

ŽELEZNICE SLOVENSKEJ REPUBLIKY

ŽSR
TS 4-1

Predpis

VYKONÁVANIE INŽINIERSKOGEOLOGICKÉHO A HYDROGEOLOGICKÉHO PRIESKUMU NA ŽSR

Gestorský útvar odbor infraštruktúry GR ŽSR	Číslo 36791/2024/O450
Účinnosť od 1. 7. 2024	
Schválil JUDr. Alexander Sako, v. r. generálny riaditeľ ŽSR	Dňa 24. 05. 2024

--	--

OBSAH

ZOZNAM PRÍLOH	7
ZÁZNAM O ÚPRAVÁCH PREDPISU	9
ROZSAH ZNALOSTÍ	11
ZOZNAM POUŽITÝCH ZNAČIEK A SKRATIEK	13
ZOZNAM POUŽITÝCH POJMOV	15
PRVÁ ČASŤ	19
ZÁKLADNÉ USTANOVENIA	19
I. kapitola	19
Úvodné ustanovenia	19
II. kapitola	20
Rozsah pôsobnosti	20
DRUHÁ ČASŤ	22
INŽINIERSKOGEOLOGICKÝ PRIESKUM	22
III. kapitola	22
Úvod a vymedzenie pojmov	22
IV. kapitola	25
IG štúdia	25
V. kapitola	26
Orientačný IGP	26
VI. kapitola	28
Podrobný IGP	28
VII. kapitola	30
Doplnkový IGP	30
TRETIA ČASŤ	32
IGP PRE NOVOSTAVBY ŽELEZNIČNEJ INFRAŠTRUKTÚRY	32
VIII. kapitola	32
Úvodné ustanovenia	32
IX. kapitola	33
IG štúdia pre novostavby	33
X. kapitola	33
Orientačný IGP pre novostavby	33
XI. kapitola	34
Podrobný IGP pre novostavby	34
ŠTVRTÁ ČASŤ	37
IGP PRE JESTVUJÚCE STAVBY ŽELEZNIČNEJ INFRAŠTRUKTÚRY	37

XII. kapitola	38
Úvod	38
XIII. kapitola	40
Klasifikácia typických porúch telesa železničného spodku	40
XIV. kapitola	44
Orientačný prieskum pre jestvujúce stavby	44
XV. kapitola	46
Podrobný prieskum pre jestvujúce stavby	46
PIATA ČASŤ	48
METÓDY IGP	48
XVI. kapitola	48
Metódy IGP	48
XVII. kapitola	52
Geofyzikálne práce	52
XVIII. kapitola	55
Hydrogeologické práce	55
XIX. kapitola	60
Vzorkovacie a laboratórne práce	60
XX. kapitola	61
Odber vzoriek zemín	61
XXI. kapitola	64
Odber vzoriek zo skalných hornín	64
XXII. kapitola	66
Zabezpečenie prieskumných prác (vrtných a kopných)	66
XXIII. kapitola	67
Likvidačné práce prieskumných prác (vrtných a kopných) podľa STN EN ISO 22475-1	67
XXIV. kapitola	67
Laboratórne práce	67
XXV. kapitola	68
Spracovanie vzoriek	68
XXVI. kapitola	70
Mapovacie práce	70
ŠIESTA ČASŤ	71
NÁLEŽITOSTI ZÁVEREČNEJ SPRÁVY IGP	71
XXVII. kapitola	76
Nulový úsek	76
XXVIII. kapitola	77
Zárezy a odrezy	77
XXIX. kapitola	78
Násypy	78
XXX. kapitola	79
Mosty a múry	79
XXXI. kapitola	80

Nepriaznivé (nestabilné) územia	80
XXXII. kapitola.....	80
Podzemné stavby (tunely, štôlne, galérie).....	80
XXXIII. kapitola.....	82
Textové prílohy záverečnej správy	82
XXXIV. kapitola.....	83
Grafické prílohy záverečnej správy.....	83
XXXV. kapitola.....	86
Lehoty na vypracovanie záverečnej správy	86
XXXVI. kapitola.....	86
Oponentúra a schvaľovanie záverečnej správy	86
XXXVII. kapitola.....	87
Odobzďovanie záverečnej správy poverenej organizácii podľa zákona č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov	87
SIEDMA ČASŤ	88
GEOTECHNICKÝ MONITORING.....	88
XXXVIII. kapitola	88
Úvod a základná definícia pojmov	88
XXXIX. kapitola.....	92
Inštrumentácia, merané veličiny a monitorovacie metódy	92
XL. kapitola	96
Vykonávanie monitoringu	96
A. PROJEKTOVANIE MONITORINGU.....	97
B. PODMIENKY PRE VÝBER TYPU MERACIEHO ZARIADENIA.....	98
C. VÝBER MERACÍCH MIEST	98
D. NÁVRH FREKVENCIE MERANÍ.....	98
E. KOMPLEXNOSŤ MERANIA.....	102
F. GEOLOGICKÝ A GEOTECHNICKÝ DOZOR STAVBY.....	102
XLI. kapitola	103
Budovanie systému geotechnického monitoringu.....	103
XLII. kapitola.....	105
Zber, uskladňovanie a spracúvanie nameraných dát	105
XLIII. kapitola.....	106
Archivácia získaných dát a zabezpečenie ich prístupu užívateľom	106
XLIV. kapitola.....	108
Hodnotenie monitoringu	108
XLV. kapitola.....	109
Kancelária monitoringu.....	109
XLVI. kapitola.....	110
Varovné stavy.....	110
ÔSMA ČASŤ	116
PRECHODNÉ USTANOVENIA.....	116
DEVIATA ČASŤ.....	117

ZÁVEREČNÉ USTANOVENIA	117
PREBERANÉ PRÁVNE AKTY	118
PREDPISY, NORMY A INÉ DOKUMENTY, NA KTORÉ SA ODKAZUJE	119

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha č.	Názov prílohy
1	Terminologický slovník
2	Klasifikácia hornín a zemín podľa vŕtateľnosti a ťažiteľnosti
3	Zisťovanie deformačnej odolnosti
4	Realizácia kopaných sond

ZÁZNAM O ÚPRAVÁCH PREDPISU

Číslo úpravy	Účinnosť od	Opravit			Poznámka
		dňa	meno	podpis	

ROZSAH ZNALOSTÍ

Organizačná zložka	Funkcia (pracovná činnosť)	Úplná znalosť	Informatívna znalosť
GR ŽSR O 230	Zamestnanci s agendou železničného spodku, mostov a tunelov	-	Celý predpis
GR ŽSR O 450	Zamestnanci s agendou železničného spodku, mostov a tunelov	Celý predpis	-
OR	Zamestnanci s agendou železničného spodku, mostov a tunelov	-	Celý predpis
	Stavebný dozor investora	Celý predpis	-

ZOZNAM POUŽITÝCH ZNAČIEK A SKRATIEK

CBA	Cost Benefit Analysis – analýza nákladov a prínosov
CPT	Cone penetration test – statická penetračná skúška
CPT _u	Piezocone penetration test – piezostatická penetračná skúška
DMT	Dilatometrická skúška
DPH	Dynamická penetračná sonda - ťažká
DPL	Dynamická penetračná sonda - ľahká
DPM	Dynamická penetračná sonda - stredná
DPS	Dynamická penetračná sonda
DRS	Dokumentácia realizácie stavby
DSP	Dokumentácia stavebného povolenia
DÚ	Definičný úsek
DÚR	Dokumentácia územného rozhodnutia
DTA	Difrakčná termická analýza
EIA	Environmental Impact Assessment – hodnotenie vplyvu na životné prostredie
GIS	Geografický informačný systém
GPK	Geometrická poloha koľaje
GPR	Georadar (Ground Penetrating Radar)
GSI	Klasifikácia hornín podľa Hoeka
GT	Geotechnický
GTM	Geotechnický monitoring
GÚ	Geologická úloha
HGP	Hydrogeologický prieskum
HPV	Hladina podzemnej vody
IG	Inžinierskogeologický
IGP	Inžinierskogeologický prieskum
IGŠ	Inžinierskogeologická štúdia
IS	Metódy inžinierskej seizmiky
ISO	Norma vydaná Medzinárodnou organizáciou pre štandardizáciu
JŽM	Jednotná železničná mapa
KL	Koľajové lôžko
KV	Konštrukčné vrstvy
MK	Zber dát multielektrodovým systémom – multikábel
MŽP SR	Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky
NGI	Nórsky geotechnický inštitút
O430 GR ŽSR	Odbor železničných stavieb a tratí Generálneho riaditeľstva ŽSR
O450 GR ŽSR	Odbor infraštruktúry Generálneho riaditeľstva ŽSR
OP	Odporové profilovanie
OR	Oblasť riaditeľstvo
OSO	Odborne spôsobilá osoba – externá, resp. interná v rámci ŽSR
OSO pre IG	Odborne spôsobilá osoba pre oblasť inžinierskej geológie
PGÚ	Projekt geologickej úlohy

PJD	Pevná jazdná dráha
PS	Presiometrická skúška
Q-systém	Klasifikácia hornín podľa Bartona
QTS	Klasifikácia hornín podľa Tesaře
RMR	Klasifikácia hornín podľa Bieniawského
RQD	Klasifikácia podľa indexu kvality hornín
RTG	Röntgenová analýza
sCPTu	Seismic cone penetration test – statická penetračná skúška so seizmickým hrotom
SHDP	Dynamická penetračná sonda – super ťažká
SHMÚ	Slovenský hydrometeorologický ústav
SMSÚ	Stredisko miestnej správy a údržby
SR	Slovenská republika
STN EN	Slovenská technická norma – Európska norma
SZS	Statická zaťažovacia skúška
SŽTS	Sekcia železničných tratí a stavieb
T-InSAR	Radarová interferometria
TÚ	Traťový úsek
VES	Vertikálne elektrické sondovanie
VVÚŽ	Výskumný a vývojový ústav železníc

