom daným rozpustnosťou minerálu tohto kovu. Intenzita adsorpcie kovov vo forme kationu stúpa so vzrastajúcim pH a naopak klesá so vzrastajúcim pH u kovov vo forme aniónu. Orientačné posúdenie desorpcie kovov zo sedimentov je možné pomocou tzv. sekvenčnej extrakčnej analýzy.

	Migráciu kovov v rozpustenej forme možno študovať v laboratórnych podmienkach pomocou tzv. kolónových testov. Na určenie špeciácie kovov, možné oxidačné čísla kovov alebo posúdenie možností vyzrážania kovov vo forme minerálov sa dajú použiť geochemické programy (napr. MINTEQA, PhreeqC). Uvedené, ale aj ďalšie spôsoby charakterizovania vlastností kovov, sú detailnejšie opísané v literatúre, napr. [P13_3], [P13_14], [P13_16]. V priemyselných areáloch je často, okrem únikov znečisťujúcich látok z výrobného procesu, prítomné aj znečistenie v rozvodných potrubíach, skladovacích a odkalovacích nádržiach. Potenciálne toxické stopové prvky sa vo zvýšených koncentráciách bežne nachádzajú aj v antropogénnych navážkach pod priemyselným areálom. Aj keď majú kovy vo všeobecnosti relatívne malý potenciál migrácie horninovým prostredím, pri ich úniku do povrchového toku môžu byť transportované na veľké vzdialenosti aj niekoľko kilometrov do akumulačnej oblasti toku. Migrácia kovov sa podstatne zvyšuje, ak sú kovy viazané na koloidné častice v toku, alebo sú sorbované napr. na vyzrážané železité okry.
--	--

Obrázok P13_5. Konceptný model transportu kovov



B3. Znečisťovanie územia organickými látkami

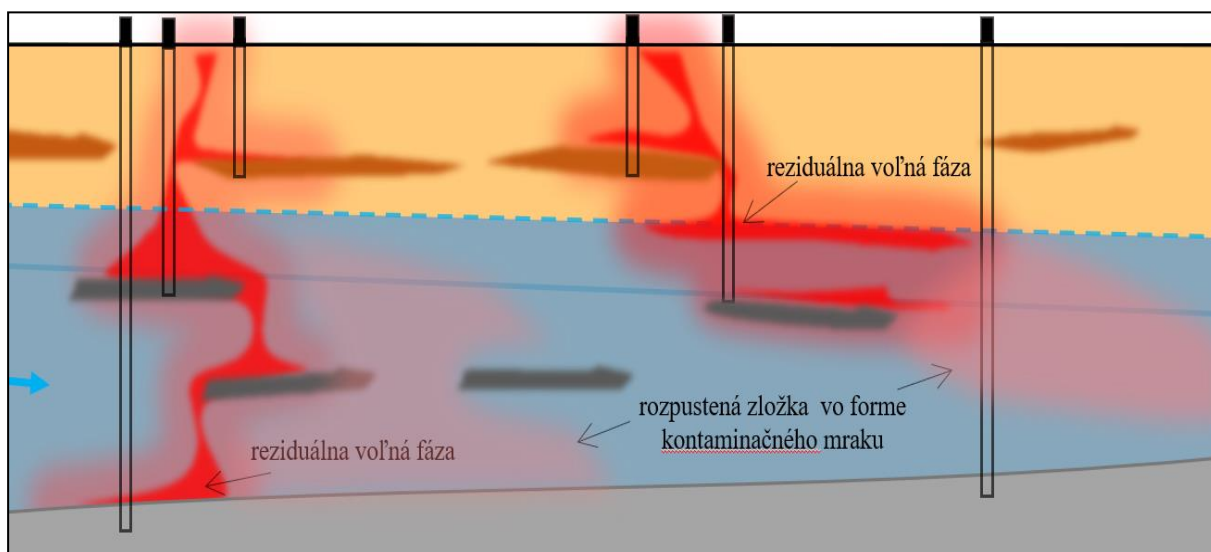
Pri posudzovaní organických látok ako znečisťujúcich látok je potrebné poznať ich škodlivé účinky a ich vlastnosti z hľadiska správania sa v horninovom prostredí a vo vode, ako sú: rozpustnosť vo vode, hustota (merná hmotnosť), viskozita, prchavosť, sorpčné vlastnosti, oxidačno-redukčné vlastnosti, možnosť biotransformácie a biodegradácie (bližšie napr. [P13_20], [P13_21], [P13_3]).

Pôvodné znečisťujúce látky sa v čase môžu meniť, to znamená, že môžu podliehať biochemickým alebo fyzikálno-chemickým procesom za vzniku iných zlúčenín s inými vlastnosťami. Správanie sa jednotlivých organických látok v horninovom prostredí je bližšie uvedené napr. v literatúre [P13_3], [P13_21], [P13_22], [P13_31].

Vzhľadom na charakter migrácie existujú dve hlavné skupiny organických znečisťujúcich látok:

1. ropné látky ľahšie ako voda (LNAPL¹⁰⁰) alebo presnejšie ľahké kvapaliny bez vodnej fázy, organické zlúčeniny slaboz rozpustné vo vode a ľahšie ako voda [P13_23].
2. ropné látky ťažšie ako voda (DNAPL¹⁰¹) alebo presnejšie husté kvapaliny bez vodnej fázy, organické zlúčeniny slaboz rozpustné vo vode a ťažšie ako voda [P13_23].

Obrázok P13_6. Spôsob šírenia sa voľnej fázy ropných uhľovodíkov pre uhľovodíky ľahšie ako voda (LNAPL) a ťažšie ako voda (DNAPL)



Zdroj: [P13_20], [P13_21], upravené

Delenie organických látok na ľahšie a ťažšie ako voda má svoj význam z toho dôvodu, že správanie sa znečisťujúcich látok vo zvodnenej časti kolektora (pásмо nasýtenia) je u týchto látok rozdielne a zásadne sa líši práve vzhľadom na mernú hmotnosť kontaminujúcich látok, čo má vplyv na spôsob šírenia sa znečistenia a taktiež aj na spôsob ich prieskumu a sanácie.

¹⁰⁰ LNAPL – *Light Non-Aqueous Phase Liquid*, ľahká kvapalina bez vodnej fázy, z angl.

¹⁰¹ DNAPL – *Dense Non-Aqueous Phase Liquid*, hustá kvapalina bez vodnej fázy, z angl.

B3.1 Znečisťovanie územia organickými látkami ľahšími ako voda

Znečisťujúce látky

Látky typu LNAPL sú hydrofóbne kvapaliny ropného pôvodu, ktoré sú nemiešateľné s vodou a sú ľahšie ako voda. V prírodnom prostredí preto vystupujú ako oddelená kvapalná fáza, v kontakte s hladinou podzemnej vody plávajúca na vodnej fáze. Zdrojom znečistenia látkami LNAPL je najčastejšie nakladanie s pohonnými hmotami a mazadlami, prípadne s vykurovacím olejom. Tieto látky sú typicky mnohozložkové organické zmesi s prísadami ako metyl-terc-butyléter (MTBE) a alkohol.

Prehľad vybraných látok LNAPL a ich merná hmotnosť a rozpustnosť vo vode:

Chemická látka	Merná hmotnosť (g/cm³)	Rozpustnosť vo vode (mg/l)
benzén	0,87	1,78
etylbenzén	0,87	1,52
toluén	0,86	5,15
xylény	0,86 – 0,88	0,60 – 0,80
benzín (automobilový)	0,72 – 0,76	–
nafta	0,87 – 0,95	–

Zdroj: [P13_21]

Je dôležité uvedomiť si, že rozpustnosť LNAPL vo vode sa môže výrazne líšiť v závislosti od formy, v akej sa vo vode nachádza. Nasledujúca tabuľka ukazuje rozdiely v rozpustnosti aromatických uhľovodíkov BTEX vo vode v prípade, že sa vo vode nachádzajú čisté a v zmesi (typický benzín):

Chemická látka/LNAPL	Rozpustnosť čistej fázy (100 % jedna zložka) (mg/l)	Rozpustnosť benzínu (1 % B, 2 % E, 10 % T, 10 % X) (mg/l)
benzén	1 790	18
etylbenzén	152	3
toluén	470	47
xylény	175	18

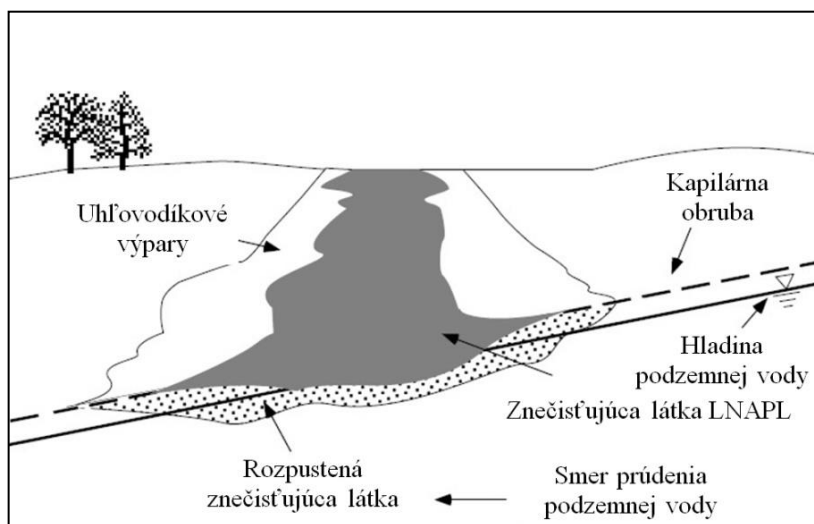
Zdroj: [P13_22]

Vlastnosti LNAPL sú závislé aj od stupňa frakcionácie ropy, t. j. od počtu uhlíkov v reťazci. Rozoznávame frakcie propán-butánový plyn (C₃ – C₄), benzín (C₆ – C₁₂), petrolej/kerozín (C₁₀ – C₁₅), nafta (diesel) a vykurovací olej (C₁₀ – C₂₀), mazacie oleje, vazelína (C₁₆ – C₂₀), parafín, decht a asfalt (> C₂₀).

Migrácia
znečisťujúcich látok

Špecifiká látok ľahších ako voda v geologickom prostredí sú nasledovné:

- znečisťujúce látky prestupujú gravitačne pásom prevzdušnenia, pričom za sebou zanechávajú reziduálnu voľnú fázu,
- pri malom množstve unikajúce látky LNAPL ostanú zadržované kapilárnymi silami v póroch hornín a pôdy, alebo ak uniká dostatočné množstvo kontaminantov, ich migrácia bude prebiehať pokiaľ nedosiahnu fyzikálnu bariéru, napr. nízko priepustnú vrstvu, alebo budú na ne pôsobiť vztlakové sily blízko hladiny podzemnej vody,
- po dosiahnutí kapilárnej obruby sa LNAPL môžu šíriť laterálne ako súvislá vrstva voľnej fázy pozdĺž horného okraja pásma nasýtenia vplyvom gravitácie a kapilárnych síl,

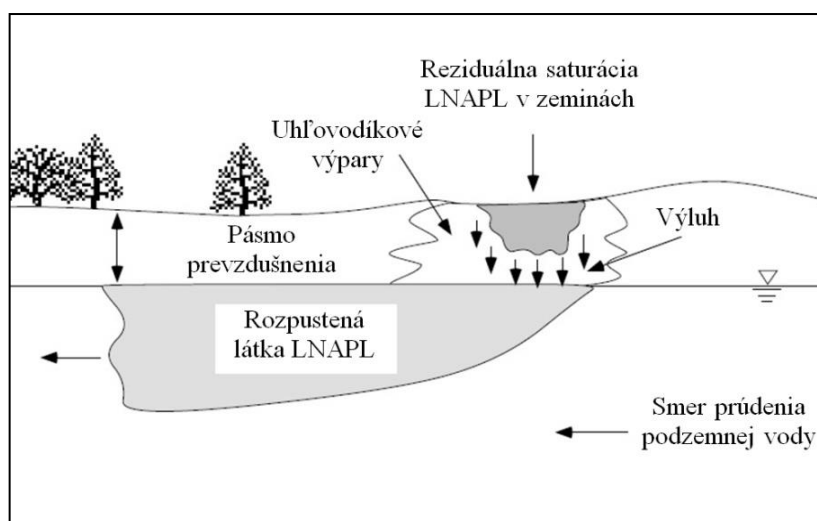


Zdroj: [P13_21], upravené

- hlavná migrácia kontaminantov bude prebiehať v smere maximálneho gradientu hladiny podzemnej vody, avšak čiastočne, v obmedzenom rozsahu môžu LNAPL migrovať aj inými smerom,
- veľké množstvo kontinuálneho úniku LNAPL môže hydrostaticky zatlačiť kapilárnu obrubu a hladinu podzemnej vody hlbšie. Ak je zdroj znečistenia následne už odstránený, nahromadená LNAPL migruje laterálne, hydrostatický tlak od LNAPL prestane pôsobiť a hladina podzemnej vody sa vráti do svojho pôvodného stavu [P13_21].
- vplyvom kolísania hladiny podzemnej vody sa voľná fáza na hladine podzemnej vody dostáva z pásma nasýtenia do pásma prevzdušnenia, kde po opätovnom poklese hladiny ostáva zadržovaná v póroch hornín a pôdy. Podobne sa môže zachytávať voľná fáza aj v pásme nasýtenia pri poklese hladiny podzemnej vody pod jej štandardnú úroveň.