ZOZNAM POUŽITÝCH POJMOV

geologická stavba	rozumieme rôznorodosť zloženia horninového prostredia, vrátane vrstevnatosti a diskontinuit;
geologický a geotechnický dozor stavby	odborne spôsobilá osoba v oblasti inžinierskej geológie, ktorá vykonáva kontrolnú a konzultačnú činnosť zameranú na interakciu stavebnej konštrukcie s geologickým prostredím a hodnotí reálne geologické, geotechnické a hydrogeologické podmienky s projektovou dokumentáciou;
geologický prieskum životného prostredia	zahŕňa prieskum znečisteného územia v prípadoch špecifikovaných v § 7 ods. 1 písm. vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 569/2007 Z. z. 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;
geotechnická kategória	vyjadruje kombináciu statickej náročnosti stavebnej konštrukcie a zložitosti inžinierskogeologických pomerov. Kategórie sú definované v STN 73 1001;
geotechnický monitoring	súhrn činností zameraných na zisťovanie stavu spolupôsobenia stavebnej konštrukcie s dotknutým horninovým prostredím a sledovanie vývoja tohto stavu v čase a priestore. Súčasťou GTM je aj prognózovanie ďalšieho vývoja sledovaného systému (horninový masív – stavebná konštrukcia) na základe hodnotenia jeho predchádzajúceho vývoja a geomechanického modelu horninového prostredia, v ktorom sa stavebná konštrukcia realizuje. Výslednou súčasťou GTM je prijímanie vhodných opatrení na udržiavanie vývoja sledovaného systému v medziach požadovaných v dokumentácii a kontrola účinnosti týchto opatrení meraniami vykonávanými v rámci monitoringu;
hydrogeologický prieskum	na účely tohto predpisu je to súbor geologických prác, ktorými sa skúmajú hydrogeologické pomery vybraného územia, najmä interakcia podzemných vôd, povrchových vôd, geologickej stavby, klimatických podmienok a skúmajú sa podmienky využívania podzemných vôd na rôzne ciele. Je súčasťou IGP, samostatne je riešený, ak je cieľom zistiť množstvá a kvalitu podzemných vôd pre ich využívanie;

inžinierskogeologický prieskum	na účely tohto predpisu je to súbor terénnych, laboratórnych a vyhodnocovacích geologických prác spojených s územným plánovaním, realizáciou a prevádzkou inžinierskych diel, ich ochranou pred geologickými hazardami a nežiadúcimi antropogénnymi zásahmi, resp. so zisťovaním negatívnych dôsledkov týchto diel na životné prostredie. Slúži na overenie geologických, hydrogeologických a geotechnických pomerov v trase železničnej trate (železničného spodku a objektov železničného spodku) a jej bezprostredného okolia ako aj samostatne stojacích stavebných objektov a ich okolia;
nepriaznivé územia	sú tie územia, kde sú stavby ohrozené z hľadiska stability, únosnosti a nadmerného sadania. Sú to napríklad územia postihnuté svahovými pohybmi, prípadne náchylné k svahovým pohybom, s intenzívnou eróziou, poddolované územia, močaristé územia alebo inundačné oblasti, územia s výskytom sedimentov s vysokým obsahom organických látok, presadavých a antropogénnych sedimentov (vysoká stlačiteľnosť a malá únosnosť) ako aj s možnosťou výskytu intenzívnejších zemetrasení, a pod.;
odborná spôsobilosť	osvedčuje sa vydaním preukazu o odbornej spôsobilosti podľa zákona č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov. Vydaním preukazu o odbornej spôsobilosti vzniká odborne spôsobilej osobe právo používať okrúhlu pečiatku so štátnym znakom;
odborne spôsobilá osoba pre IG (OSO pre IG)	interný alebo externý konzultant zastupujúci ŽSR. Je to osoba odborne spôsobilá na projektovanie a vykonávanie geologických prác inžinierskogeologického prieskumu podľa zákona č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov. Náplňou jeho činnosti je poskytovať odborné konzultácie a rady zamestnancom ŽSR v súvislosti s aplikáciou tohto predpisu, príprava podkladov do súťažných podkladov pre realizáciu IGP/HGP/GTM;
projekt geologickej úlohy	projekt geologickej úlohy je návrh jej riešenia vybranými druhmi geologických prác, určenie rozsahu týchto prác a doba ich vykonávania, a ak ide o financovanie geologických úloh zo štátneho rozpočtu alebo z iných verejných prostriedkov aj ich rozpočet a ekonomické zdôvodnenie;
projekt GTM	dokumentácia GTM je súbor písomnej a výkresovej, resp. grafickej dokumentácie, ktorá na základe analýzy rizík jednoznačne definuje ciele monitoringu, jeho prostriedky, inštrumentáciu, spôsob vykonávania a hodnotenia výsledkov;

zhotoviteľ geologického prieskumu	je oprávnený vykonávať geologické práce podľa zákona č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov;
zodpovedný riešiteľ GÚ	je odborník v oblasti geológie, ktorý má zodpovednosť za riešenie a vykonávanie geologických úloh a preskúvanie geologického prostredia. Tento odborník vykonáva analýzu geologických podmienok, zbiera a interpretuje geologické dáta, vykonáva geologické mapovanie a modelovanie, a identifikuje prípadné geologické riziká a problémy spojené s danou úlohou;

PRVÁ ČASŤ ZÁKLADNÉ USTANOVENIA

I. kapitola Úvodné ustanovenia

1. Tento predpis obsahuje ustanovenia, požiadavky a návody pre projektovanie a vykonávanie inžinierskogeologického prieskumu v podmienkach ŽSR. Tento predpis zároveň obsahuje ustanovenia, požiadavky a návody pre projektovanie a vykonávanie geotechnického monitoringu v podmienkach ŽSR.
2. Predpis platí pre trate normálneho rozchodu (1 435 mm), širokého rozchodu (1 520 mm) a úzkeho rozchodu (1 000 mm, 760 mm).
3. Predpis je určený pre konvenčné trate do rýchlosti 200 km/h (vrátane).
4. Predpis je záväzný pre zamestnancov ŽSR ako aj pre externých dodávateľov projekčných alebo stavebných prác. Externí dodávatelia budú na dodržiavanie tohto predpisu zaviazaní zmluvne, za čo zodpovedá vecný gestor zmluvy. Ak IGP, geotechnický monitoring, alebo inú činnosť upravenú týmto predpisom vykonáva dodávateľ zmluvného partnera ŽSR v súvislosti so stavbou ŽSR, tak zmluvný partner ŽSR je povinný zabezpečiť, že jeho dodávateľ bude zaviazaný na dodržiavanie tohto predpisu.
5. Účastníkmi prieskumných prác v zmysle tohto predpisu sú:
 - a) investor – GR ŽSR,
 - b) odborne spôsobilá osoba pre IG – interný alebo externý konzultant zastupujúci ŽSR,
 - c) objednávatel' geologických prác – ŽSR, projektant, alebo zhotoviteľ,
 - d) zhotoviteľ IGP – odborne spôsobilá právnická alebo fyzická osoba,
 - e) zhotoviteľ stavebných prác (zhotoviteľ),
 - f) zhotoviteľ projektovej dokumentácie (projektant),
 - g) dotknuté subjekty – majitelia a správcovia nehnuteľností, správcovia infraštruktúry, kompetentné orgány štátnej správy a samosprávy.
6. Investor je osoba, spoločnosť alebo organizácia, ktorá poskytuje finančné prostriedky a zdroje pre realizáciu projektu. Môže to byť odbor ŽSR, alebo externý investor, ktorý zasahuje do železničnej infraštruktúry – napr. pri vyvolaných investíciách.
7. OSO pre oblasť inžinierskej geológie má za úlohu:
 - a) posúdenie nutnosti IGP/HGP/GTM,
 - b) stanovenie cieľov geologickej úlohy do súťažných podkladov,

- c) príprava výkazu výmer pre realizáciu IGP/HGP/GTM do súťažných podkladov,
 - d) odsúhlasenie PGÚ,
 - e) kontrola splnenia cieľov geologickej úlohy v zmysle súťažných požiadaviek (záverečnej správy),
 - f) vecné prebratie záverečnej správy,
 - g) poskytuje konzultácie jednotlivým zložkám ŽSR v súvislosti s aplikáciou tohto predpisu.
- 8.** Objednávateľ geologických prác podľa zadania v súťažných podkladoch môže byť zložka ŽSR, projektant stavebných prác alebo zhotoviteľ stavebných prác.
- 9.** Investor IGP pri spracovávaní zadania osloví správcov inžinierskych sietí ŽSR o vyjadrenie o existencii sietí v dotknutej lokalite. V prípade pozitívneho výsledku odovzdá zhotoviteľovi uvedenú informáciu a ten je povinný si dať pred vlastnou realizáciou vrtov, výkopov vytýčiť existujúce inžinierske siete a prieskumné práce situovať tak, aby nedošlo k ich poškodeniu.
- 10.** V rámci zadania investor upozorní zhotoviteľa IGP, že je povinný preveriť si existenciu inžinierskych sietí aj iných správcov v dotknutom území (telekomunikační operátori, energetika, vodárne a podobne).