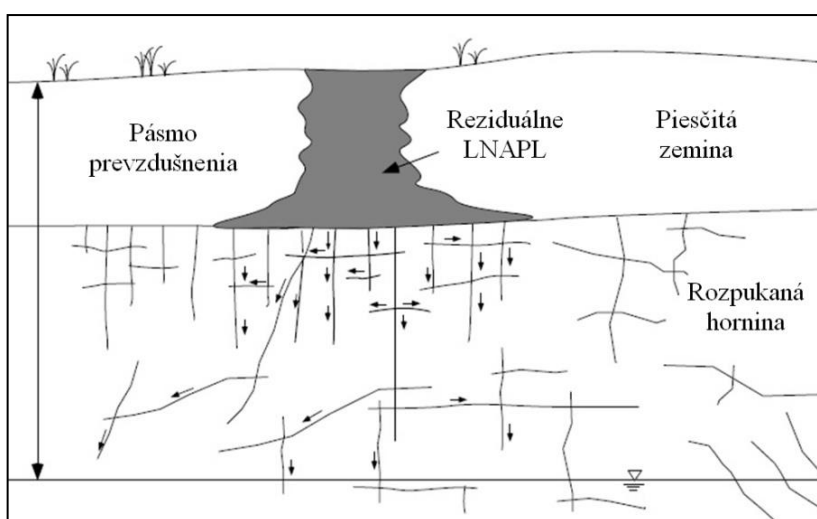
- g. interakciou reziduálnej alebo mobilnej LNAPL s infiltrujúcimi zrážkami a prúdiacou podzemnou vodou bude dochádzať k rozpúšťaniu rozpustných zložiek a tvorbe kontaminačného mraku vo zvodnenci,
- h. vplyvom volatilizácie kontaminantov sa v okrajových častiach znečistenia LNAPL môže vytvárať kontaminačný mrak vo forme organických pár v plynnej fáze pásma prevzdušnenia [P13_24].

V reálnych podmienkach prebieha migrácia LNAPL ako multifázové prúdenie medzi voľnou fázou, fázou rozpustenou vo vode a plynou fázou. Príklady rôznych typov multifázového režimu prúdenia LNAPL uvádzajú napr. [P13_25].



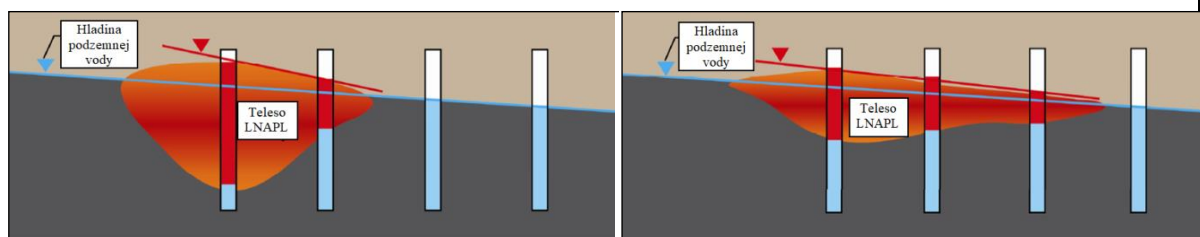
Zdroj: [P13_21], upravené

V puklinovom prostredí v pásme prevzdušnenia (môže ísť o skalné horniny, ale aj o rozpukané ílovce) sú pukliny preferenčnými cestami šírenia sa znečistenia.



Zdroj: [P13_21], upravené

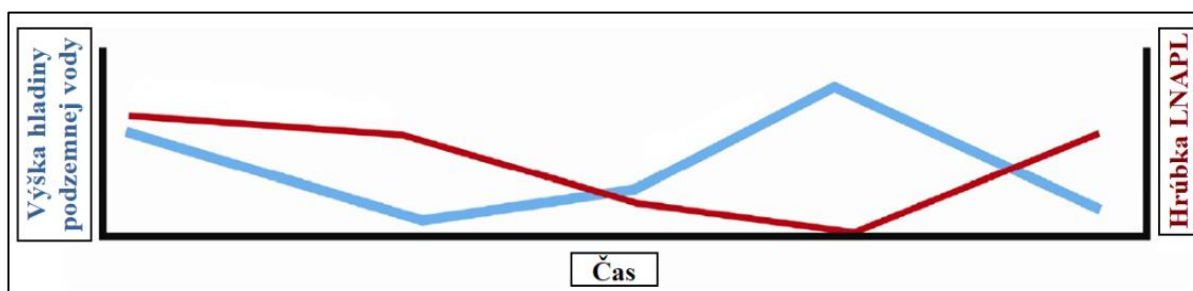
Obrázok P13_7. Vývoj tvaru kontaminačného mraku LNAPL vo vertikálnom reze a jeho prejavov vo forme voľnej fázy ropných látok na hladine podzemnej vody vo vrtoch v prevažne pórovom prostredí



Zdroj: [P13_22], upravené

S kolísaním hladiny podzemnej vody sa môže hrúbka voľnej fázy ropných látok meniť, pričom platí, že čím je hladina podzemnej vody nižšie, tým je hrúbka voľnej fázy väčšia. V extrémnom prípade sa môže voľná fáza ropných látok aj úplne stratiť, resp. bude roztrúsená medzi pórmí pod hladinou podzemnej vody, no pri poklese hladiny sa môže znova objaviť.

Obrázok P13_8. Vzťah medzi výškou hladiny a hrúbkou voľnej fázy



Zdroj: [P13_22], upravené

Osud organických látok LNAPL v prírodnom prostredí

Prirodzená atenuácia organických látok – biodegradácia

Pri znečistení zvodnenca organickými kontaminantmi môže dochádzať k prirodzenej redukcii, resp. priestorovej stagnácii rozsahu kontaminácie. Je to dôsledok tzv. atenuačných procesov, ktoré predstavujú fyzikálne (napr. disperzia, difúzia, riedenie, adsorpcia), chemické (napr. hydrolýza, iónová výmena) a biologické (biodegradácia).

Pri znečistení uhl'ovodíkmi je najčastejšia biodegradácia, keď sa na rozklade organických látok podieľajú aj mikroorganizmy (bližšie napr. [P13_26], [P13_27]).

Degradácia látok LNAPL môže prebiehať v oxidačných alebo redukčných podmienkach.

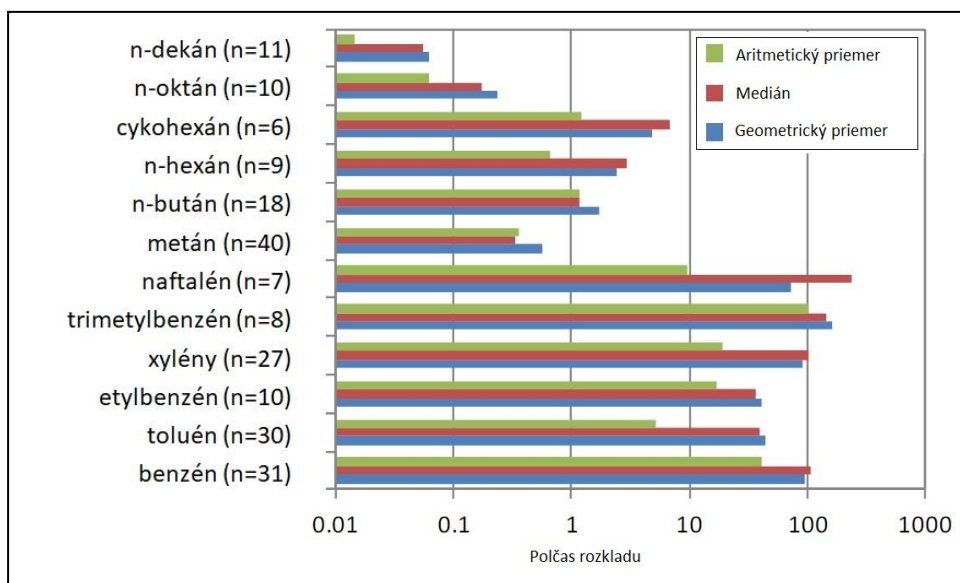
Rôzne typy degradačných reakcií na príklade benzénu:

Chemická reakcia	Typ reakcie (prijemca elektrónov)
$C_6H_6 + 7,5O_2 \rightarrow 6CO_2 + 3H_2O$	Aeróbna respirácia (O_2)
$C_6H_6 + 6NO_3^- + 6H^+ \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 3N_2$	Denitrifikácia (NO_3^-)
$C_6H_6 + 30Fe(OH)_3 + 60H^+ \rightarrow 6CO_2 + 78H_2O + 30Fe^{2+}$	Fe-redukcia ($Fe(III)$)
$C_6H_6 + 15MnO_2 + 30H^+ \rightarrow 6CO_2 + 18H_2O + 15Mn^{2+}$	Mn-redukcia ($Mn(IV)$)
$C_6H_6 + 3,75SO_4^{2-} \rightarrow 6CO_2 + 3H_2O + 3,75S^{2-}$	SO_4 -redukcia (SO_4^{2-})
$C_6H_6 + 4H_2O \rightarrow 2,25CO_2 + 3,75CH_4$	Metanogenéza (CO_2)

Zdroj: [P13_22], upravené

Z hľadiska termodynamiky ovplyvňuje degradačné procesy aj energia reakcií, vyjadrená ako voľná entalpia alebo Gibbsov potenciál. Praktickým dôsledkom týchto dejov je skutočnosť, že z termodynamického hľadiska budú v prostredí s BTEX prednostne oxidovať etylbenzén a xylény pred toluénom. Oxidácia benzénu prebehne až potom.

Nasledovný graf ukazuje poločas rozkladu (uvádza sa v dňoch) vybraných uhlíkovodíkov typu LNAPL v oxidačných podmienkach v pôde. Ide o reakciu prvého rádu, n je počet testovaných vzoriek. Z grafu vyplýva relatívne rýchly rozklad alkánov s jednoduchými uhlíkovými reťazcami, a naopak perzistencia aromatických uhlíkovodíkov:



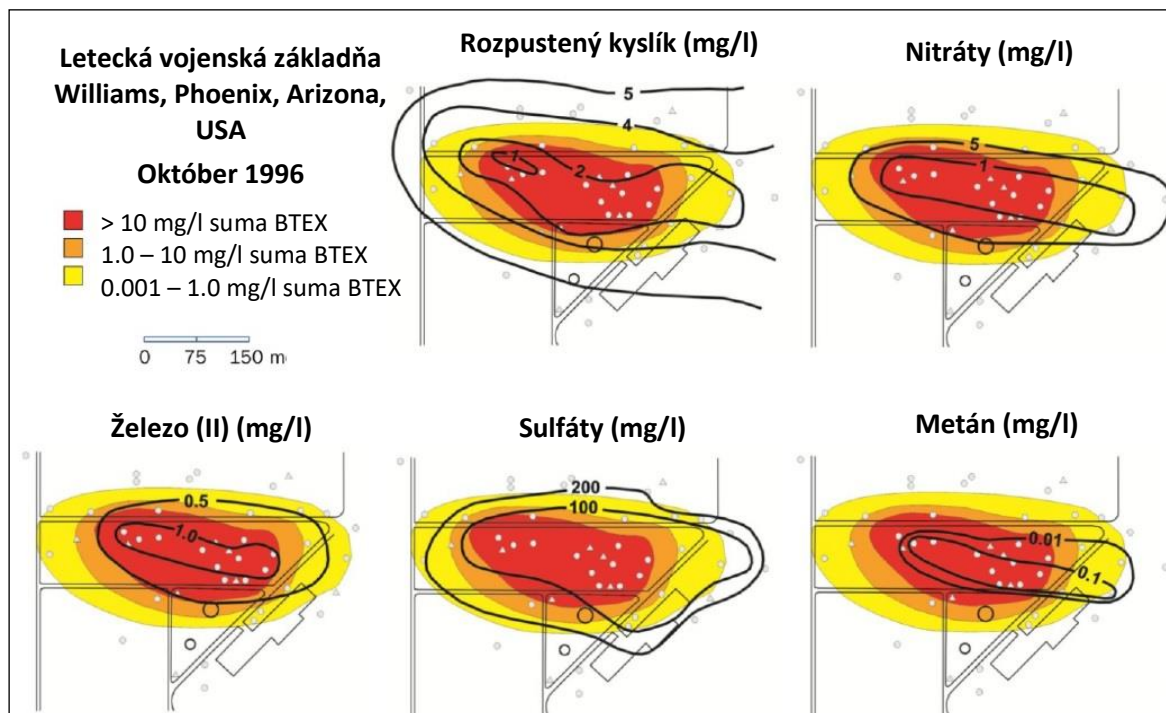
Zdroj: [P13_22], upravené

Prieskum znečistenia

V horninovom prostredí, v pásme prevzdušnenia i pásme nasýtenia, je dôležité lokalizovať **voľnú fázu** jednak v podobe reziduálnej koncentrácie, jednak v podobe súvislej akumulácie.

	Prítomnosť voľnej fázy možno zistiť priamo: • senzoricky – vizuálne (olejový film), čuchom (v závislosti od druhu znečisťujúcej látky už od koncentrácie 0,05 mg/l vo vode), • meraním – špeciálnymi meracími zariadeniami, ktoré sú buď mechanické (v prievitnom odmernom valci sa vizuálne odpočíta hrúbka ropnej vrstvy na hladine) alebo elektrické (pracuje na báze rôznej elektrickej vodivosti vody a prostredia ropných látok s prevažujúcim nepolárnymi zlúčeninami alebo odlišnej špecifickej hmotnosti oboch prostredí), • použitím UV žiarenia (u mnohých organických znečisťujúcich látkach dochádza k fluorescencii); alebo nepriamo: • atmogeochemickým prieskumom (v blízkosti voľnej fázy môže dôjsť k saturácii pôdneho vzduchu danou znečisťujúcou látkou alebo jej degradačnými produktmi – O₂, nitráty, Fe(II), sulfáty, metán, ...), • z koncentrácie znečisťujúcej látky rozpustenej vo vode, keď v tesnej blízkosti voľnej fázy môže dôjsť k saturácii podzemnej vody rozpusteným kontaminantom až na úroveň rozpustnosti znečisťujúcej látky vo vode, alebo v prípade odobratej emulzie zmiešaním voľnej fázy a vody až nad ňu, • výpočtom bilancie hmoty pre vzorku horninového prostredia a pôdy, použitím špeciálnych farbív, ako je napr. Sudán IV [P13_28].
--	--

Obrázok P13_9. Kontaminačný mrak BTEX a izolíne obsahov jeho degradačných produktov (metán) ako nepriamych indikátorov znečistenia LNAPL, ako aj vybraných aniónov a kationov, ktoré dokumentujú biochemické procesy degradácie LNAPL



Zdroj: [P13_22], upravené

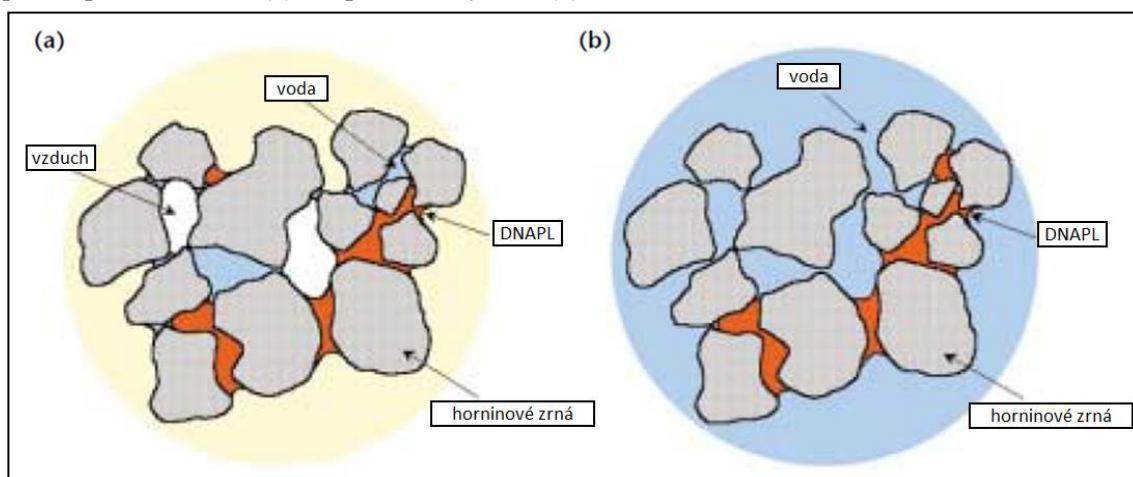
	Určenie množstva mobilnej fázy v pórovom prostredí býva problematické, lebo hrúbka voľnej fázy vo vrte je vyššia ako v okolitom kolektore (existuje viacero prepočítavacích vzťahov – pozri príloha č. 12). Rozpúšťaním voľnej fázy sa generuje kontaminačný mrak. Na jeho vymedzenie vrtmi je možné odporučiť nasledovný postup: 1) dva vrty sa situujú do pozdĺžnej osi mraku. Maximálna dĺžka mraku od zdroja sa určí napr. na základe rýchlosti advekcie a času, ktorý uplynul od prieniku znečisťujúcej látky do kolektora. 2) vrty naprieč kontaminačným mrakom tak, aby sa dali určiť vertikálne rozmery kontaminačného mraku. V teréne na identifikovanie prítomnosti a smeru šírenia organických znečisťujúcich látok, ktoré obsahujú aspoň časť prchavých látok, sa môže použiť atmogeochemický prieskum. Uplatnenie takéhoto prieskumu je predovšetkým v pásme prevzdušnenia, kde sa nachádza reziduálna voľná fáza znečistenia, v pásme nasýtenia je jej použitie problematické. Postup pri atmogeochemickom prieskume prchavých organických látok: - vo vytipovaných miestach (pravidelná alebo nepravidelná sieť bodov) sa vyhlbia sondážne otvory o potrebnej hĺbke, ideálne až na hladinu podzemnej vody, - v určených miestach sa súčasne odoberajú vzorky zemín, aby sa získali údaje o korelačnom vzťahu medzi koncentraciami znečisťujúcich látok v pôdnom vzduchu a v hornine. Mrak znečistenia pôdneho vzduchu môže mať omnoho väčšie rozmery ako zóna reziduálnej čistej fázy. Detekcia znečistenia v pásme nasýtenia môže byť značne problematická už v prípade prítomnosti znečisťujúcej látky v hĺbke väčšej ako 1 m pod hladinou podzemnej vody.
Odbery vzoriek vôd a hornín	• Vzorkovať a analyzovať je potrebné všetky fázy, v ktorých sa znečisťujúce látky môžu vyskytovať. • Pri bežnom vrtaní na jadro môže dochádzať k zahrievaniu vzorkovaného média, čím sa môže zvýšiť schopnosť unikania prchavých organických látok. Vhodnejšie je preto použitie vrtnej technológie typu zarážaných sond (vzorkovacie súpravy), vibračné vrtanie a podobne, alebo odber neporušenej vzorky horniny z počvy vrtu či výkopu špeciálnym odberným zariadením. • Odber vzorky vody je potrebné vykonať z príslušnej hĺbkovej úrovne vzhľadom na charakter znečisťujúcej organickej látky (látky ťažšie ako voda na báze kolektora, látky ľahšie ako voda v hornej časti kolektora). Začerpávanie vzorky by nemalo prebiehať pri vysokých rýchlostiach, aby sa zabránilo víreniu a prevzdušňovaniu vzorky (napr. membránové, piestové, vzduchové čerpadlá). Ideálne je použitie zonálnych odberných zariadení, ktoré umožňujú odber vzorky z určitého úseku kolektora bez prístupu vzduchu z atmosféry. • Rýchlosť prepravy vzorky je dôležitá, pretože je potrebné obmedziť prebiehajúce biochemické a ďalšie reakcie vody, čo ovplyvňuje kvalitu testovanej vody. Vzorky by nemali byť na priamom slnečnom svetle a mali by sa udržiavať v chlade.

B3.2 Znečisťovanie územia organickými látkami ťažšími ako voda

Znečisťujúce látky	Medzi najčastejšie sa vyskytujúce látky ropného pôvodu ťažšie ako voda patria o. i.: <table border="1" data-bbox="451 331 1388 1361"> <tr> <td data-bbox="451 331 699 488">kreozot (uhľový)</td><td data-bbox="699 331 1388 488">Destiluje sa z uhoľného dechtu a tvoria ho najmä polycyklické aromatické uhľovodíky (PAU), ale obsahuje aj fenoly a krezoly. Používa sa na impregnáciu dreva.</td></tr> <tr> <td data-bbox="451 488 699 672">uhľový decht (tér)</td><td data-bbox="699 488 1388 672">Zmes uhľovodíkov vyrábaná karbonizáciou alebo splynovaním uhlia. Tvorí ho zmes fenolov, polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAU) a heterocyklických uhľovodíkov. Používal sa ako palivo a impregnačná látka (térový papier).</td></tr> <tr> <td data-bbox="451 672 699 958">chlórované uhľovodíky – alifatické (CIU)</td><td data-bbox="699 672 1388 958">Halogénderiváty alifatických uhľovodíkov: tetrachlóretén alebo perchlóretén – TECE alt. PCE, trichlóretén – TCE, dichlóretén – DCE, tetrachlórmétán – TECM, trichlórmétán – TCM, ...). Používajú sa vo viacerých odvetviach hospodárstva ako organické rozpúšťadlá, čistiace prostriedky, hasiace látky, chladiace médiá, hnacie plyny v rozprašovačoch a podobne.</td></tr> <tr> <td data-bbox="451 958 699 1075">chlórované uhľovodíky – aromatické</td><td data-bbox="699 958 1388 1075">Halogénderiváty aromatických uhľovodíkov: chlórbenzény. Sú to bežne používané rozpúšťadlá a tiež medziprodukty pri výrobe ďalších chemikálií.</td></tr> <tr> <td data-bbox="451 1075 699 1361">polychlórované bifenyle (PCB)</td><td data-bbox="699 1075 1388 1361">Skupina perzistentných organických látok, ktoré vznikajú chloráciou bifenyllov. Existuje 209 možných podôb PCB, ale komerčné PCB sú zmesou iba 50-tich typov. PCB sú výborné rozpúšťadlá nepochlórnych organických zlúčenín a tukov. Bežne sa používali ako izolačné kvapaliny v transformátoroch a kondenzátoroch, v mazadlách, ako zmäkčovadlá, vo farbách, lepidlách, tesneniach.</td></tr> </table> <i>Zdroj: [P13_31], upravené</i>	kreozot (uhľový)	Destiluje sa z uhoľného dechtu a tvoria ho najmä polycyklické aromatické uhľovodíky (PAU), ale obsahuje aj fenoly a krezoly. Používa sa na impregnáciu dreva.	uhľový decht (tér)	Zmes uhľovodíkov vyrábaná karbonizáciou alebo splynovaním uhlia. Tvorí ho zmes fenolov, polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAU) a heterocyklických uhľovodíkov. Používal sa ako palivo a impregnačná látka (térový papier).	chlórované uhľovodíky – alifatické (CIU)	Halogénderiváty alifatických uhľovodíkov: tetrachlóretén alebo perchlóretén – TECE alt. PCE, trichlóretén – TCE, dichlóretén – DCE, tetrachlórmétán – TECM, trichlórmétán – TCM, ...). Používajú sa vo viacerých odvetviach hospodárstva ako organické rozpúšťadlá, čistiace prostriedky, hasiace látky, chladiace médiá, hnacie plyny v rozprašovačoch a podobne.	chlórované uhľovodíky – aromatické	Halogénderiváty aromatických uhľovodíkov: chlórbenzény. Sú to bežne používané rozpúšťadlá a tiež medziprodukty pri výrobe ďalších chemikálií.	polychlórované bifenyle (PCB)	Skupina perzistentných organických látok, ktoré vznikajú chloráciou bifenyllov. Existuje 209 možných podôb PCB, ale komerčné PCB sú zmesou iba 50-tich typov. PCB sú výborné rozpúšťadlá nepochlórnych organických zlúčenín a tukov. Bežne sa používali ako izolačné kvapaliny v transformátoroch a kondenzátoroch, v mazadlách, ako zmäkčovadlá, vo farbách, lepidlách, tesneniach.
kreozot (uhľový)	Destiluje sa z uhoľného dechtu a tvoria ho najmä polycyklické aromatické uhľovodíky (PAU), ale obsahuje aj fenoly a krezoly. Používa sa na impregnáciu dreva.										
uhľový decht (tér)	Zmes uhľovodíkov vyrábaná karbonizáciou alebo splynovaním uhlia. Tvorí ho zmes fenolov, polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAU) a heterocyklických uhľovodíkov. Používal sa ako palivo a impregnačná látka (térový papier).										
chlórované uhľovodíky – alifatické (CIU)	Halogénderiváty alifatických uhľovodíkov: tetrachlóretén alebo perchlóretén – TECE alt. PCE, trichlóretén – TCE, dichlóretén – DCE, tetrachlórmétán – TECM, trichlórmétán – TCM, ...). Používajú sa vo viacerých odvetviach hospodárstva ako organické rozpúšťadlá, čistiace prostriedky, hasiace látky, chladiace médiá, hnacie plyny v rozprašovačoch a podobne.										
chlórované uhľovodíky – aromatické	Halogénderiváty aromatických uhľovodíkov: chlórbenzény. Sú to bežne používané rozpúšťadlá a tiež medziprodukty pri výrobe ďalších chemikálií.										
polychlórované bifenyle (PCB)	Skupina perzistentných organických látok, ktoré vznikajú chloráciou bifenyllov. Existuje 209 možných podôb PCB, ale komerčné PCB sú zmesou iba 50-tich typov. PCB sú výborné rozpúšťadlá nepochlórnych organických zlúčenín a tukov. Bežne sa používali ako izolačné kvapaliny v transformátoroch a kondenzátoroch, v mazadlách, ako zmäkčovadlá, vo farbách, lepidlách, tesneniach.										
Migrácia znečisťujúcich látok	Delenie organických látok na ľahšie a ťažšie ako voda má svoj význam z toho dôvodu, že správanie sa znečisťujúcich látok vo zvodnenej časti kolektora (pásmo nasýtenia) je pre tieto látky rozdielne a zásadne sa líši práve vzhľadom na mernú hmotnosť znečisťujúcich látok, čo má vplyv na spôsob šírenia sa znečistenia a, samozrejme, aj na spôsob ich prieskumu a sanácie. Špecifiká látok ťažších ako voda v geologickom prostredí sú nasledovné: 1) vo zvodnenom kolektore (pásme nasýtenia) klesajú postupne na dno, pričom sú zanášané prúdom podzemnej vody v smere jej prúdenia, 2) pri prechode pásmom prevzdušnenia a pásmom nasýtenia za sebou zanechávajú reziduálnu voľnú fázu, ktorá sa potom stáva dlhodobým zdrojom rozpusteného znečistenia podzemnej vody i pôdneho vzduchu v pásme prevzdušnenia,										

- 3) po dosiahnutí dna alebo akejkol'vek nehomogenity v geologickom prostredí, ktoré znemožňuje ich ďalšie klesanie na dno zvodne sa posúvajú v smere prúdenia podzemnej vody (či už v podobe voľnej fázy alebo rozpustené v podzemnej vode),
- 4) dočasne sa akumulujú v depresiách nepriepustného podložia, kde tvoria druhotné, časovo nestabilné zdroje šírenia sa znečistenia, v prípade, že skalné podložie je porušené (trhlinami, puklinami, krasovými dutinami), majú tendenciu preniknúť do týchto puklín, trhlín a dutín.