II. kapitola

Rozsah pôsobnosti

- 11.** Tento predpis obsahuje ustanovenia pre realizáciu a náplň:
- a) inžinierskogeologického prieskumu pre pripravované novostavby železničných tratí a súvisiacich objektov,
 - b) inžinierskogeologického prieskumu pre existujúce železničné trate a stavebné objekty v prípade, že sa plánuje ich rekonštrukcia, komplexná modernizácia a pod.), alebo došlo k havarijnému stavu, spôsobenému geologickými fenoménmi,
 - c) geotechnického monitoringu nových železničných stavieb,
 - d) geotechnického monitoringu existujúcich železničných stavieb.
- 12.** Inžinierskogeologický prieskum (IGP) sa musí vykonať:
- a) v jednotlivých etapách prípravy výstavby novej železničnej trate a súvisiacich stavebných objektov,
 - b) v jednotlivých etapách prípravy rekonštrukcie alebo komplexnej modernizácie existujúcej železničnej trate a súvisiacich stavebných objektov,

- c) ak na jestvujúcej trati bola zistená nestabilita telesa železničného spodku (nestabilita GPK, pretváranie telesa násypu, významné sadanie objektov a pod.),
- d) ak je jestvujúca železničná trať ohrozená aktivizovaním geodynamických javov v jej bezprostrednom okolí (napr. erózia, svahové pohyby a pod.),
- e) ak je stavebný objekt ohrozený geodynamickými javmi.

13. Súčasťou IGP je aj hydrogeologický prieskum a korózný prieskum.

Hydrogeologický prieskum v prípade, že sa prieskumom overujú hydrogeologické pomery vybraného územia, ktoré sú potrebné na vypracovanie projektov stavebných prác. Ide najmä o overenie interakcie podzemných vôd a geologického prostredia, povrchových vôd, klimatických podmienok, interakcie hydrosféry a stavebného objektu a ich vzťah k ostatným zložkám životného prostredia. Hydrogeologický prieskum sa uskutočňuje samostatne (nie ako súčasť IGP v zmysle tohto predpisu) vtedy, ak je cieľom HGP zistiť množstvá a kvalitu podzemných vôd pre ich využívanie. V takom prípade sa postupuje v zmysle príslušných ustanovení zákona č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov.

Korózný prieskum je nevyhnutným predpokladom pre vypracovanie projektovej dokumentácie stavieb. Účelom predmetného prieskumu je získať podklady pre posúdenie koróznej situácie nevyhnutnej pre výber staveniska a pre návrh zodpovedajúcej pasívnej ochrany pred koróziou. Podmienky pre navrhovanie, budovanie, prevádzku a údržbu ochrany pred koróziou kovových a železobetónových konštrukcií a zariadení uložených v zemi sú uvedené v predpise ŽSR Op 14.

14. Geotechnický monitoring (GTM) sa vykonáva:

- a) počas výstavby novej železničnej infraštruktúry, pričom jeho základný rozsah by mal byť stanovený v záverečnej správe orientačného IGP a dopĺňovaný podľa získaných poznatkov v ďalších etapách IGP,
- b) na jestvujúcich železničných tratiach:
 - ba) základný sústavný monitoring (mechanické a geofyzikálne metódy), ktorý sa realizuje plošne v pravidelných intervaloch a ktorý umožňuje porovnať časový vývoj stavu železničnej infraštruktúry. Na základe výsledkov sústavného monitoringu sú definované varovné stavy, ktorých vyhodnotenie určuje požiadavku na realizáciu IGP,
 - bb) rozšírený monitoring, ktorého racionálny rozsah je stanovený v záverečnej správe IGHP. Realizuje sa na konkrétnej lokalite a počas konkrétnej doby,
 - bc) havarijný monitoring, realizovaný v prípade náhlej udalosti.

DRUHÁ ČASŤ INŽINIERSKOGEOLOGICKÝ PRIESKUM

III. kapitola Úvod a vymedzenie pojmov

15. V tejto časti sú prevažne uvedené základné legislatívne pojmy, ktoré sa týkajú IGP a sú uvedené v zákone č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov. Tento zákon upravuje podmienky projektovania, vykonávania, vyhodnocovania a kontroly geologických prác, pôsobnosť štátnej geologickej správy a sankcie za porušenie ustanovení tohto zákona. Zákon č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov sa vykonáva vyhláškou MŽP SR č. 51/2008 Z. z.

16. Geologická úloha je vecné, miestne a časové vymedzenie okruhu otázok vyjadrujúcich hospodársky, vedecký, alebo technický cieľ úlohy, ktorá sa má projektovať a riešiť geologickými prácami a vyhodnotiť v záverečnej správe. Vypracováva sa v zmysle zákona č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov, vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov a podľa smernice MŽP SR č. 2/2000 o zásadách spracovania a odovzdávania úloh a projektov v Geografickom informačnom systéme.

17. Zhotoviteľom IGP môže byť podľa zákona č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov právnická alebo fyzická osoba na základe geologického oprávnenia. Geologické oprávnenie vydáva MŽP SR po vykonaní skúšok odbornej spôsobilosti pre odbor inžinierska geológia. Ministerstvo vedie register geologických oprávnení, ktorý je verejne prístupný.

18. Odbornú spôsobilosť na vykonávanie geologických prác musí mať fyzická osoba, ktorá je:

- a) zhotoviteľom IGP alebo jeho zástupcom,
- b) zástupcom právnickej osoby, ktorá je zhotoviteľom IGP,
- c) zodpovedným riešiteľom geologických úloh,
- d) vykonávateľom ďalších činností, na vykonanie ktorých vyžaduje zákon č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov odbornú spôsobilosť na vykonávanie geologických prác.

19. Zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy je ten, kto riadi, koordinuje a rieši geologickú úlohu. Zodpovedný riešiteľ:

- a) zabezpečuje vytýčenie geologických prác v teréne, najmä prác technického charakteru,
- b) kontroluje správnosť vykonávania geologických prác,
- c) zabezpečuje geologickú dokumentáciu, jej vedenie a uchovávanie,
- d) zabezpečuje vyhodnocovanie čiastkových výsledkov,

- e) spolupracuje so spoluriešiteľmi a usmerňuje spracovanie vyhodnotenia geologickej úlohy,
- f) navrhuje zmeny projektu, zámenu geologických prác, prípadne zastavenie geologických prác, ak nemožno dosiahnuť ich cieľ,
- g) spolupracuje s objednávatel'om, resp. s OSO pre IG,
- h) spracúva výsledky riešenia geologickej úlohy v záverečnej správe a v odborných publikáciách podľa projektu,
- i) oznámi objednávatel'ovi, resp. OSO pre IG prípadné strety záujmov zistené pri realizácii geologických prác.

20. Pred realizáciou IGP zhotoviteľ geologických prác vypracuje PGÚ, ktorý 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.

21. PGÚ schvaľuje objednávatel' geologických prác pred začiatkom riešenia geologickej úlohy. Pred schválením projektu geologickej úlohy možno začať geologickú úlohu riešiť len výnimočne. Ak objednávatel' nie je totožný v zmysle tohto predpisu s investorom, PGÚ schvaľuje objednávatel' a za investora schvaľuje OSO pre IG, resp. stavebný dozor s odbornou spôsobilosťou na IGP. Bez schválenia PGÚ nie je možné začať riešiť geologickú úlohu (začať prieskumné práce). PGÚ musí obsahovať:

- a) titulný list s názvom GÚ, dátumom vyhotovenia, etapy geologického prieskumu, názov objednávatel'a a zhotovitel'a geologických prác a podpis štatutárneho orgánu objednávatel'a a zhotovitel'a geologických prác, zástupcu zhotovitel'a geologických prác, ak bol ustanovený, a zodpovedného riešitel'a geologickej úlohy,
- b) cieľ GÚ uvádzajúci okruh otázok, ktoré treba riešiť s prihliadnutím na budúce hospodárske, technické, prípadne vedecké využitie ich výsledkov,
- c) miestopisné vymedzenie skúmaného územia alebo skúmaného objektu so situáciou s umiestnením navrhovaných prieskumných diel vrátane ich typu a spôsobu využitia,
- d) hĺbku prieskumných diel,
- e) druh a kvalitatívnu triedu vzoriek, ktoré je potrebné odobrať vrátane určenia ich počtu a hĺbky, z ktorej sa majú odoberať,
- f) východiskové údaje o území, o geologických činiteľoch podmieňujúcich jej riešenie a doterajšiu geologickú preskúmanosť územia,
- g) návrh rozsahu laboratórnych prác,
- h) návrh rozsahu poľných skúšok a meraní,
- i) typy technického vybavenia, ktoré bude použité,
- j) spôsob riešenia stretu záujmov, ak ide o stret záujmov,

k) normy a kvalitatívne podmienky vrátane prípustných klimatických podmienok, ktoré budú aplikované.

22. K projektu geologickej úlohy sa prikladajú mapy, rezy a výkresy, ktoré vyjadrujú cieľ geologickej úlohy a spôsob jej riešenia. Ďalej sa prikladajú doklady o výsledkoch riešenia stretov záujmov chránených osobitnými predpismi (§12, odsek 3 zákona č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov).

23. IGP je možno rozdeliť na etapy, ktoré približne zodpovedajú stupňu projekčných prác v zmysle tabuľky č. 1.

Tab. č. 1 Etapy IGP a ich vzťah ku stupňu projektovej prípravy

Etapa IGP	Stupeň projektovej prípravy	Cieľ	
Inžinierskogeologická štúdia	Technická štúdia, Zámer pre zisťovacie konanie, Posúdenie vplyvu na životné prostredie (EIA), Strategické environmentálne hodnotenie (SEA)	Posúdenie variantného riešenia vedenia trasy predovšetkým s ohľadom na výskyt svahových deformácií, odhad základových pomerov	Návrh orientačnej etapy prieskumu Návrh budovania základnej monitorovacej siete GTM
Orientačný	Dokumentácia stavebného zámeru, dokumentácia na územné rozhodnutie	Výber najvhodnejšieho variantu príp. orientačný prieskum už vybraného variantu	Návrh podrobnej etapy prieskumu Vybudovanie základnej monitorovacej siete GTM Návrh GTM
Podrobný	Dokumentácia na stavebné povolenie	Podrobné posúdenie podmienok vybraného variantu	Návrh doplnkovej etapy prieskumu Dobudovanie monitorovacej siete GTM Doplnenie a prehodnotenie GTM projektu
Doplnkový	Dokumentácia na realizáciu stavby, dokumentácia na ponuku, počas výstavby	Doplnenie údajov napr. pre zakladanie mostov, únosnosť pláne, pre vynútené zmeny trasy	Doplnenie monitorovacej siete
Geotechnický monitoring	Pre všetky etapy okrem štúdie	Monitorovanie horninového prostredia a geotechnických konštrukcií	

24. Pri návrhu rozsahu prieskumu sa musí prihliadať na zložitosť základových pomerov a na náročnosť konštrukcie. Podľa náročnosti konštrukcie sa rozlišujú tri geotechnické kategórie v zmysle STN 73 1001.