Obrázok P13_10. Reziduálna voľná fáza látky ropného pôvodu ťažšej ako voda a jej správanie sa v pásme prevzdušnenia (a) a v pásme nasýtenia (b)



Zdroj: [P13_31], upravené

V pásme prevzdušnenia sa znečistenie z DNAPL prejavuje ako 4-fázový systém: vo forme výparov, adsorpcie na pevných časticiach, rozpustenej vo vode a voľnej fázy. V pásme nasýtenia je plynná fáza značne limitovaná, a preto sa tu uplatňuje už iba 3-fázový systém.

Prieskum
znečistenia

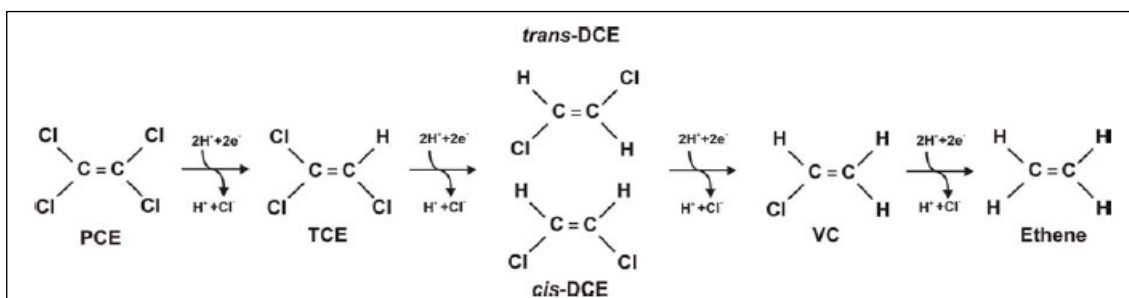
Praktickým dôsledkom uvedených špecifik sú mimoriadne nároky na prieskumné práce v území znečistenom látkami ropného pôvodu, ťažšími ako voda. Je potrebné zvážiť nasledovné prieskumné stratégie:

- 1) vzhľadom na tvorbu sekundárnych zdrojov znečistenia je potrebné mať v území dostatočne podrobnú a dostatočne rozsiahlu sieť prieskumných bodov, koncentrácie znečisťujúcich látok so vzdialenosťou od primárneho zdroja v podzemnej vode nemusia nutne len klesať, ale v mieste ich sekundárnej akumulácie aj skokovito stúpať,
- 2) pre šírenie sa znečistenia podzemnou vodou pri dne zvodnenej vrstvy je kľúčové poznať morfológiu dna (nepriepustného podložia) zvodnenej vrstvy a do jej depresií umiestniť geologické diela,
- 3) vzorkovať vodný stĺpec na úrovni dna zvodnenej vrstvy, alebo použiť na presný hĺbkový odber vzoriek vody vzorkovacie súpravy,
- 4) prieskumné práce zamerať nielen na primárny zdroj znečistenia, ale hľadať v širšom okolí aj prejavy znečisťovania zo sekundárnych zdrojov bez zjavnej súvislosti s primárnym zdrojom – tzv. odplávaných mrakov znečistenia.

Osud organických látok DNAPL v prírodnom prostredí	Z látok ropného pôvodu ťažších ako voda sú v prírodnom prostredí, vzhľadom na frekvenciu ich používania v priemysle a ich migračný potenciál, najbežnejšie znečistenia alifatickými chlórovanými uhl'ovodíkmi – chlórovanými eténmi (etylénmi). Chlórované etény – najčastejšie tetrachlóretén (PCE, TECE) a trichlóretén (TCE) – sú primárne prítomné v rozpúšťadlách. Po uvoľnení do geologického prostredia vplyvom degradačných činiteľov degradujú na dichlóretén (DCE – izoméry cis- a trans-), vinylchlorid (VC, alternat. chlórétén) a konečne etén. V oxidačnom prostredí je konečným členom degradačného radu CO₂. Degradačné produkty viacchlórovaných eténov sú však často z hľadiska environmentálneho a zdravotného rizika nebezpečnejšie ako primárne zlúčeniny. PCE a TCE podliehajú biodegradačným procesom prebiehajúcim obyčajne hlavne v redukčnom prostredí, DCE a VC lepšie degradujú už v oxidačnom prostredí. Hlavným procesom je redukčná dechlorácia, pri ktorej dochádza k postupnému nahradeniu atómov chlóru vodíkom a kde molekuly ClU sú samy elektrónovým akceptorom. TECE a TCE sú toxické a karcinogénne (TCE – A¹⁰²), resp. pravdepodobne karcinogénne (TECE – B1). Dichlóretén poznáme v dvoch izoméroch – cis- a trans-, nie je klasifikovaný ako karcinogén. Vinylchlorid je toxický, je to potvrdený karcinogén (A) a navyše aj plyn, takže sa môže šíriť vyparovaním do ovzdušia. Praktickým dôsledkom uvedených špecifických vlastností je to, že je potrebné sledovať všetky členy degradačného radu chlórovaných uhl'ovodíkov, pretože aj degradačné produkty primárnych uhl'ovodíkov (TECE, TCE), ako je VC, môžu byť karcinogénne. Dôkazom o priebehu biodegradácie je: - vytvorenie redukčných podmienok v prostredí – napr. v dôsledku prítomnosť ropných uhl'ovodíkov alebo vysokých prirodzených obsahov organického uhlíka, - efektívny rozklad týchto zlúčenín nastáva, ak oxidačno-redukčné reakcie prebiehajú minimálne na úrovni redukcie dusičnanov, - hodnoty oxidačno-redukčného potenciálu poukazujú na redukčné podmienky vo zvodnenom prostredí. Oxidačno-redukčný potenciál ako jediný indikátor však môže byť zavádzajúci (napr. v prípade výrazne redukčných vôd v dôsledku prítomnosti prírodnej organickej hmoty alebo sedimentov s pyritom), preto sa odporúča merať aj ďalšie ukazovatele, akými sú kyslík, Fe²⁺ a metán, - ak je v smere šírenia kontaminačného mraku postupná prevaha produktov rozpadu (dcérskych produktov) PCE – TCE – DCE – VC – C₂H₄ – CO₂, - ak je viac ako 80 % DCE prítomné ako cis-1,2-DCE, - pokles koncentrácií kontaminantov v čase.
---	--

¹⁰² Klasifikácia karcinogenity podľa US Environmental Protection Agency (EPA): A – potvrdený ľudský karcinogén, B1 – pravdepodobný karcinogén, limitované humánne dáta, dostatočné údaje na zvieratách, B2 – pravdepodobný karcinogén, nedostatočné humánne dáta, C – látka s možnými karcinogénnymi účinkami na človeka, D – neklasifikovaný ako ľudský karcinogén, E – potvrdené, že látka nemá karcinogénne účinky na človeka (databáza IRIS).

Obrázok P13_11. Degradácia tetrachlóreténu v chemických rovniciach

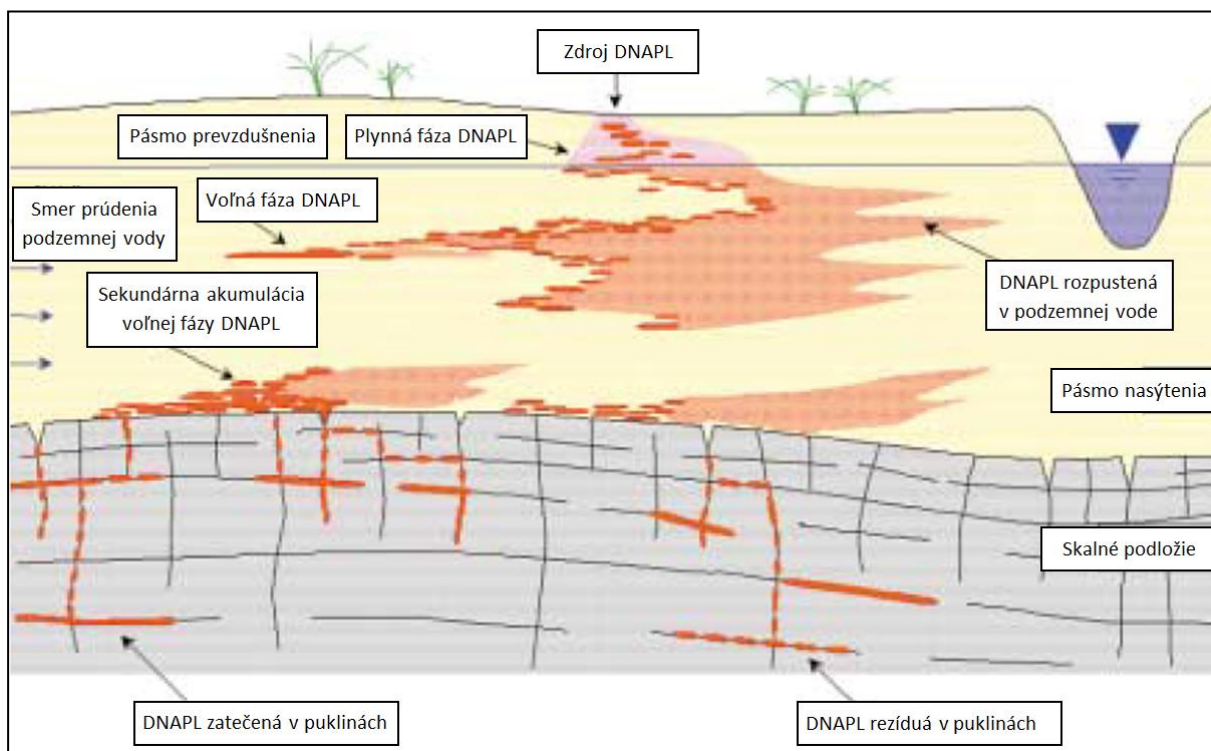


Zdroj: [P13_31], upravené

Pozn.: PCE – tetrachlóretén/perchlóretén, TCE – trichlóretén, DCE – dichlóretén, VC – vinylchlorid, konečným členom degradačného radu je etén (v redukčnom prostredí)

Rozpustnosť týchto látok nie je zanedbateľná, dosahuje v prípade TCE až 1 100 mg/l. Pri maximálnej prípustnej koncentrácii pre TCE = 5 µg/l môžu tieto látky znečistiť obrovské množstvo vody. Všeobecne platí, že s nárastom počtu atómov chlóru v molekule chlórovaných uhlíkovdých ich rozpustnosť klesá. Preto napr. TCE s tromi atómami chlóru je rozpustnejší ako PCE (200 mg/l) so štyrmi atómami.

Obrázok P13_12. Správanie sa látok ropného pôvodu ťažších ako voda v geologickom prostredí



Zdroj: [P13_31], upravené

C. Literárne zdroje a zdroje obrázkov v prílohe

- P13_1 Mikita, S., 2010: *Interakcia skládok údolného typu s hydrosférou*. Bratislava: Katedra hydrogeológie PRIF UK, Dizertačná práca, 131 s.
- P13_2 Tölgyessy, J., Betina, V., Frank, V., Fuska, J., Lesný, J., Moncmanová, A., Palatý, J., Piatrik, M., Pitter, P. a Prousek, J., 1989: *Chémia, biológia a toxikológia vody a ovzdušia*. Bratislava, VEDA, 532 s.
- P13_3 Šráček, O., Datel, J., Mls, J., 2000: *Kontaminační hydrogeologie*. Praha: Karolinum.
- P13_4 Christensen, T. H., Kjeldsen, P., Bjerg, P. L., Jensen, D. L., Christensen, J. B., Baun, A., Albrechtsen, H.-J., and Heron, G.: *Biogeochemistry of landfill leachate plumes*, Appl. Geochem., 2001 16, 659 – 718
- P13_5 Pitter, P., 1999: *Hydrochemie*. Praha, Vyd. VŠCHT, 568 s.
- P13_6 Vaníček, I., 2002: *Sanace skládek, starých ekologických zátěží*. Praha, Vyd. ČVUT, 247 s.
- P13_7 Pelikán, V., 1983: *Ochrana podzemních vod*. Praha, Státní nakladatelství technické literatury, 321 str.
- P13_8 Wiedemeier, T. H., Rifai, H. S., Newell C. J., Wilson, J. T., 1999: *Natural Attenuation of Fuels and Chlorinated Solvents in the Subsurface*. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY.
- P13_9 Christensen, O. F., Cassiani, G., Diggle, P. J., Ribeiro, P. Jr. a Andreotti, G., 2004: *Statistical estimation of the relative efficiency of natural attenuation mechanisms in contaminated aquifers*. In: Stoch. Envir. Res. Risk Ass., 18, s. 339 – 350.
- P13_10 Baedecker, M. J., Back, W., 1979: *Hydrogeological processes and chemical reactions at a landfill: Ground Water*, v. 17, no. 5, p. 429 – 437.
- P13_11 Bjerg, P. L., Tuxen, N., Reitzel, L. A., Albrechtsen, H. J. and Kjeldsen, P., 2011: *Natural Attenuation Processes in Landfill Leachate Plumes at Three Danish Sites*. Ground Water, 49 (5): 688 – 705.
- P13_12 Hyánek, L. et al., 1991: *Čistota vôd*. ALFA, Bratislava, 262 s.
- P13_13 Moore, J. W., Ramamoorthy, S., 1984: *Heavy metals in natural waters: Applied monitoring and impact assessment*. Springer-Verlag, 289 s.
- P13_14 Pitter, P., 2009: *Hydrochemie*. 4th ed., Praha : VŠCHT Praha.
- P13_15 McLean, J. E., Bledsoe, B. E., 1992: *Behavior of metals in soil*. EPA/540/S-92/018, U. S. EPA Cincinnati, OH.
- P13_16 Čurlík, J., Jurkovič, E. 2012: *Pedogeochemia*. Vysokoškolská učebnica. Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, 228 pp.
- P13_17 Hyánková, K., Melioris, L., 1992: *Vybrané kapitoly z hydrogeochemie*. Vysokoškolské skriptá. PriF UK Bratislava.
- P13_18 Pitter, P., 2015: *Hydrochemie*. 5th ed., Praha : VŠCHT Praha.
- P13_19 Puls, R. W., Powell, R. M., Clark, D. A., Paul, C. J., 1991: *Facilitated Transport of Inorganic Contaminants in Ground Water*. U. S. Environmental Protection Agency.
- P13_20 Mercer, J. W., Cohen, R. M., 1990: *A review of immiscible fluids in the subsurface: Properties, models, characterization, and remediation*, J. Contam. Hydrol., 6: p. 107 – 163.
- P13_21 Newell, C. J., Acree, S. D., Ross, R. R., Huling, S. G., Ground, 1995: *Water Issue. Light Nonaqueous Phase Liquids*. U. S. Environmental Protection Agency.