25. Výsledky IGP sú spracované v Záverečnej správe GÚ.

26. Záverečnú správu schvaľuje objednávatel' GÚ. Ak objednávatel' nie je totožný v zmysle tohto predpisu s investorom, záverečnú správu schvaľuje objednávatel' a za investora ju schvaľuje OSO pre IG.

IV. kapitola

IG Štúdia

27. Inžinierskogeologická štúdia sa vypracuje v etape spracovania podkladov pre hodnotenie vplyvov pripravovanej stavby na životné prostredie (EIA), strategické environmentálne hodnotenie (SEA), alebo pri porovnávacích ekonomických štúdiách (CBA) a podobne.

28. Pre účely vypracovania inžinierskogeologickej štúdie sa využívajú najmä nepriame prieskumné metódy ako sú:

- a)** štúdium archívnych údajov,
- b)** geofyzikálne povrchové merania, štúdium leteckých a satelitných snímok, využitie LIDARu,
- c)** terénne pochôdzky, inžinierskogeologické a hydrogeologické mapovanie.

29. V prípade prípravy významnej stavby v komplikovanom alebo citlivom horninovom prostredí, je možné aj v etape inžinierskogeologickej štúdie využiť niektoré priame prieskumné metódy v obmedzenom rozsahu (napríklad štruktúrny a/alebo pozorovací vrt v trase navrhovaného železničného tunela a pod...).

30. Výsledkom IG štúdie je:

- a)** základný opis okolia trasy s prehľadom o morfológických, inžinierskogeologických, hydrogeologických a klimatických pomeroch,
- b)** technické hodnotenie realizácie trasy so stručným opisom horninového prostredia, pomenovaním hlavných geotechnických rizík a ideovým návrhom opatrení, kde sa odporúča uviesť:
 - ba)** v zárezoch uviesť orientačné sklony svahov, prípadne nutnosť ich stabilizačného zabezpečenia a opatrenia na odvedenie povrchovej a podzemnej vody,
 - bb)** v miestach násypov charakter ich podložia, prípadne návrh jeho úpravy, výmeny a odvodnenia,
 - bc)** pre trasu vedenú v úrovni terénu charakter budúcej zemnej pláne a jej prípadnú úpravu,
 - bd)** v miestach so svahovými deformáciami odhad vplyvu výstavby trasy na ich stabilitu a prípadne sanačné opatrenia,

- be)** v miestach objektov železničného spodku (mosty, priepusty, oporné a zárubne múry) stručný opis predpokladaných základových pomerov,
- bf)** v trasách tunelových stavieb odhad ich vplyvu na podzemnú vodu, odhad očakávaných zastihnutých geologických formácií a odhad zastúpenia tried razenia (vystrojovacích tried),
- bg)** odhad možnosti využitia zemín zo zárezov a tunelov do násypov a zemných konštrukcií,
- bh)** orientačné triedy ťažiteľnosti (STN 73 3050) pre horninové komplexy vystupujúce v trase,
- bi)** overenie registrovaných environmentálnych záťaží, registrovaných skládok ako aj skládok ktoré, boli overené rekognoskáciou, chránených území a ich ochranných pásiem, overenie vodných zdrojov a ich ochranných pásiem v záujmovom území a blízkom okolí. V prípade ich zistenia je návrh na realizáciu geologického prieskumu životného prostredia,
- c)** zvyčajnými prílohami štúdie sú – účelová IG mapa zameraná najmä na výskyt geodynamických javov (svahové deformácie, presadanie, erózia, výskyt krasových javov a pod.), mapa archívnej geologickej dokumentácie (polohy vrto, banských diel, odkryvov, dokumentovaných prameňov a pod.),
- d)** určenie poradia vhodnosti jednotlivých hodnotených variantov, návrhy pre náplň IGP v ďalšej etape.

V. kapitola

Orientačný IGP

31. Orientačný IGP sa vykonáva pre účely spracovania projektovej dokumentácie pre územné rozhodnutie (DÚR).

32. Prieskumné práce orientačného prieskumu musia byť navrhnuté a realizované v dostatočnom časovom predstihu pred vlastnou projekčnou činnosťou, tak aby projektant mal k dispozícii kompletný výsledok prieskumných prác.

33. Orientačný IGP vychádza najmä z výsledkov IG štúdie, ktoré sa aktualizujú a doplnia priamymi prieskumnými prácami s odberom charakteristických vzoriek zemín, hornín a podzemnej vody a ich laboratórnych skúšok. Priame prieskumné diela sú zvyčajne doplnené mapovacími prácami kvôli zhotoveniu účelovej mapy inžinierskogeologických pomerov a geofyzikálnymi meraniami na povrchu územia. Tie sa používajú na spresnenie charakteru horninového prostredia a ako doplnková metóda mimo realizovaných priamych prieskumných diel (vrty, šachtice a pod.). Používajú sa v dostatočne kontrastnom horninovom prostredí na určenie jednotlivých rozhraní, diskontinuit, priebehu šmykových plôch a na výber umiestnenia priamych prieskumných diel. Výsledky geofyzikálnych meraní sa musia vhodne interpretovať a ich výstupom sú geologicko-geofyzikálne profily. Počas orientačného prieskumu sa

používajú najmä jednosmerné geoelektrické metódy (OP, VES, MK), metódy inžinierskej seizmiky (IS) a karotážne metódy vo vrtoch.

34. Odporúča sa, aby vo všetkých štruktúrnych vrtoch realizovaných v trase plánovaných tunelov boli realizované geofyzikálne merania - karotáž.

35. Geotechnické skúšky in-situ sa v tejto etape prieskumu využívajú v obmedzenej miere na určenie základných charakteristík horninového a zeminového prostredia. Zvyčajne sa používajú sondy dynamickej a statickej penetrácie a presiometrické alebo dilatometrické skúšky.

36. Hlavným grafickým výstupom orientačnej etapy prieskumných prác je zvyčajne účelová mapa inžinierskogeologických pomerov v mierke 1:10 000 alebo 1:5 000 so špeciálnym zameraním na výskyt geodynamických javov. V prípade komplikovaných pomerov je možné využiť podrobnejšiu mierku mapy. Geologické pomery v trase železničnej trate sú spracované tiež v pozdĺžnom inžinierskogeologickom reze, ktorý je doplnený charakteristickými priečnymi rezmi v miestach s komplikovanou geologickou stavbou alebo v nepriaznivých územiach.

37. Výsledkom orientačného IGP je:

- a) zistenie inžinierskogeologických a hydrogeologických pomerov v trase železničnej stavby a geotechnických vlastností vyčlenených horninových komplexov,
- b) opis jednotlivých zemín a hornín v zmysle noriem STN 72 1001, STN EN ISO 14688-1, STN EN ISO 14688-2, STN 72 1001 a STN EN ISO 14689,
- c) odporučiť predbežný spôsob založenia objektov, stanovenia stupňa chemického pôsobenia (agresivity) zemín a podzemných vôd na betónové konštrukcie STN EN 206/Oprava NA/O1 a kovové konštrukcie podľa STN EN 12501-1,
- d) v nepriaznivých územiach so svahovými deformáciami je potrebné prieskumnými prácami odhadnúť hĺbku šmykových plôch a vlastností zemín potrebných pre výpočty stability, hĺbku hladiny podzemnej vody – odporúča sa časť vrtov vystrojiť ako inklinometrické a piezometrické,
- e) orientačné kvantifikovanie ďalších nepriaznivých území, napríklad územia s nedostatočne únosnými alebo stlačiteľnými vrstvami, ktoré sa nachádzajú pod vrstvou s vyššou únosnosťou a pod.,
- f) v miestach zárezov realizovať orientačné výpočty stability svahov zárezov, uvedenie orientačných sklonov svahov, prípadne ich stabilizačného zabezpečenia a opatrenia na odvedenie povrchovej a podzemnej vody,
- g) v miestach násypov nad 5 m realizovať orientačné výpočty stability a sadania podložia násypu, prípadne návrh jeho úpravy, výmeny a odvodnenia,
- h) predbežné zhodnotenie použiteľnosti hornín a zemín zo zárezov a iných výkopov ako sypaniny, alebo materiálu do konštrukčných vrstiev, pričom sa zohľadňujú požiadavky kladené všeobecne záväznými právnymi predpismi

na výrobky, všeobecne záväznými právnymi predpismi v odpadovom hospodárstve a STN 73 6133. Je potrebné vziať do úvahy aj pôsobenie klimatických vplyvov na vlastnosti hornín počas ich ťažby, deponovania a zapracovania do konštrukcií,

- i) určenie očakávaných tried ťažiteľnosti podľa STN 73 3050, je nutné zohľadniť aj spôsob odberu a porušenosť vzoriek zemín a hornín použitých pre uvedené zatriedenie,
- j) zistenie hladín podzemnej vody v trase, prípadne v jej širšom okolí,
- k) odhadnutie vodného režimu zemnej pláne a hĺbku premrznania v trase,
- l) predbežné zhodnotenie vplyvu realizácie objektov a železničnej trate na okolité prostredie (zmeny hladiny podzemnej vody, znečistenie podzemnej vody, ohrozenie stability okolitého prostredia a vodných zdrojov) a navrhnúť opatrenia na zmiernenie uvedených vplyvov, prípadne posúdiť možnosť zriadiť náhradné vodné zdroje,
- m) návrh prieskumných prác pre nasledujúcu etapu podrobného IGP s ohľadom predovšetkým na problematické miesta trasy – nepriaznivé územia, vysoké násypy a hlboké zárezy a rozsiahle mostné objekty,
- n) ak pri realizácii orientačnej etapy IGP bolo zistené znečistenie horninového prostredia, je nutné navrhnúť v ďalšej etape realizáciu geologického prieskumu životného prostredia.

VI. kapitola

Podrobný IGP

38. Podrobný IGP sa vykonáva pre vyššie stupne projektovej prípravy železničných stavieb, typický pre dokumentáciu pre stavebné povolenie (DSP).

39. Prieskumné práce podrobného prieskumu musia byť navrhnuté a realizované v dostatočnom časovom predstihu pred vlastnou projekčnou činnosťou tak, aby projektant mal k dispozícii kompletný výsledok prieskumných prác.

40. Podrobný prieskum priamo nadväzuje na výsledky orientačnej etapy prieskumných prác, pričom vychádza z jej odporúčaní.

41. V prípade zistenia znečistenia v predchádzajúcich etapách je nutné realizovať prieskum životného prostredia. Geologický prieskum životného prostredia je realizovaný samostatne.

42. Rozsah prieskumných prác sa stanovuje na základe aktuálnych znalostí o horninovom prostredí aktuálnych projekčných podkladov.

43. Prieskumné práce sa opierajú o realizáciu priamych prieskumných diel (vrtov, kopaných sond...), ktoré sú doplnené vhodnými geotechnickými skúškami in-situ (napr. DPS, CPT, CPTu, sCPTu, PS, DMT a iné) a laboratórnymi skúškami na odobratých vzorkách zemín, hornín a vody (povrchovej, podzemnej).

44. Priame prieskumné práce sú doplnené najmä geofyzikálnymi povrchovými meraniami a meraniami v prieskumných vrtoch.

45. Mapovacie práce v etape podrobného prieskumu pozostávajú z aktualizovania údajov o geodynamických javoch, detailného mapovania skalných odkryvov s inžinierskogeologickou charakteristikou hornín, diskontinuit a štruktúrnou, stratigrafickou a petrografickou analýzou hornín z odkryvov, podrobného zmapovania výverov podzemnej vody aj s ich základnou fyzikálno-chemickou analýzou, charakterizovania morfológicky dôležitých terénnych tvarov, prípadne charakteristika iných geologicky dôležitých fenoménov (charakteristický porast, spôsob zvetrávania hornín, zamokrenie povrchu a pod.). Rekognoskácia terénu musí prebehnúť pred realizáciou samotných prieskumných prác. V miestach s výskytom svahových deformácie potrebné vypracovať IG mapy svahových deformácií v mierke 1:1 000.

46. Cieľom podrobného IGP je:

- a) zistiť čo najkomplexnejšie informácie o inžinierskogeologických, geotechnických a hydrogeologických pomeroch v trase železničnej trate, v jej bezprostrednom okolí a v miestach stavieb železničného spodku (mosty, múry, tunely...) ako aj v mieste samostatného stavebného objektu,
- b) podrobne rozčleniť inžinierskogeologické a geotechnické typy zemín a hornín, pre ktoré budú následne podrobne charakterizované geotechnické parametre s ich stanovenými alebo odvodenými rozsahmi a charakteristickými hodnotami podľa STN EN 1997-1,
- c) v miestach zárezov získať všetky potrebné informácie pre návrh definitívnych sklonov svahov zárezov, prípadne pre návrh ich stabilizačného zabezpečenia a odvodnenia,
- d) v miestach násypov získať všetky potrebné informácie pre výpočet sadania a únosnosti podložia násypov, navrhnúť spôsob konsolidácie násypov,
- e) v úsekoch, kde je trasa železničnej trate vedená v úrovni okolitého terénu zhodnotiť únosnosť zemín (deformačnú odolnosť), ich priepustnosť, namázavosť a vodný režim, prípadne návrh ich úpravy alebo výmeny,
- f) podrobne objasniť základové pomery stavebných objektov (predovšetkým tunelov, mostov, múrov a ostatných stavieb železničného spodku) a odporučiť návrh spôsobu ich založenia, zatriediť horniny a zeminy podľa vŕtateľnosti pre pilóty (príloha č. 2), zatriediť zeminy a horniny podľa ťažiteľnosti,
- g) v nepriaznivých územiach so svahovými pohybmi upresniť informácie o priestorovom ohraničení poruchy, o faktoroch vyvolávajúcich nestabilitu územia, hĺbkach šmykových plôch a ich aktivite, o režime podzemných vôd a o geotechnických parametroch vstupujúcich do stabilných výpočtov,
- h) posúdiť súčasnú stabilitu územia na základe orientačných výpočtov, v prípade existencie inklinometrických meraní už z etapy orientačného prieskumu je nutné tieto vyhodnotiť, určiť aktivitu na šmykových plochách, a spracovať návrh na vytypovanie oblastí pre monitoring aj s konkrétnymi

monitorovacími prvkami,

- i) ohraničiť nepriaznivé územia so zeminami s nízkou únosnosťou, obsahom organických látok, zamokrené územia, náchylné na presadanie a iné,
- j) v nepriaznivých územiach s neúnosným podložím násypov je potrebné zistiť hrúbku a plošný rozsah neúnosnej vrstvy, overiť jej vlastnosti ako aj vrstiev nad a pod touto vrstvou, overenie hydrogeologických pomerov a možnosti odvodnenia a overiť možnosť konsolidácie vrstiev pod násypom,
- k) v miestach tunelov detailne rozčleniť horninový masív na kvázi homogénne geotechnické celky s definovaním charakteristických geotechnických parametrov, klasifikovať horninový masív účelovými tunelárskymi klasifikáciami, navrhnúť spôsob razenia a zabezpečovania tunelového výrubu, zhodnotiť geologické riziká, určiť vplyv podzemnej stavby na podzemné a povrchové vody, navrhnúť zabezpečenie portálových zárezov,
- l) stanovenie stupňa agresivity podzemnej a povrchovej vody v miestach ich kontaktu s betónovými (ocelovými) konštrukciami a jeho zmien v čase,
- m) zistiť údaje o režime podzemnej vody v trase železničnej trate (kolísanie hladín podzemných vôd v čase), v prípade potreby navrhnúť spôsoby odvodnenia zárezov, podložia násypov a pláne železničného spodku. V prípade tunelových stavieb navrhnúť spôsob ochrany podzemných vôd pred ich znečistením a/alebo zdrénovaním,
- n) stanoviť vodný režim zemnej pláne a hĺbku premŕzania v trase,
- o) doplniť údaje o technologických vlastnostiach hornín a zemín (vrátane laboratórnych analýz) získaných zo zárezov, tunelov a iných výkopov z hľadiska ich možného využitia ako materiálu do násypov, konsolidačných vrstiev, alebo konštrukčného materiálu do vozoviek, betónov, gabiónov, konštrukčných vrstiev železničného spodku, koľajového kameniva, prípadne ako stavebného kameňa. Vychádza sa najmä ale nie nielen z požiadaviek kladených všeobecne záväznými právnymi predpismi na výroby a ustanovení všeobecne záväzných predpisov v odpadovom hospodárstve,
- p) návrh prieskumných prác pre prípadnú etapu doplnkového prieskumu,
- q) ak pri realizácii IGP bolo zistené znečistenie horninového prostredia, je nutné navrhnúť realizáciu geologického prieskumu životného prostredia,
- r) poskytnúť podklady pre analýzu geotechnických rizík.

VII. kapitola

Doplnkový IGP

47. Doplnkový IGP sa realizuje na základe požiadavky projektanta alebo zhotoviteľa stavby na dodatočné spresnenie informácie o inžinierskogeologických

pomeroch, pričom táto požiadavka vyplynula z výsledkov konkrétnej etapy IGP, alebo ako následok zmeny technického riešenia v projekte, alebo počas výstavby (napr. doplnenie stavebného objektu, zmena technológie výstavby, pri prestavbe iné ako predpokladané charakteristiky spodnej stavby z existujúceho projektu, zmena IG pomerov oproti predpokladom a pod.). Zvyčajne ide o vyššie etapy projekčných podkladov.