- P13_22 Michael O. Rivett, M. O. (ed.), Tomlinson, D. E., Thornton, S. F., Thomas, A. O., Leharne, S. A., Wealthall, G. O., 2014: *An illustrated handbook of LNAPL transport and fate in the subsurface*. CL:AIRE, London.
www.claire.co.uk/LNAPL
- P13_23 STN ISO 5667-18 Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 18: Pokyny na odber vzoriek podzemnej vody zo znečistených lokalít (zrušená).
- P13_24 Mendoza, C. A., McAlary, T. A., 1989: Modeling of groundwater contamination caused by organic solvent vapors, *Ground Water*, 28(2): 199 – 206.
- P13_25 Williams, D. E., Wilder, D. G., 1971: Gasoline pollution of a ground-water reservoir – A case history, *Ground Water*, 9(6): 50 – 54.
- P13_26 Alvarez, P. J. J., Illman, W. A., 2006: *Bioremediation and Natural Attenuation: Process Fundamentals and Mathematical Models*. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY.
- P13_27 Frankovská, J. Kordík, J., Slaninka, I., Jurkovič, E., Greif, V., Šottník, P., Dananaj, I., Mikita, S., Dercová K., Jánová, V., 2010: *Atlas sanačných metód environmentálnych záťaží. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, 360 str.*
- P13_28 Feenstra, S., Mackay, D. M., Cherry, J. A., 1991: A method for assessing residual NAPL based on organic chemical concentrations in soil samples, *Ground Water Monit. Rev.*, 11(2): 128 – 136.
- P13_29 Borden, R. C., Kao, C. M., 1992. Evaluation of groundwater extraction for remediation of petroleum-contaminated aquifers, *Water Environ. Res.*, 64(1): 28 – 36.
- P13_30 Chapelle, F. H., 1993: *Ground water microbiology and geochemistry*. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY.
- P13_31 Pankow, J. F., Cherry, J. A., 1996: *Illustrated handbook of DNAPL transport and fate in the subsurface* (Environmental Agency Bristol, UK).
<http://eprints.whiterose.ac.uk/90412/1/DNAPL%20handbook%20final.pdf>
- P13_32 Vybíral, V., Gajdoš, V., Matys, M., Némethyová, M., 2005: *Monitorovanie vplyvu environmentálnych záťaží na geologické činitele životného prostredia vo vybraných regiónoch Západných Karpát*. Sensor, spol. s r. o. Bratislava
- P13_33 Kjeldsen, P., Christophersen, M., 2001: Composition of leachate from old landfills in Denmark, *Waste Manag. Res.*, 19, 249 – 256.

Príloha č. 14: Špeciačná analýza a bioprístupnosť

Princípy a definície

Štandardný prístup k hodnoteniu rizikovosti kovov je založený na porovnávaní absolútnych obsahov kovov v sledovaných médiách – kontaminovaných matriciach, ako sú podzemná, povrchová a banská voda, horninové prostredie a pôdy, dnové sedimenty, stavebné konštrukcie a podobne. Inovatívne prístupy, zmieňované v tejto prílohe, sa zameriavajú aj na mobilitu a bioprístupnosť jednotlivých kovov v rôznych podmienkach a stavoch, ktoré môžu nastať, formou špeciačných analýz.

Potenciálne toxické prvky (PTP), ktoré sú v kontaminovaných matriciach životného prostredia prítomné v zvýšených koncentráciách, sa za určitých podmienok môžu stať mobilnými a uvoľňovať sa do okolitých zložiek životného prostredia.

Najvýznamnejšími procesmi, ovplyvňujúcimi geochemické správanie sa PTP v pevných substrátoch, sú procesy desorpcie, ionovýmeny, špecifickej adsorpcie a vyzrážania sekundárnych minerálov. Preto je pri hodnotení potenciálu kontaminácie životného prostredia dôležité poznať nielen celkové obsahy znečisťujúcich látok, ale tiež stanoviť podiel rozpustnej a mobilizovateľnej frakcie sledovaných toxických prvkov [P14_1].

Súčasne platí, že toxicita a mobilita PTP je do značnej miery závislá od konkrétnej chemickej formy PTP a od spôsobu väzby PTP v študovanej matrici. Zmeny v podmienkach prostredia, ako sú acidifikácia, zmeny oxidačno-redukčných podmienok, zvýšenie koncentrácie organických ligandov, môžu viesť k mobilizácii PTP z pevnej do kvapalnej fázy [P14_2].

Špeciačná analýza je definovaná ako analytická činnosť, ktorej účelom je stanovenie zastúpenia jednotlivých špecií (chemickej formy alebo oxidačného stupňa) prvku vo vzorke. Analytické postupy, ktorých výsledkom nie je úplná identifikácia chemickej špecie, sú označované ako frakcionácia. Pod výrazom chemická špeciácia sa rozumie špecifická forma prvku daná jeho izotopovým zložením, elektronickým alebo oxidačným stavom, komplexnou alebo molekulárnou štruktúrou. Frakcionácia prvku sa chápe ako proces klasifikácie analytu alebo skupiny analytov z určitej vzorky na základe určitých fyzikálnych (veľkosť, rozpustnosť) alebo chemických (väzbovosť, reaktivita) vlastností [P14_3].

Postup špeciačnej analýzy je možné všeobecne rozdeliť do nasledovných fáz [P14_4]:

- a) príprava vzoriek,
- b) separácia jednotlivých špecií prvkov alebo frakcií obsahujúcich skupinu špecií pomocou zvolenej separačnej techniky,
- c) detekcia a stanovenie prvku v izolovanej frakcii pomocou zvolenej prvkovo-selektívnej detekčnej techniky,
- d) identifikácia štruktúry väzbového partnera prvku pomocou vhodnej špecifickej detekčnej techniky (napr. hmotnostná spektrometria, ...).

Jednotlivé špecie môžu byť definované

- funkčne (napr. bioprístupné formy),
- operačne (podľa extrakčných činidiel, prípadne postupov použitých na ich izoláciu – jednokrokové extrakcie resp. sekvenčné extrakcie),
- oxidačným stupňom prvku. Jednotlivými špeciami môžu byť u kovov jednotlivé oxidačné stavy prvku ($\text{Se}^{\text{IV,VI}}$, $\text{As}^{\text{III,V}}$, $\text{Sb}^{\text{III,V}}$, $\text{Cr}^{\text{III,VI}}$, $\text{Mn}^{\text{II,VII}}$, ...).

Jednokrokové extrakcie

Jednokrokovými extrakčnými analýzami sa študujú procesy ako sorpcia, degradačné procesy, rozpúšťanie a precipitácia, pričom najčastejšie sú využívané práve pri hodnotení retencie kontaminantov v pôdach alebo sedimentoch [P14_5]. Výhodou je relatívna jednoduchosť a časová nenáročnosť, taktiež schopnosť študovať proces, ktorý ovplyvňuje migráciu bez možného vplyvu transportu sledovaného kontaminantu (pri kolónových experimentoch), ktorý môže komplikovať interpretáciu výsledkov.

Výber extrakčného činidla a postup extrakcie sú zväčša empiricky odvodené. Najpoužívannejšie extrakčné činidlá je možné rozdeliť do nasledujúcich skupín [P14_5]:

- extrakcie s použitím slabého extrakčného činidla: voda, netlmivý soľný roztok, CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, NH_4 , soli Mg, BaCl_2 ,
- extrakcie s použitím redukčného činidla: askorbát sodný, hydroxylamín hydrochlorid, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$,
- extrakcie s použitím slabých kyselín, ide o zriedené roztoky najmä kyseliny octovej a kyseliny citrónovej,
- extrakcie s použitím silných komplexačných (chelatačných) činidiel, a to EDTA, DTPA, NTA,
- extrakcie s použitím kombinovania solí a kyselín, ako sú šťavelan amónny a kyselina šťavelová, octan amónny a kyselina octová, $\text{HNO}_3 + \text{NH}_4\text{F} + \text{HAC}$ (hydroxylamín hydrochlorid) + $\text{HN}_4\text{NO}_3 + \text{EDTA}$ (Mehlich III), a iné,
- extrakcie s použitím zriedených silných kyselín: HNO_3 , HCl , „extrakcia s dvomi kyselinami“ $\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (Mehlich I),
- extrakcie s použitím koncentrovaných silných kyselín: HNO_3 , HCl , HNO_3 , „aqua regia“ konc. $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$.

Tabuľka P14_1: Štandardne používané selektívne extrakcie na analýzu geochemických frakcií v pevných substrátoch, sedimentoch a v banskej hlušine

Extrakčná metóda	Frakcia
Extrakcie roztokmi solí	Fyzikálne sorbovaná, ľahko mobilizovateľná, bioprístupná frakcia
Extrakcie octanom amónnym	Chemicky sorbovaná, výmenná frakcia – rozpúšťa karbonáty a čiastočne aj fázy viazané na slabo kryštalické a amorfné precipitáty oxido-hydroxidov
Extrakcie šťavelanmi	Fázy viazané na kryštalické a amorfné sekundárne precipitáty
Extrakcia s $\text{HClO}_4/\text{HCl}/\text{HNO}_3$	Fázy viazané na sulfidické minerály

Zdroj: [P14_7]

Extrakčné postupy pre bioprístupné formy prvkov

Ako najjednoduchšie extrakčné činidlo je možné použiť destilovanú vodu (extrakcia destilovanou vodou¹⁰³), najčastejšie v pomere L (kvapalná fáza – *liquid*)/S (pevná fáza – *solid*) = 10.

¹⁰³ STN EN 12457-2 Charakterizácia odpadov. Vylúhovanie. Overovacia skúška na vylúhovanie zrnitých odpadových materiálov a kalov. Časť 2: Jednostupňová dávková skúška pri pomere kvapaliny a tuhej látky 10 l/kg materiálov s veľkosťou častíc menšou ako 4 mm (bez zmenšovania alebo so zmenšovaním veľkosti)

Extrakcia pevných materiálov destilovanou (deionizovanou) vodou má simulovať riziko prenosu znečisťujúcich látok z pôdy alebo sedimentu do podzemných alebo povrchových vôd. Extrakcia pevného materiálu prostredníctvom lúhovania v roztokoch simulujúcich kyslý dážď, resp. v zriedených organických kyselinách, produkuje výluhy, ktoré reprezentujú tzv. **bioprístupné formy**. Často sa na predikciu mobility kovov ľahko vylúhovateľných zo znečistených pôd, zemín a sedimentov používa extrakcia pomocou 0,01M roztoku CaCl_2 [P14_8].

Selektívne rozpúšťanie pevných vzoriek Fe oxido-hydroxidov (Fe-okre)

V silne oxidovaných materiáloch bohatých na Fe (Fe-okre, odkaliskové kaly, kontaminované horniny a pôdy v pásme prevzdušnenia) je vhodné získať reprezentatívnu vzorku Fe oxido-hydroxidov. Princípom metódy selektívneho rozpúšťania je odlišná rýchlosť rozpúšťania rôznych minerálnych fáz a zlúčenín v zmesiach pevných substrátov:

- Rozklad oxido-hydroxidov Fe v 5M roztoku HCl – celková koncentrácia sledovaných prvkov v študovaných Fe oxido-hydroxidoch.
- Rozklad oxido-hydroxidov Fe – v destilovanej vode – koncentrácia prvkov viazaných na nestabilné minerálne fázy.
- Rozklad oxido-hydroxidov Fe – šťaveľan amónny – koncentrácia sledovaných prvkov viazaných na slabokryštalické až amorfné minerály ako napr. ferihydrit.
- Rozklad oxido-hydroxidov Fe – dithioničitan-citronan-bikarbonátová metóda (DCB) – rozklad všetkých Fe-oxidov a oxido-hydroxidov. Na základe pomeru $\text{Fe}_{\text{ox}}/\text{Fe}_{\text{dt}}$ v analyzovaných vzorkách okrov je možné stanoviť relatívnu kryštalinitu oxidov a oxido-hydroxidov Fe(III).

Metóda charakterizácie toxicity vylúhovaním

Metóda sa používa na stanovenie vylúhovateľnosti PTP a hodnotenie rizikových materiálov [P14_9]. Metóda slúži na získavanie výluhov stabilných zložiek, ale taktiež prchavých látok. Na základe koncentrácií prvkov (tabuľka P14_2) stanovených vo výluhoch, je možné študovaný pevný substrát klasifikovať na základe limitných hodnôt, stanovených postupom podľa US EPA (2005).

Tabuľka P14_2. Limitné koncentrácie vybraných kovov vo výluhu, na základe ktorých je možné skúšanú matricu (napr. odkaliskový sediment, dnový sediment, materiál banského odvalu a podobne) hodnotiť ako toxický

Ukazovateľ/parameter	Koncentrácia vo výluhu (mg/l)
As	5
Ba	100
Cd	1
Pb	5
Hg	0,2
Ag	5
Se	1

Zdroj: [P14_10]

Hlavnou myšlienkou extrakčnej metódy TCLP¹⁰⁴ je overiť mobilizačný potenciál znečisťujúcich látok – v tomto prípade kovov – z hľadiska ich možnej toxicity.

Výluhy na stanovenie koncentrácie vo výluhu podľa TCLP¹⁰⁵ sa robia buď roztokom acetátu sódného (pH 4,93) pri vzorkách s nízkou alkalinitou, alebo sa vzorky s vysokou alkalinitou lúhujú kyselinou octovou (pH 2,8). Následná extrakcia trvá 18 hodín [P14_11].

Sekvenčné extrakcie

Široko používanými metódami na pochopenie správania sa a distribúcie chemických prvkov v pevnej fáze vo vodnom prostredí, známe ako frakcionácia, sú selektívne extrakčné metódy. Tieto metódy sú založené na účelnom použití skupiny viac či menej selektívnych extrakčných činidiel, vhodne vybraných na základe vysokej účinnosti rozpúšťania rôznych minerálnych frakcií, ktoré môžu byť zodpovedné za zadržiavanie vyšších podielov sledovaných PTP. Rad rôznych extrakčných činidiel sa používa za účelom simulácie rôznych prirodzených alebo antropogénnych zmien vlastností prostredia [P14_3].

Sekvenčné extrakcie pozostávajú väčšinou z 3 – 8 extrakčných krokov, so zvyšujúcou sa „silou“ extrakčných činidiel, ktorých úlohou je selektívne extrahovať alebo rozpúšťať frakcie, ktorých odolnosť voči extrakčným činidlám sa postupne zvyšuje.

Sekvenčné extrakčné procedúry sú najčastejšie zamerané na nasledujúce chemické frakcie:

- výmenná frakcia (bioprístupná a mobilná frakcia) a
- stabilná, nemobilná frakcia (karbonátová frakcia, organická frakcia a frakcia viazaná na oxidy) [P14_6].

Podľa chemického vystupovania a charakteru znečisťujúcej látky (potenciálne toxického prvku) môžeme sekvenčné extrakcie vhodne rozdeliť na dve hlavné skupiny:

- a) sekvenčné extrakčné metódy frakcionácie potenciálne toxických prvkov v kationovej forme,
- b) sekvenčné extrakčné metódy frakcionácie potenciálne toxických prvkov v aniónovej forme.

Sekvenčné extrakčné metódy frakcionácie potenciálne toxických prvkov v kationovej forme

Táto sekvenčná analýza sa často používa na hodnotenie sedimentov (odpadov pochádzajúcich z ťažby a spracovania rúd) s obsahom PTP v kationovej forme (ako napr. Cu^{2+} , Pb^{2+} a podobne). Táto metóda rozdeľuje sledované prvky v prírodnom prostredí do štyroch rozpustných a jednej nerozpustnej frakcie:

- 1) vodorozpustná frakcia – charakterizuje podiel sledovaného prvku rozpusteného vo vodnej fáze vo forme anorganických solí,
- 2) iónovymeniteľná a karbonátová frakcia – charakterizuje podiel sledovaného prvku adsorbovaného anorganickými soľami a viazaného v karbonátoch, ktoré sa uvoľňujú do vodného prostredia pri zmene pH z neutrálneho na mierne kyslé,
- 3) redukovateľná frakcia – charakterizuje podiel sledovaného prvku viazaného na oxidy Fe a Mn, ktoré sú termodynamicky nestabilné a uvoľňujú stopové prvky do vodného prostredia pri zmene jeho redox potenciálu,

¹⁰⁴ TCLP – Toxicity characteristic leaching procedure – Charakteristika toxicity na základe výluhu [P13_9]

¹⁰⁵ U. S. EPA Method 1311 <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-12/documents/1311.pdf>

- 4) organicko-sulfidická frakcia – charakterizuje podiel sledovaného prvku viazaného na organickú hmotu a sulfidy, ktorý sa uvoľňuje v dôsledku oxidácie a následnej degradácie organických látok a v dôsledku rozkladu sulfidov pri zmene fyzikálno-chemických podmienok,
- 5) nerozpustná (reziduálna) frakcia – zvyšková frakcia – určuje podiel prvkov viazaných na primárne a sekundárne minerály, ktoré sa za podmienok bežne vyskytujúcich v prírode neuvoľňujú do vodného prostredia.

Analógiou tohto postupu je zjednodušená trojkroková metodika vyvinutá v rámci programu *Standards, Measurement and Testing Program* [P14_12]. Táto metodika je v súčasnosti jednou z najpoužívanejších metód vďaka existencii referenčného materiálu – riečneho sedimentu – CRM 601, ktorý bol pripravený Európskou komisiou pre referenčné materiály (BCR). Uvedený postup odpovedá štandardnému postupu hodnotenia sedimentov v krajinách EU [P14_13] [P14_14].

Sekvenčné extrakčné metódy frakcionácie potenciálne toxických prvkov v aniónovej forme

Na frakcionáciu kontaminantov v aniónovej forme (ako napr. AsO_4^{3-} , SbO_3^{3-} a podobne) používanú pri hodnotení pevných substrátov, pôd, sedimentov (odpadov pochádzajúcich z ťažby a spracovania rúd), je vhodné podľa laboratórnych zistení použiť upravenú kombinovanú metódu (podľa [P14_15], [P14_16]). Podľa tejto metodiky sa realizujú tri kroky viacstupňovej extrakčnej analýzy na stanovenie podielu prvkov v mobilnej forme a stanovený reziduálny nerozpustný zvyšok. Táto metóda rozdeľuje sledované prvky v prírodnom prostredí do štyroch frakcií:

- 1) vymeniteľná (extr. činidlo 1 M MgCl_2 , 1 hod),
- 2) karbonátová, Mn oxidy, veľmi amorfné Fe hydroxidy (extr. činidlo 0,1 mol/l HCl, 2 hod),
- 3) amorfné Fe hydroxidy (extr. činidlo 0,1 mol/l NaOH, 17 hod),
- 4) kryštalické oxidy (rezíduum).

Hlavnou výhodou sekvenčných extrakčných procedúr je schopnosť do určitej miery simulovať prirodzené procesy, ktoré môžu prebiehať v pôdach a sedimentoch (napr. desorpcia prvkov z pevnej fázy).

Hlavnými nevýhodami a príčinami vzniku nepresností sekvenčných extrakčných procedúr sú nedostatočná selektivita extrakčných činidiel, ktoré môžu rozpúšťať aj iné ako cieľové zložky, prvky uvoľnené pri selektívnom rozpúšťaní v predošlých krokoch sa môžu znovu sorbovať na zvyšnú pevnú fázu vzorky, zaobchádzanie so vzorkou pred extrakčným experimentom môže viesť k zmene špeciácie sledovaného prvku, konkrétne k oxidácii redukovaných foriem prvkov [P14_6].

Identifikácia minerálnych fáz v pevných substrátoch s obsahom znečisťujúcej látky

Identifikácia minerálneho zloženia pevného substrátu s obsahom znečisťujúcej látky v spojení s celkovými obsahmi PTP v hodnotenom substráte poskytuje informáciu o spôsobe viazania PTP (sorbované, v kryštálovej mriežke a podobne) v danej matici.

Prítomnosť nestabilných minerálnych fáz môže predstavovať oveľa väčšie nebezpečenstvo pre okolité životné prostredie ako pevné substráty s vysokými koncentráciami PTP viazaných na inertné minerálne fázy.

Základnú mineralogickú charakteristiku môžeme získať použitím binokulárnej lupy alebo polarizačného mikroskopu.

Tieto metódy sú vhodné aj na rozdelenie vzoriek na ďalšie analytické postupy, napr. odseparovanú ťažkú frakciu možno ďalej skúmať mikroskopicky v odrazenom svetle (je potrebné vyhotoviť leštený preparát – výbrus – na pozorovanie v polarizačnom mikroskope).

Podrobnejšiu identifikáciu prítomných minerálov je možné získať využitím metód elektrónovej mikroskopie (skenovacia, transmisná) alebo röntgenovej difrakčnej analýzy (kvantitatívna RTG difrakčná analýza v kombinácii s Rietveldovým spresňovaním), pričom prítomné ílové minerály sa kvantifikujú v orientovaných preparátoch.

Výsledky takejto metódy sú presné, ľahko dosiahnuteľné a zároveň finančne nenáročné. Na základe známych údajov o jednotlivých mineráloch je možné stanoviť mieru stability kontaminantov na ne viazaných. V prípade, že v mikroskope nie je pozorovaná žiadna alterácia, resp. oxidácia sulfidov, podmienky v danom geologickom prostredí sú stabilné, nedochádza k oxidácii/alterácii sulfidov, a tak ani ku kontaminácii pórových vôd v pásme prevzdušnenia.

V prípade, ak sa v predchádzajúcich krokoch zistí, že kontaminanty sú viazané na nestabilné, ľahko rozpustné minerálne fázy (napr. sekundárne oxidy/oxido-hydroxidy), je potrebné použiť presné metódy mineralogického výskumu, na identifikáciu a charakterizáciu týchto fáz. Tak je následne možné zhodnotiť a predpokladať ďalšie správanie sa a prípadnú možnosť mobilizácie potenciálne toxických prvkov.

Chemické zloženie sekundárnych minerálnych fáz sa najjednoduchšie a najpresnejšie stanovuje elektrónovou mikroanalýzou, prípadne metódou ICP s laserovou abláciou. Na presnú identifikáciu sekundárnych minerálnych fáz je potrebné použiť ďalšie metódy. Ak je možné vyseparovať pod binokulárnou lupou dostatočné množstvo vzorky, ideálnou je metóda RTG práškovej difrakčnej analýzy. Identifikácia jednotlivých zŕn priamo v leštenom preparáte je tiež možná, napríklad metódou RTG mikrodifrakcie alebo Ramanovou spektroskopiou, ale tieto metódy sú pomerne ťažko dostupné.

Literárne zdroje v prílohe

- P14_1 Bird, G., Brewer, P., Macklin, M., Balteanu, D., Driga, B., Serban, M., et al., 2003: The solid state partitioning of contaminant metals and As in river channel sediments of the mining affected Tisa drainage basin, northwestern Romania and eastern Hungary. *Applied Geochemistry*, 18, 1583 – 1595.
- P14_2 Gleyzes, C., Tellier, S., & Astruc, M., 2002: Fractionation studies of trace elements in contaminated soils and sediments: A review of sequential extraction procedures. *TrAC. Trends in Analytical Chemistry*, 21 (6 – 7), 451 – 467.
- P14_3 Templeton, D. M., 2000: Guidelines for terms related to chemical speciation and fractionation of elements. Definitions, structural aspects, and methodological approaches (IUPAC Recommendations 2000). *Pure Appl. Chem.*, Vol. 72, No.8, pp. 1453 – 1470.
- P14_4 Rychlovský, P., 2008: Prvková analýza a speciace. In: *Moderní analytické metody v geologii*, Praha, 2008.
<https://old.vscht.cz/anl/paci/PAC/prezentace/Moderni%20analyticke%20metody%20v%20geologii.pdf>
- P14_5 Knödel, K., Lange, G. Voigt, H.-J., 2007: *Environmental Geology – Handbook of Field Methods and Case Studies*.
- P14_6 Peijnenburg, W. J., Zablotskaja, M., Vijver M. G., 2007: Monitoring metals in terrestrial environments within a bioavailability framework and a focus on soil extraction. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2007 Jun; 67(2):163 – 79. Epub 2007 Apr 18.