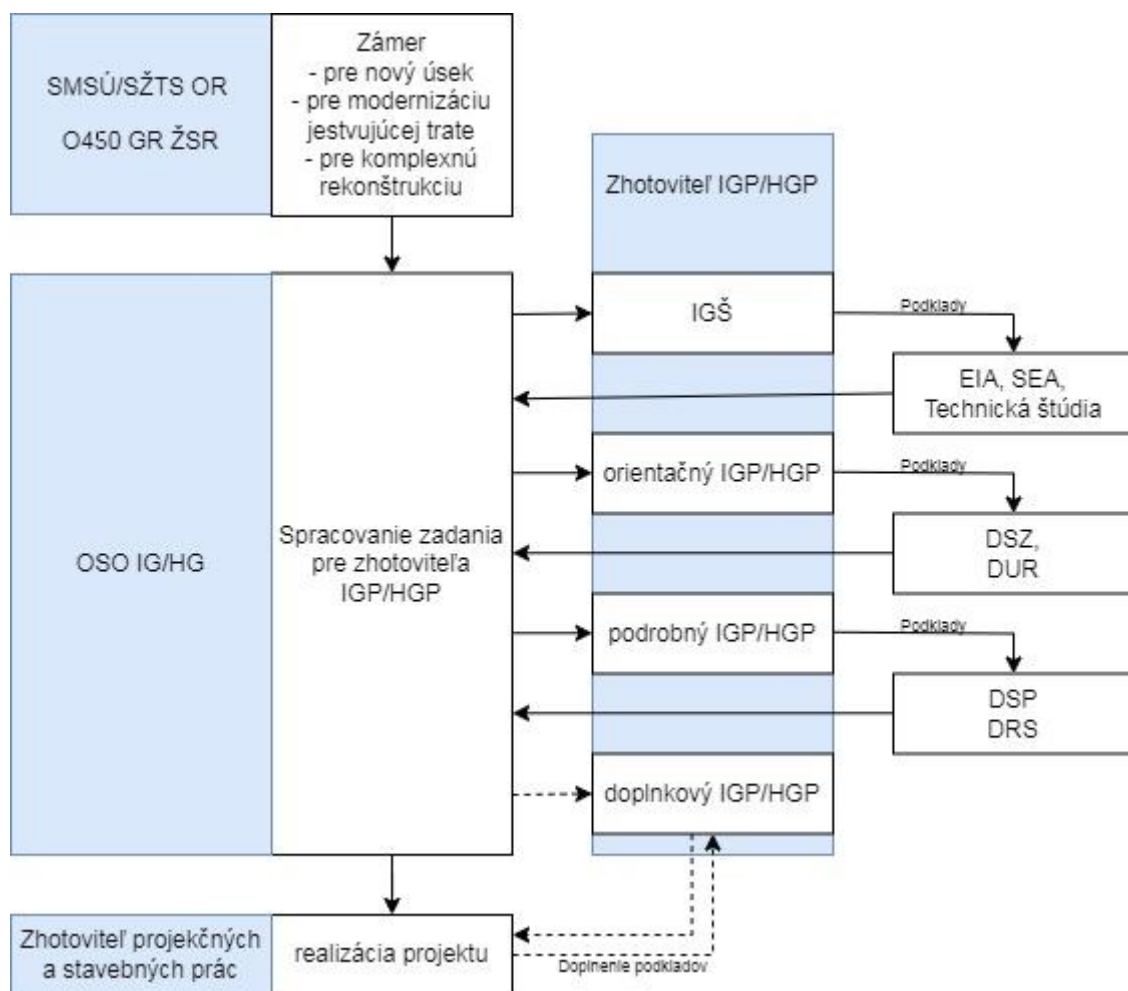
- 48.** Doplnkový prieskum môže nadväzovať na orientačný aj podrobný prieskum.
- 49.** Doplnkový prieskum je možné vykonať aj v prípade zmeny vonkajších podmienok na skúmanej lokalite – napríklad v prípade neočakávanej aktivizácie svahových pohybov.
- 50.** V doplnkovom prieskume sa využívajú metódy, ktoré sú charakteristické pre etapu prieskumu, ktorým je doplnkový prieskum dopĺňaný.

TRETIA ČASŤ IGP PRE NOVOSTAVBY ŽELEZNIČNEJ INFRAŠTRUKTÚRY

VIII. kapitola Úvodné ustanovenia

51. Príprava železničnej novostavby vychádza zo zaužívaných a legislatívne predpísaných postupov.

52. Etapa prieskumu je definovaná stupňom projektovej prípravy podľa schémy:



Obr. č. 1 Nadväznosť jednotlivých etáp IGP, HGP na stupeň projektovej prípravy

53. Novostavbami sa rozumie akákoľvek nová stavba mimo existujúcej infraštruktúry.

54. Neobsadené.

IX. kapitola IG štúdia pre novostavby

55. Rozsah prác a cieľ IG štúdie sú uvedené v kapitole IV.

X. kapitola Orientačný IGP pre novostavby

56. Rozsah prác a cieľ orientačnej etapy IGP sú uvedené v kapitole V.

57. Na splnenie cieľov orientačnej etapy IGP sa používajú metódy uvedené v kapitole XVI.

58. Minimálne požadované počty priamych prieskumných diel na jednotku dĺžky trasy železničnej trate v etape orientačného prieskumu podľa typu konštrukcie a so zohľadnením inžinierskogeologických pomerov a geotechnickej kategórie sú uvedené v tabuľke č. 2.

Tab. č. 2 Minimálna požadovaná hustota priamych prieskumných diel v etape orientačného inžiniersko-geologického prieskumu

Náročnosť konštrukcie		nenáročná		náročná	
Inžinierskogeologické pomery		jednoduché	zložité	jednoduché	zložité
Geotechnická kategória		1	2	2	3
Násyp	výška menej ako 5 m	1 ks / 200 m	1 ks / 100 m	-	-
	výška 5 – 10 m	-	-	1 ks / 150 m	1 ks / 75 m
	výška viac ako 10 m	-	-	1 ks / 150 m+	1 ks / 75 m+
Zárez	hĺbka menej ako 5 m	1 ks / 200 m	1 ks / 100 m	-	-
	hĺbka 5 – 10 m	-	-	1 ks / 100 m	1 ks / 50 m
	hĺbka viac ako 10 m	-	-	1 ks / 100 m+	1 ks / 50 m+
Trasa v úrovni terénu		1 ks / 500 m	1 ks / 250 m	-	-
Most jednopólový, priepust		1 ks	2 ks	2 ks	3 ks
Most viacpólový		-	-	3 ks	3 ks++
Tunel		-	-	1 ks / 1000*	1 ks / 500 m*
Poznámky: + doplní sa jeden vrt v smere kolmom na trasu ++ doplní sa vhodný počet vrtov podľa počtu póľ * pridáva sa 1 ks vrtu na každý portál V nepriaznivých územiach sa táto tabuľka neaplikuje, vyžaduje sa osobitný prístup.					

59. Požadované hĺbky vrtov závisia od miestnych geologických a geomorfologických podmienok ako aj od typu konštrukcie. Odporúča sa, aby:

- a) v zárezoch a v mieste, kde budúca trať bude v úrovni terénu, bola hĺbka vrtov minimálne 3 m pod plánovanú niveletu železničnej trate,
- b) v miestach násypov závisí hĺbka prieskumných diel od výšky násypov a geotechnických parametrov zemín v podloží budúceho násypu, minimálna hĺbka je však 6 m,

- c) pri mostných objektoch sa zakladanie navrhuje až po realizácii prieskumných prác, zvyčajná hĺbka vrtov je 15 m, pri náročných mostoch s veľkým rozponom alebo výškou pilierov sa odporúča hĺbka 30 m,
- d) pri tuneloch sa požaduje upraviť hĺbku vrtov tak, aby ich dno siahlo minimálne 15 m pod plánovanú niveletu železničnej trate. Odporúča sa vystrojenie prieskumných vrtov v trase tunelov tak, aby mohli slúžiť na dlhodobý monitoring hladiny podzemnej vody, alebo pórových tlakov.

60. Hĺbky vrtov navrhuje zodpovedný riešiteľ GÚ na základe aktuálnych projekčných podkladov a aktuálnych znalostí o miestnej geologickej stavbe. V priebehu prác je možné meniť hĺbku vrtov podľa aktuálne zastihnutých geologických pomerov, pričom túto skutočnosť je potrebné ozrejmiť v záverečnej správe.

61. V nestabilných územiach je rozmiestnenie vrtov závislé na tvare a rozsahu problematického územia a na spôsobe vedenia trasy železnice cez toto územie. V orientačnej etape prieskumu sa odporúča realizovať prieskumné vrty na minimálne 1 profile, v ktorom budú umiestnené minimálne 3 vrty. Hĺbka vrtov musí siahť minimálne 3 m pod najhlbšiu očakávanú šmykovú plochu (v prípade zosuvov). Odporúčané rozmiestnenie sond je v kapitole XVI.

62. V nestabilných územiach sa odporúča v orientačnej etape prieskumu vystrojiť aspoň 1 ks vrtu v danom profile inklinometrickou pažnicou na sledovanie podpovrchových horizontálnych deformácií a zároveň aspoň 1 ks vrtu vystrojiť perforovanou pažnicou pre sledovanie úrovne hladiny podzemnej vody. Vystrojené vrty sú potom ďalej sledované a stávajú sa súčasťou siete monitoringu pred, počas aj po výstavbe.

XI. kapitola

Podrobný IGP pre novostavby

- 63.** Rozsah prác a cieľ podrobnej etapy IGP sú uvedené v kapitole VI.
- 64.** Na splnenie cieľov podrobnej etapy IGP sa používajú metódy uvedené v kapitole XVI.
- 65.** Minimálne požadované počty priamych prieskumných diel na jednotku dĺžky trasy železničnej trate v etape podrobného prieskumu podľa typu konštrukcie a so zohľadnením inžinierskogeologických pomerov a geotechnickej kategórie sú uvedené v tabuľke č. 3.

Tab. č. 3 Minimálna požadovaná hustota priamych prieskumných diel v etape podrobného inžinierskogeologického prieskumu

Náročnosť konštrukcie	nenáročná	náročná
-----------------------	-----------	---------

Inžinierskogeologické pomery		jednoduché	zložité	jednoduché	zložité
Geotechnická kategória		1	2	2	3
Násyp	výška menej ako 5 m	1 ks / 100 m	1 ks / 75 m	-	-
	výška viac ako 5 m	-	-	1 ks / 50-75 m	1 ks / 25-50 m
Zárez	hĺbka menej ako 5 m	1 ks / 100 m	1 ks / 75 m	-	-
	hĺbka viac ako 5 m	-	-	1 ks / 50-75 m+	1 ks / 25-50 m+
Trasa v úrovni terénu		1 ks / 200 m	1 ks / 100 m	-	-
Most jednopoložný, priepust		1 ks	2 ks	1 ks každý základ	2 ks každý základ
Most viacpoložný		-	-	1 ks každý základ	2 ks každý základ
Tunel		-	-	1 ks / 500*	1 ks / 100 - 250 m*
+ doplní sa dvojica vrtov v mieste hornej hrany zárezu v smere kolmom na trasu, ktoré budú vystrojené ako pozorovacie vrty pre inklinometriu a hydrogeológiu * v portálových oblastiach tunelov sa postupuje ako v prípade zárezov s hĺbkou viac ako 5 m. V nepriaznivých územiach sa táto tabuľka neaplikuje, vyžaduje sa osobitný prístup.					