- P14_7 Heikkinen, P., M., Räisänen, M. L. 2008. Mineralogical and geochemical alteration of Hitura sulphide mine tailings with emphasis on nickel mobility and retention. *Journal of Geochemical Exploration* 97, 1 – 20.
- P14_8 Ettler, V., Mihaljevič, M., Šebek, O., Nechutný, Z., 2007: Antimony availability in highly polluted soils and sediments – A comparison of single extractions. *Chemosphere*. 68, 455 – 63.
- P14_9 The EPA TCLP: Toxicity Characteristic Leaching Procedure and Characteristic Wastes (D-codes)
<http://www.ehso.com>
- P14_10 Hazardous Waste Fact Sheet: TCLP: Toxicity Characteristic Leaching Procedure and Characteristic Hazardous Wastes Provided by EHSO: <http://www.EHSO.com>
- P14_11 <https://www.epa.gov/hw-sw846/sw-846-test-method-1311-toxicity-characteristic-leaching-procedure>
- P14_12 Quevauviller, P., 1998: The EC Standards, Measurements and Testing Programme in support of the quality control of waste analysis. *Talanta*. 1998
- P14_13 Rauret, G., López-Sánchez, J. F., Sahuquillo, A., Barahona, E., Lachica, M., Ure, A. M., Davidson, C. M., Gomez, A., Lück, D., Bacon, J., Yli-Halla, M., Muntau, H., Quevauviller, P., 2000: Application of a modified BCR sequential extraction (three-step) procedure for the determination of extractable trace metal contents in a sewage sludge amended soil reference material (CRM 483), complemented by a three-year stability study of acetic acid and EDTA extractable metal content. *J Environ Monit*. 2000 Jun; 2(3): 228 – 33.
- P14_14 Rauret, G., López-Sánchez, J. F., Sahuquillo, A., Rubio, R., Davidson, Ure, A., Quevauviller, P., 1999: Improvement of the BCR three step sequential extraction procedure prior to the certification of new sediment and soil reference materials. *J Environ Monit*. 1999 Feb; 1(1): 57 – 61.
- P14_15 Keon, N. E., Swartz, C. H., Brabander, D. J., Harvey, C., and Hemond, H. F., 2001: Validation of an arsenic sequential extraction method for evaluating mobility in sediments, *Environ. Sci. Technol.*, 35, 2778 – 2784.
- P14_16 Shiowatana, J., McLaren, R. G., Chanmekha, N., Samphao, A., 2001: Fractionation of arsenic in soil by a continuous-flow sequential extraction method. *J Environ Qual*. 2001 Nov–Dec; 30(6): 1940 – 9.

Príloha č. 15: Problematika stanovenia obsahu ropných látok a interpretácia výsledkov

Ropnými látkami alebo látkami ropného pôvodu označujeme uhl'ovodíky, ktoré bezprostredne pochádzajú z ropy a ich zmesi, ktoré sú pri teplote 40°C ešte kvapalné. Ropné látky sa dostávajú do životného prostredia pri činnostiach, ako sú ťažba a spracovanie ropy, skladovanie, preprava a využívanie ropných produktov. Ropnými látkami sú najmä PHM (pohonné hmoty a mazadlá – napr. benzíny¹⁰⁶, petrolej, motorová nafta¹⁰⁷), vykurovací olej a mazacie oleje, mazut, rozpúšťadlá na báze benzénov, rôzne petrochemikálie a podobne.

Na účely prieskumu znečisteného územia a analýzy rizika sa používa ako ukazovateľ prítomnosti rozpustených organických látok (vrátane ropných látok) skupinový nešpecifický ukazovateľ **nepolárne extrahovateľné látky** (NEL), stanovovaný spektrometricky (NEL-UV, NEL-IR¹⁰⁸) alebo chromatograficky (NEL-GC, označovaný tiež ako uhl'ovodíkový index $C_{10}-C_{40}$).

Nepolárne extrahovateľné látky môžu pochádzať z ropných produktov, ale aj z inej organickej hmoty, mikroorganizmov, preto v malom množstve sú prirodzenou súčasťou vody vrátane podzemnej vody plytkého obehu, najmä ak je jej kvalita ovplyvnená činnosťou mikroorganizmov, napr. rozkladom rastlinných a živočíšnych tiel.

Extrahovateľné látky (EL) sú tie látky, ktoré za určitých podmienok prechádzajú z pevnej alebo kvapalnej fázy vzorky do organického rozpúšťadla. Ide o širokú škálu látok, zahŕňajúcu oleje (minerálne a rastlinné), tuky, mydlá, živice, vosky, ťažké uhl'ovodíky, fenoly, PCB, organické rozpúšťadlá a rôzne ďalšie látky. Pretože neexistujú selektívne organické rozpúšťadlá, do ktorých by prechádzali len jednotlivé typy látok, stanoví sa ich zmes. Polárne látky¹⁰⁹ (najmä fenoly) sa zo zmesi extrahovateľných látok odstránia vhodným polárnym sorbentom (napr. silikagel).

Z ropných látok medzi nepolárne extrahovateľné látky patria alkíny, izoalkány, alkény, cykloalkány, aromáty (BTEX) a polyaromáty (PAU), ako aj ďalšie nepolárne látky, napr. organické halogenderiváty a nitroderiváty.

Vhodnosť použitia niektorej z laboratórnych metód je podmienená možnosťami a obmedzeniami týchto metód.

- **IR spektrometria (NEL-IR** – stanovenie nepolárnych extrahovateľných látok v infračervenej časti spektra) stanoví predovšetkým alifatické uhl'ovodíky, aromatické sú zachytené až vo vysokých koncentráciách. Metóda využíva absorpcie elektromagnetického žiarenia v oblasti valenčných vibrácií C–H väzieb. Používajú sa odlišné spôsoby výpočtu koncentrácie NEL pre vzorky s veľmi nízkym a vysokým obsahom NEL. Metóda dosahuje dostatočnú presnosť (okolo 5 %), aj citlivosť. Problémy s interpretáciou výsledkov môžu nastať pri zložitých uhl'ovodíkových zmesných látkach a nevhodne zvolenom kalibračnom štandarde.

¹⁰⁶ Benzín je zmes uhl'ovodíkov $C_4 - C_{12}$, a to alkánov, cykloalkánov, arómatov a alkénov, pre zlepšenie vlastností s prídavkom izooktánu alebo benzénu, s obsahom rizikových zložiek: benzén – do 5 %, toluén – do 35 %, naftalén – do 1 %, trimetylbenzén – do 7 %, MTBE – do 18 % a ďalších.

¹⁰⁷ Motorová nafta je zmes prevažne alifatických uhl'ovodíkov – alkánov (75 %) a aromatických uhl'ovodíkov (25 %) $C_8 - C_{21}$ (podľa niektorých zdrojov $C_9 - C_{22}$).

¹⁰⁸ Niekedy sa namiesto skratky NEL-IR (IR = *infra red*, z angl. infračervený) používa slovenský ekvivalent skratky NEL-IC.

¹⁰⁹ Sem sa radia najmä fenoly, nafténové kyseliny, trihydroxyderiváty (trioly), tiofén, dusíkaté organické zlúčeniny, vysokomolekulárne aromatické látky (ropné živice, asfaltény).

- **UV spektrometria (NEL-UV** – stanovenie nepolárnych extrahovateľných látok v ultrafialovej časti spektra) nie je vhodná na stanovenie NEL s nízkym obsahom arómatov. Stanoví aromatické uhľovodíky a alifatické uhľovodíky s konjugovanými dvojitými väzbami¹¹⁰ (napr. alkadiény). V prípade ropných látok dáva táto metóda dobré výsledky vtedy, ak sa ako kalibračný štandard použije ropná látka totožná s analyzovanou ropnou látkou. Pri analýze ropných látok neznámeho zloženia alebo látok dlhodobo vystavených prírodným podmienkam (degradovaným) je splnenie tejto podmienky problematické. Správne výsledky v takýchto prípadoch nedávajú ani univerzálne zmesné štandardy.
- **Plynová chromatografia**¹¹¹ (NEL-GC¹¹² alebo tiež uhľovodíkový index C₁₀-C₄₀) má vysokú citlivosť aj presnosť (5 – 10 %). V praxi sa používajú rôzne chromatografické metódy a detektory na stanovenie prchavých uhľovodíkov, je to napr. metóda *head space*. Pre zmesi organických látok je vhodné chromatografické stanovenie doplniť hmotovým detektorom (*mass detector*).

Pretože stanovenie NEL je neselektívnou analytickou metódou, čo vyplýva z veľkého spektra jednotlivých organických látok, ktoré tvoria ropu a ropné produkty je nutné zloženie látok stanoviť identifikačnými metódami (GC-MS¹¹³, LC-MS¹¹⁴) a až na ich základe zvážiť vhodnú analytickú metódu stanovenia.

Jednotlivé analytické metódy použité na stanovenie ropných látok nemožno navzájom porovnávať, pretože každá metóda stanovuje z množiny ropných látok len ich časť.

Stanovenie NEL-UV a NEL-IR spektrometriou patrí medzi používané fyzikálnochemické analytické metódy. Ich význam spočíva hlavne v dostupnosti prístrojového zariadenia (v porovnaní s inou, cenovo náročnou prístrojovou technikou), v relatívnej jednoduchosti a tiež v potrebe nadväznosti na staršie práce a analytické výsledky.

Na správnu interpretáciu výsledkov predovšetkým pri rozsiahlom znečistení a zložitých uhľovodíkových zmesných znečisťujúcich látkach je potrebné:

- 1) vopred konzultovať so zvoleným laboratóriom očakávaný druh znečisťujúcej látky a tiež aj očakávané koncentrácie¹¹⁵ (kvôli správnej voľbe kalibračných štandardov a laboratórnych postupov),
- 2) konfrontovať výsledky skupinových neselektívnych metód (NEL, TOC) so stanoveniami selektívnych metód (BTEX, PAU, halogénderiváty) a v prípade, že vykazujú navzájom neporovnateľné výsledky, konzultovať ich s príslušným laboratóriom,
- 3) pri väčšom počte vzoriek zadať vzorky internej a externej kontroly.

¹¹⁰ Konjugované väzby sú dvojité väzby od seba oddelené jednou jednoduchou väzbou (napr. alkadién: – C = C – C = C –).

¹¹¹ STN EN ISO 9377-2.

¹¹² GC – *Gas Chromatography*, z angl. plynová chromatografia.

¹¹³ GC-MS – *Gas chromatography – mass spectrometry* (plynová chromatografia s hmotnostným spektrometrom)

¹¹⁴ LC-MS – *Liquid chromatography – mass spectrometry* (kvapalinová chromatografia s hmotnostným spektrometrom)

¹¹⁵ Pozn.: Ide o určenie očakávanej miery znečistenia vo všeobecnej rovine, napr. na stupnici *veľmi nízke koncentrácie – stredne vysoké až vysoké koncentrácie okolo IT – mimoriadne vysoké koncentrácie vysoko nad IT – voľná fáza*

Príloha č. 16: Návrh osvedčených postupov pre implementáciu do systémov riadenia kvality na vykonávanie prieskumu znečisteného územia

Neustále sa zvyšujúce požiadavky objednávateľov na kvalitu geologických prác, najmä v súvislosti s poskytovaním záruk na vykonávané práce obstarávané vo verejnom obstarávaní, vedú vykonávateľov geologických prác k potrebe certifikácie systémov riadenia kvality.

Požiadavka na zavedený systém riadenia kvality dodávateľa prác (QMS – *Quality Management System*, napr. ISO 9000 a/alebo ISO 14 000) sa stáva štandardnou požiadavkou na kvalifikáciu zhotoviteľa pre geologické práce financované z verejných zdrojov.

Spoločnosti a organizácie, ktoré majú takéto systémy zavedené, by sa mali od ostatných dodávateľov geologických prác líšiť vyššími požiadavkami na kvalitu vykonávaných prác, ktorá sa v spôsobe práce prejavuje zavedením určitých štandardizovaných postupov a úkonov, ktorých dodržiavanie vedie k vyššej úrovni komplexnosti a kontroly vykonávaných prác.

Z hľadiska vykonávania prieskumu znečisteného územia je možné uplatnenie štandardizovaných postupov vo forme tzv. osvedčených postupov (*good/best practises*) v definovaní nástrojov riadenia a kontroly kvality, napr. podľa štandardu QA/QC (*Quality Assurance/Quality Control* – zabezpečenie kvality/kontrola kvality) pri nasledovných druhoch prác:

- vzorkovacie práce – napr. vypracovanie plánu odberu vzoriek či plánu vzorkovania (podzemnej a povrchovej vody, zemín, stavebných konštrukcií, riečnych sedimentov, odpadov, ...), štandardizované vyplňanie protokolov z odberu vzoriek (podzemnej a povrchovej vody, zemín, stavebných konštrukcií, riečnych sedimentov, odpadov, ...), zadávacích listov (sprievodky vzoriek) a podobne,
- laboratórne práce – napr. definovanými požiadavkami na internú a externú kontrolu laboratórnych prác pri prácach s vyšším počtom odoberaných vzoriek (série odberov nad 100 ks vzoriek),
- geologické činnosti – napr. tlačivami pre terénne merania (hladina podzemnej vody, klimatické údaje, základné parametre vody, atmogeochemické merania, hydrodynamické skúšky, stopovacie skúšky a podobne), geologickú dokumentáciu (vrty, sondy, výkopy, ...), postupmi na zálohovanie údajov a archiváciu dokumentov a podobne.

V praxi sa takéto postupy môžu implementovať napr. zriadením centrálného zásobníka tlačív a formulárov, ktorých postupné vyplňanie v priebehu riešenia danej geologickej úlohy prieskumu znečisteného územia sa centrálnie archivuje vo firemnom informačnom systéme pod číslom alebo kódom danej geologickej úlohy. Tým je umožnená aj priebežná kontrola geologických prác a v prípade potreby aj zaistenie kontinuity prác, napríklad v prípade zmeny či potreby zastúpenia zodpovedného riešiteľa geologickej úlohy.

Dôležité pri tomto spôsobe riadenia geologickej úlohy je, aby sa do informačného systému vkladali jednotlivé súbory (vyplnené protokoly) včas a priebežne, ináč systém neumožňuje kontrolu priebehu prác a má len archívnu funkciu.

Príklad štruktúry adresára hypotetickej geologickej úlohy prieskumu znečisteného územia, s vloženými plánmi vzorkovania a protokolmi odberov vzoriek a terénnych meraní je v nasledovnej tabuľke.