66. Vrty podrobnej etapy prieskumu sa umiestňujú na pozície medzi prieskumné diela z predchádzajúcich etáp prieskumu tak, aby sa vhodne zahustili informácie o geologickej stavbe. Rozmiestnenie diel nemusí byť pravidelné, musí odrážať konkrétny návrh trasovania (pozície zárezov, násypov) ako aj charakter stavebných objektov.

67. Hĺbka vrtov sa volí podobne ako v prípade orientačného prieskumu, pokiaľ zistené geologické pomery nevyžadujú prehĺbenie prieskumných diel. Hĺbka vrtov musí zachytiť všetky vrstvy, ktoré ovplyvňujú realizáciu stavby, alebo naopak budú ovplyvnené stavebnou konštrukciou. Svahy a terénne stupne sa musia preskúmať do hĺbky pod potenciálnou šmykovou plochou (STN EN 1997-2). Pri navrhovaní hĺbok prieskumných diel je možné využiť príklady odporúčaní uvedené v prílohe B.3 normy STN EN 1997-2.

68. Podľa STN EN 1997-2 pri veľmi veľkých alebo náročných objektoch (napríklad mostné objekty s veľkým rozponom, alebo vysokými piliermi, tunely a pod.) niektoré prieskumné diela môžu zasahovať do väčších hĺbok ako tých, ktoré sú uvedené v predchádzajúcich bodoch. Väčšie prieskumné hĺbky sa majú zvoliť v prípade nepriaznivých inžinierskogeologických pomerov, ako sú napríklad nedostatočne únosné alebo stlačiteľné vrstvy, ktoré sa nachádzajú pod vrstvou s vyššou únosnosťou. Naopak, v prípade výskytu únosného skalného podložia v hĺbke menšej ako je navrhovaná, je možné realizovať prieskumné práce do menšej hĺbky, minimálne však 2 m do únosného podložia.

69. Vystrojenie vrtov kvôli režimovému meraniu. Predovšetkým v tejto etape IGP je nutné zabudovať vybrané vrty pre režimové merania hladín podzemných vôd (piezometre), alebo kvôli meraniu pohybov vo vnútri horninového prostredia (inklinometre, deformetre). Uvedené vrty sa zabudovávajú predovšetkým v nepriaznivých územiach, v miestach hlbokých zárezov, prípadne vysokých násypov na základe výsledkov z etapy orientačného IGP. Na piezometroch sa potom meria

hladina podzemnej vody v pravidelných intervaloch počas trvania prieskumu (prípadne kontinuálnym záznamom prostredníctvom snímačov) a na inklinometroch sa v tomto období vykoná základné a minimálne ešte jedno meranie tak, aby výsledky týchto meraní mohli byť zverejnené v záverečnej správe. Vystrojené vrty sú potom ďalej sledované a stávajú sa súčasťou siete monitoringu pred, počas a po výstavbe stavby.

70. V prípade zárezov sa prieskumné vrty umiestňujú do profilov. Je vhodné, ak sú krajné vrty umiestnené na hrane budúceho zárezu (článok 132). Odporúča sa, aby boli vystrojené ako pozorovacie inklinometrické vrty pre sledovanie svahových pohybov a piezometrické vrty pre sledovanie režimu podzemných vôd. Zvyčajne sa oba druhy vrtov umiestňujú vo dvojiciach.

71. Geologické pomery smerom do hĺbky sú znázornené na pozdĺžnych a priečnych inžinierskogeologických rezoch s vyznačením úrovne hladiny podzemnej vody, hlavných geologických rozhraní a horninových typov, orientácie sklonu súvrství.

72. V nepriaznivých územiach musia byť stanovené informácie uvedené v článku č. 133.

73. Pre tunelové stavby sa pri návrhu rozsahu prieskumných diel postupuje individuálne, pričom sa zohľadňuje prístupnosť terénu, výška nadložia, očakávané geologické, tektonické a hydrogeologické pomery. Prieskumné diela sa umiestňujú mimo budúci tunel tak, aby ich bolo možné využívať na dlhodobý hydrogeologický monitoring. Pri obzvlášť dlhých tuneloch sa zvažuje aj možnosť použitia banských prieskumných diel (štôlní, šachtíc).

74. V úsekoch trasy železničnej stavby, kde sa nepredpokladá výrazne ovplyvnenie režimu podzemných vôd, sa vykonáva iba zaznamenávanie hladiny podzemnej vody počas realizácie vrtných prác a na zabudovaných vrtoch sa vykonávajú režimové merania hladín podzemných vôd počas trvania etapy podrobného IGP. V prípade výskytu zdrojov podzemných vôd (zabudované studne, pramene) je dôležité realizovať merania ich hladín, prípadne výdatností. Ak sa nachádzajú v skúmanom území alebo jeho blízkosti otvorené vodné plochy, pri interpretácii meraní podzemných vôd sa musí brať do úvahy aj ich hladina.

75. Cieľom realizácie a vyhodnotenia hydrogeologických prác realizovaných v rámci podrobnej etapy IGP je určiť:

- a) priepustnosť zvodnených horninových komplexov, režim hladín podzemných vôd v nich a prognózu jeho zmeny po realizácii výstavby,
- b) vplyv stavby na súčasné zdroje podzemných vôd, prípadne návrh opatrení na zmiernenie negatívneho vplyvu a navrhnuť monitorovaciu sieť na režimové pozorovanie pred a počas výstavby a takisto počas prevádzky stavby,
- c) stanovenie stupňa agresivity podzemnej a povrchovej vody v miestach ich kontaktu s betónovými a ocelovými konštrukciami a jeho zmien v čase,
- d) podľa požiadaviek objednávateľa navrhnuť možné zdroje podzemných vôd potrebných pre stavebnú činnosť, alebo ako náhradné zdroje pre

obyvateľstvo v prípade ohrozenia súčasných zdrojov,

- e) hladinu podzemnej vody v podloží železničnej trate, ako aj samostatných stavebných objektov a vplyv kapilárnej vzlínavosti na vodný režim zemnej pláne, resp. základovej škáry a to aj s ohľadom na hĺbku premrzania.

ŠTVRTÁ ČASŤ

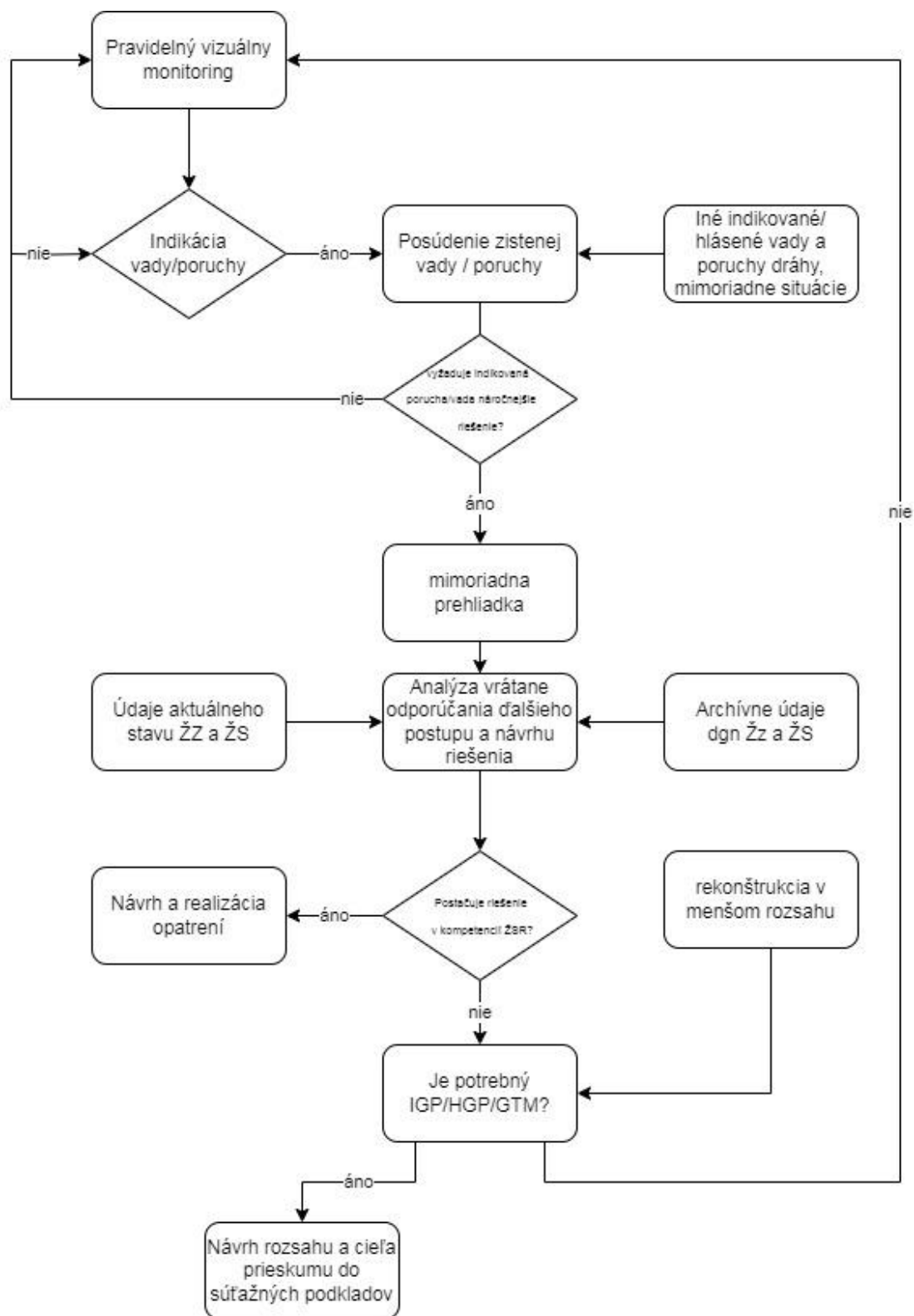
IGP PRE JESTVUJÚCE STAVBY ŽELEZNIČNEJ INFRAŠTRUKTÚRY