Tabuľka P16_1. Príklad štruktúry adresára hypotetickej geologickej úlohy prieskumu znečisteného územia, s vloženými plánmi vzorkovania a protokolmi odberov vzoriek a terénnych meraní priebežne do štruktúry dopĺňaných podľa zásad QMS

Adresár geologickej úlohy v centrálnom informačnom systéme zhotoviteľa geologických prác (KÓD alebo ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY)		
1_ZMLUVA	Zmluva o dielo	
2_PROJEKT	Projekt geologickej úlohy po opravách, rozpočet a schvaľovací protokol	
3_OBJEDNÁVKY	Objednávka laboratórnych prác – kvalita zemín a podzemnej vody Objednávka laboratórnych prác – zrnitosť Objednávka geofyzikálnych meraní	
4_DOKUMENTY	4_1_PLÁNY VZORKOVANIA	
		Plán odberu vzoriek podzemnej vody
		Plán odberu vzoriek zemín
		Plán odberu vzoriek stavebných konštrukcií
		Plán odberu vzoriek riečnych sedimentov
		Plán odberu vzoriek pôdneho vzduchu
	4_2_PROTOKOLY	
		Protokol odberu vzoriek podzemnej vody
		Protokol odberu vzoriek zemín
		Protokol odberu vzoriek stavebných konštrukcií
		Protokol odberu vzoriek riečnych sedimentov
		Protokol odberu vzoriek pôdneho vzduchu
		Protokol meraní hladín podzemnej vody
		Protokol z atmogeochemických meraní
		Protokol z hydrometrovania tokov
		Protokol z profilovania tokov
		Protokol z hydrodynamickej skúšky
		Protokol zo stopovacej skúšky
		
	4_3_DOKUMENTÁCIE A ČIASTKOVÉ SPRÁVY	
		Dokumentácia vrtných prác
		Fotodokumentácia
		Výsledky geofyzikálnych meraní
		Výsledky atmogeochemických meraní
		Výsledky hydrodynamickej skúšky
		Výsledky geodetických činností
	4_4_ZADÁVACIE LISTY	
	4_5_LABORATÓRNE PROTOKOLY	
	4_6_TABUĽKY VÝSLEDKOV	
5_GIS		
6_ZÁVEREČNÁ SPRÁVA		

Plán odberu vzoriek

Plán odberu vzoriek (plán vzorkovania) je dokument, ktorý sa už v súčasnosti vyžaduje pri akreditovaných odberoch vzoriek a jeho obsah a spracovanie má viacero variantov a úprav.

Jeho štruktúra je však v zásade jednotná a spravidla obsahuje položky:

- 1) Kontaktné údaje:
 - názov a adresa organizácie, ktorá vykonáva odber vzoriek,
 - názov a adresa organizácie, ktorá objednáva odber vzoriek,
 - názov geologickej úlohy a miesto odberu vzoriek.
- 2) Účel odberu vzoriek.
- 3) Body odberu vzoriek (napr. zoznam vzorkovaných geologických diel, prírodných médií alebo konštrukcií, určených na vzorkovanie).
- 4) Mapa odberu vzoriek alebo náčrt miest odberu vzoriek.
- 5) Údaje o vzorkách:
 - druh, počet a veľkosť vzoriek,
 - spôsob odberu vzoriek,
 - spôsob značenia vzoriek, údaje na etikety vzoriek,
 - druh vzorkovnic.
- 6) Požadovaný rozsah terénnych meraní a senzorických skúšok.
- 7) Zásady BOZP pri odbere vzoriek.
- 8) Spôsob uskladnenia a dopravy vzoriek.
- 9) Miesto a čas doručenia odobratých vzoriek, kontaktná osoba určeného laboratórneho strediska.
- 10) Personálne a technické zabezpečenie odberu vzoriek (vedúci vzorkovacej skupiny, technické prostriedky – napr. pridelené čerpadlá, centrály, hladinometry a podobne, dátum odberu, pridelené služobné vozidlo a podobne).

Tlačivá jednotnej geologickej dokumentácie

Tlačivá jednotnej geologickej dokumentácie je možné unifikovať a štandardizovať na úrovni zhotoviteľa geologických prác (firemné zásobníky tlačív a formulárov) alebo aj na úrovni projektov z verejných zdrojov (napríklad jednotlivé operačné programy), ako aj prostredníctvom zásobníkov vzorov formulárov a tlačív na webových stránkach MŽP SR alebo ním poverených organizácií (SAŽP, ŠGÚDŠ).

Takéto zásobníky vzorov formulárov a tlačív môžu obsahovať vzory tlačív napr.:

- Plán odberu vzoriek podzemnej vody (povrchovej vody, ...)
- Plán odberu vzoriek zemín (stavebných konštrukcií, riečnych sedimentov, ...)
- Plán odberu vzoriek pôdneho vzduchu
- Protokol odberu vzoriek podzemnej vody (povrchovej vody, ...)
- Protokol odberu vzoriek zemín (stavebných konštrukcií, riečnych sedimentov, ...)
- Protokol odberu vzoriek pôdneho vzduchu
- Protokol meraní hladín podzemnej vody vo vrtoch
- Záznam meraní hladín podzemnej vody vo vrtoch z automatického zariadenia (dataloger)
- Záznam klimatických meraní

- Protokol z atmogeochemických meraní
- Protokol z hydrometrovania tokov
- Protokol z profilovania tokov
- Protokol z hydrodynamickej skúšky (čerpacia, stúpacia skúška)
- Protokol zo stopovacej skúšky
- Protokol dokumentujúci vykonané geologické prác (preberací protokol)
- Protokol o likvidácii technických prác (vrtov)
- Iné

Príloha č. 17: Vzory dokumentov písomnej geologickej dokumentácie

Priložený súbor [Priloha_17_Dokumenty_MP_PZU.xlsx] obsahuje nasledovné prededitované vzory protokolov:

- Protokol o odbere vzoriek – podzemná voda (formát A4 na šírku)
- Protokol o odbere vzoriek – horninové prostredie a pôda (formát A4 na výšku)
- Plán odberu vzoriek podzemnej vody (formát A4 na šírku)
- Plán odberu vzoriek horninového prostredia a pôdy (formát A4 na šírku)

[logo]	[Názov spoločnosti] – tlačivá písomnej dokumentácie geologických prác	Kód geologickej úlohy:
	Protokol o odbere vzoriek – podzemná voda	Poradové číslo dokumentu:

Protokol o odbere vzoriek – podzemná voda

Dátum odberu: [Dátum odberu]

Objednávateľ:	
Zhotoviteľ:	
Zodpovedný riešiteľ:	
Názov geologickej úlohy:	
Číslo úlohy:	

Geologické dielo/diela:	
Druh vzorkovacieho zariadenia a vzorkovníc:	

Por. číslo	Označenie vzorky	Dátum odobratia	Odobral	Vzorkovaný objekt	Hladina PV	T vody [°C]	pH	Vodivosť [μS/cm]	Redox potenciál [mV]	Senzorické skúšky	Farba	Zákal	Ropné škvrny
1	XX-1												
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													

Rozsah laboratórnych stanovení:

vzorka XX-1 [Rozsah požadovaných laboratórnych stanovení z danej vzorky podzemnej vody]

Podmienky odberu: [Počasie, teplota vzduchu]

Vypracoval: [Meno]

Dátum: [Dátum]

[logo]	[Názov spoločnosti]	Kód geologickej úlohy:	
	Tlačivá písomnej dokumentácie geologických prác	Poradové číslo:	

Protokol o odbere vzoriek – horninové prostredie a pôda Dátum odberu: [Dátum odberu]
--

Objednávateľ:	
Zhotoviteľ:	
Zodpovedný riešiteľ:	
Názov geologickej úlohy:	
Číslo úlohy:	

Geologické dielo / diela:	
Druh vzorkovacieho zariadenia a vzorkovníc:	

Por. číslo	Označenie vzorky	Geologické dielo / vrt	Metráž (od - do)	Senzorické skúšky	Odobral	Dátum odobratia
1	XX-1					
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Rozsah laboratórnych stanovení:

vzorka XX-1	[Rozsah požadovaných laboratórnych stanovení z danej vzorky horn. prostredia a pôdy]
-------------	--

Vypracoval: [Meno]

Dátum: [Dátum]

[logo]	[Názov spoločnosti] – tlačivá písomnej dokumentácie geologických prác	Kód geologickej úlohy:
	Plán odberu vzoriek - podzemná voda	Poradové číslo dokumentu:

Plán odberu vzoriek podzemnej vody

Objednávateľ:	[Názov objednávateľa]
Zhotoviteľ:	[Názov zhotoviteľa]
Zodpovedný riešiteľ / kontakt:	[Meno, e-mail, telefónne číslo]
Názov geologickej úlohy / číslo:	[Názov geologickej úlohy]

Miesto odberu vzoriek:	[Lokalita, alebo jej časť]
Účel odberu vzoriek:	[Účel odberu vzoriek - vybraný ukazovateľ alebo skupinové stanovenia, kvalita, kovy, základné fyz. - chem. ukazovatele, ...]
Druh vzorkovacieho zariadenia a vzorkovníc:	[Druh vzorkovača alebo vzorkovacieho čerpadla, určené vzorkovnice]
Určené laboratórium / kontakt:	[Adresa laboratória, kontaktné údaje - osoba, e-mail, telefónne číslo]
Pokyny pre dopravu vzoriek:	[Dokedy je potrebné vzorky doručiť do laboratória, prevádzkové hodiny na prijíme vzoriek]

Špeciálne požiadavky na BOZP:	☐ nie ☐ áno, aké:	[napr.: Predpokladá sa silné znečistenie PV aj s VFRL, potrebné OOPP a merač hrúbky VFRL]
Špeciálne požiadavky na vstupy:	☐ nie ☐ áno, aké:	[napr.: Kľúč od brány na vrátnici areálu, ...]

Rozpis odberu vzoriek podzemnej vody z vrtov							
Por. číslo	Geologické dielo (vrt)	Predpokladaná hĺbka HPV	Požadovaná úroveň zapustenia čerpadla	Účel odberu vzorky	Vzorkovnice	Etiketa	Poznámka
1	VRT-1	-4,0 m p.t.	dno vrtu (-9,5 m p.t.)	kvalita - CIU	viaľka	VRT-1/K/CIU	
2	VRT-1	-4,0 m p.t.	0,5 m pod HPV	kvalita - NEL	0,5l tmavé sklo	VRT-1/K/NEL	
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Prílohy: **Situačná mapa s vyznačením vrtov, určených na odber vzoriek podzemnej vody**
Iné dokumenty (predvyplnený zadávací list, predvyplnený protokol o odbere vzorky, objednávka laboratórnych prác, cestovný príkaz, ...)

Vypracoval, dátum: [Meno, dátum, kontakt]

[logo]	[Názov spoločnosti]	Kód geologickej úlohy:	
	Tlačivá písomnej dokumentácie geologických prác	Poradové číslo dokumentu:	

Plán odberu vzoriek horninového prostredia a pôdy

Objednávateľ:	[Názov objednávateľa]
Zhotoviteľ:	[Názov zhotoviteľa]
Zodpovedný riešiteľ / kontakt:	[Meno, telefónne číslo]
Názov geologickej úlohy / číslo:	[Názov geologickej úlohy, číslo]

Miesto odberu vzoriek:	[Lokalita, alebo jej časť]
Účel odberu vzoriek:	[Účel odberu vzoriek - vybraný ukazovateľ alebo skupinové stanovenia, kvalita, kovy, zrnitosť, ...]
Určené laboratórium / kontakt:	[Adresa laboratória, kontaktné údaje - osoba, e-mail, telefónne číslo]
Pokyny pre dopravu vzoriek:	[Dokedy je potrebné vzorky doručiť do laboratória, prevádzkové hodiny na príjme vzoriek]

Špeciálne požiadavky na BOZP:	☐ nie ☐ áno, aké:	[napr.: Predpokladá sa silné znečistenie zemín ropnými látkami, potrebné OOPP a handra na čistenie lopatky]
Špeciálne požiadavky na vstupy:	☐ nie ☐ áno, aké:	[napr.: Kľúč od brány na vrátnici areálu, ...]

Rozpis odberu vzoriek horninového prostredia a zemín z vrtov							
Por. číslo	Geologické dielo (vrt)	Predpokladaný interval odberu	Charakteristika vzorkovanej polohy	Účel odberu vzorky	Vzorkovnice, množstvo	Etiketa	Poznámka
1	VRT-1	0,5 - 1,0 m	biologická kont. zóna	kvalita - NEL	PE vrečko, 0,5 kg	VRT-1/Z/metráž	
2	VRT-1	3,5 - 4,0 m	pásmo prevzdušnenia	kvalita - NEL, kovy	PE vrečko, 1,5 kg	VRT-1/Z/metráž	
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Prílohy: **Situačná mapa s vyznačením vrtov, určených na odber vzoriek horninového prostredia a pôdy**
Iné dokumenty (predvyplnený zadávací list, predvyplnený protokol o odbere vzorky, objednávka laboratórnych prác, cestovný príkaz, ...)

Vypracoval, dátum: [Meno, dátum, kontakt]



Aktivita sa realizuje v rámci národného projektu

Zlepšovanie informovanosti a poskytovanie poradenstva v oblasti zlepšovania kvality životného prostredia na Slovensku.

Projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu EÚ v rámci Operačného programu Kvalita životného prostredia (2014 – 2020).



OPERAČNÝ PROGRAM
KVALITA ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA



EURÓPSKA ÚNIA
Kohézny fond



MINISTERSTVO
ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



SLOVENSKÁ
AGENTÚRA
ŽIVOTNÉHO
PROSTREDIA

Aktivita sa realizuje v rámci národného projektu

Zlepšovanie informovanosti a poskytovanie poradenstva v oblasti zlepšovania kvality životného prostredia na Slovensku.
Projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu EÚ v rámci Operačného programu Kvalita životného prostredia (2014 – 2020).