XII. kapitola

Úvod

- 76.** IGP na jestvujúcich tratiach a stavebných objektoch sa vykonáva v prípade ak:
- a)** došlo k neočakávanej zmene podmienok v okolí železničnej trate, ktoré majú za následok vznik havarijného stavu alebo rozvoja deformácií a porúch železničného zvršku a spodku (napr. zosuv, skalné zrútenie, presadnutie a pod.),
 - b)** požaduje sa zvýšená deformačná odolnosť zemnej pláne z dôvodu zvýšenia nápravových tlakov,
 - c)** na základe kontrolnej a dohliadacej činnosti na železničnom zvršku a spodku prekročené prevádzkové, resp. medzné prevádzkové odchýlky parametrov koľaje, alebo sú zrejmé vizuálne deformácie,
 - d)** je požadovaná rekonštrukcia železničného priecestia okrem železničného priechodu (pre chodcov a cyklistov),
 - e)** je plánovaná rekonštrukcia alebo oprava železničnej trate v menšom rozsahu ako komplexná modernizácia,
 - f)** je plánované rozšírenie železničnej infraštruktúry.

77. Postup pri návrhu a realizácii IGP je znázornený v schéme na obrázku č. 2.



Obr. č. 1 Postup pri zadávaní IGP/HGP/GTM na existujúcich stavbách

- 78.** IGP na jestvujúcich tratiach sa rozdeľuje na:
- a) prieskum konštrukčných vrstiev železničného spodku,
 - b) prieskum ostatných častí železničného spodku a jeho geologického podložia.
- 79.** Cieľom IGP pri jestvujúcich tratiach je:
- a) zistenie fyzikálno-mechanických vlastností jednotlivých konštrukčných vrstiev podvalového podložia,
 - b) zhodnotenie únosnosti a deformačnej odolnosti pláne železničného spodku aj ich trend smerom do hĺbky,
 - c) zhodnotenie stability jestvujúcich násypov a zárezov železničnej trate,
 - d) zistenie stavu a príčin porúch a deformácií telesa železničného spodku alebo stavieb železničného spodku,
 - e) zistenie aktuálneho vodného režimu v oblasti pláne železničného spodku.
- 80.** Výsledky a závery IGP sú podkladom pre hospodárny a bezpečný návrh spôsobu sanácie porúch železničného zvršku a spodku alebo stavieb železničného spodku.
- 81.** Výsledky IGP v etape orientačného a podrobného prieskumu musia spĺňať požiadavky podľa článku 39 a článku 48.
- 82.** IGP sa vykonáva zvlášť pre každú koľaj, na ktorej sa uvažuje s rekonštrukciou a/alebo sanáciami, a to spravidla v osi koľaje.
- 83.** IGP sa vykonáva v etapách podľa stupňa projektovej dokumentácie podľa tabuľky 1. Pri zohľadnení miestnych geologických, geotechnických, morfológických a hydrogeologických pomerov a ich zložitosti je možné etapy prieskumu účelovo zlúčiť (tzv. jednoetapové prieskumy).

XIII. kapitola

Klasifikácia typických porúch telesa železničného spodku

- 84.** Počas pravidelných prehliadok technického stavu železničnej trate je hodnotený aj stav železničného spodku a jeho časový vývoj.
- 85.** Prehľad najčastejších porúch na jestvujúcich tratiach z hľadiska podložia, ako aj ich príčina, ovplyvňujúce faktory a vlastnosti porúch uvádza tabuľka č. 4.

Tab. č. 4 Prehľad prejavov porúch na jestvujúcich tratiach ich príčina, ovplyvňujúce faktory a nároky pri prieskume

Časť konštrukcie ŽS	Porucha ŽS	Prejav poruchy ŽS	Podstatná príčina poruchy	Obsah resp. cieľ prieskumu
Zemná pláň	Zablatené miesto	Povrchové znečistenie štrkového lôžka	Spad prepravovaných substrátov (uholný prach, cement apod.), naviatie alebo usadenie spláchnutého materiálu z okolia trate	- rekognoskácia - stanovenie množstva jemnozrnného materiálu
		Zatláčanie štrkového lôžka	Plastická zemina v zemnej pláni s nízkou hodnotou statického modulu pretvorenia	- typ zeminy v podloží so stanovením konzistenčných medzí - vodný režim
	Priečne štrkové priehlbiny, lôžkové korytá, štrkové hniezda, vodné vrecia	Zatláčanie štrkového lôžka	Plastická zemina v zemnej pláni s nízkou hodnotou statického modulu pretvorenia	- typ zeminy v podloží so stanovením konzistenčných medzí - vodný režim
	Výmrazky (povrchové/v hĺbke)	Zdvih koľaje	Zmrznutie zrážkovej vody v štrkovom lôžku, zmrznutie vody vzliňajúcej od HPV	
	Nabobtnanie / zmrašťovanie	Zdvih/pokles koľaje	Objemovo nestále zeminy v podloží, nestály vodný režim v podloží	
	Pokles	Pokles/prepadnutie koľaje	Zemina v zemnej pláni s nízkou hodnotou statického modulu pretvorenia	- typ zeminy v podloží so stanovením konzistenčných medzí - stanovenie deformačných parametrov - vodný režim
Jadro zemného telesa	Pokles (sadanie)	Pokles násypu	Spravidla nedostatočné zhutnenie zeminy, vyplavenie jadra zemného telesa, poddolovanie	- typ zeminy v podloží ako aj telesa násypu, resp. zárezových svahov - stanovenie šmykových parametrov - vodný režim
	Rozvalenie	Katastrofálna zmena tvaru násypu/telesa	Zníženie smykovej pevnosti zeminy násypu, nízka hodnota statického modulu	

			pretvorenia podložia násypu	
Skalné svahy	Rozpad horniny	Sutiny, padanie kameňov	Zvetranie horniny, trhavý účinok drevín, zníženie šmykovej pevnosti	- fyzikálno mechanické vlastnosti horninového masívu - štruktúra horninového masívu
	Zosun skál	Zosun po odlučných plochách	Zvetranie horniny, trhavý účinok drevín, zníženie šmykovej pevnosti	
	Zrútenie	Zrútenie skalných blokov	Trhavý účinok mrznúcej vody, strata stability	
Zemné svahy	Vymieľanie	Erózna ryha vo svahu	Nezatrávnený (nespevnený) svah, intenzívne dažďové zrážky, nevhodné obhospodarovanie plochy nad svahom zárezu	- rekognoskácia
	Vymieľanie a vyplavovanie (erózia)	Erózna ryha vo svahu	Jemnozrnná zemina vo svahu, prúdenie a výver podzemnej vody	
	Vymieľanie a vyplavovanie (abrázia)	Podomletie svahu	Nedostatočné spevnenie a ochrana svahu brehu	
	Zosuny a zosuvy	Zosun dreňovej pokrývky a humusu	Veľký sklon svahu, krátka koreňová sústava vegetácie svahu	- rekognoskácia
		Zosun povrchovej vrstvy zeminy na svahu	Výmrazky v zemine na svahu, zvodnenie povrchovej vrstvy	
		Zosun prisypaného násypu	Prísyp zeminy na svah - neodhumusovaný a bez svahových stupňov	
		Podomletie päty svahu pôsobením tečúcej vody	Nedostatočná ochrana svahu proti účinkom tečúcej vody	
		Zosuv svahu násypu, odrezu alebo zárezu	Preťaženie hornej časti svahu, tlak presakujúcej vody zeminou, zníženie šmykovej pevnosti zeminy, odťaženie päty svahu	- typ zeminy v podloží ako aj teleso násypu, resp. zárezových svahov

				<ul style="list-style-type: none"> - stanovenie šmykových parametrov - vodný režim
Podložie násypu	Sadanie	Pokles povrchu	Stlačenie zeminy v podloží	<ul style="list-style-type: none"> - typ zeminy v podloží so stanovením konzistenčných medzí - stanovenie deformačných parametrov - vodný režim
	Vytlačovanie	Zaborenie násypu do podložia	Nedostatočná hodnota statického modulu pretvorenia podložia (nízka šmyková pevnosť zeminy)	
	Pokles	Prepadnutie povrchu	Presadavé zeminy (napr. spraše), poddolovanie	<ul style="list-style-type: none"> - typ zeminy v podloží so stanovením konzistenčných medzí - stanovenie deformačných parametrov - stanovenie obsahu CaCO_3 - vodný režim
	Zosuv	Zosun podložných vrstiev po šmykových plochách	Zníženie trenia na šmykovej ploche	<ul style="list-style-type: none"> - typ zeminy v podloží ako aj telesa násypu, resp. zárezových svahov - stanovenie šmykových parametrov - vodný režim

86. Základným kritériom pri prieskume KV železničného spodku je statický modul pretvorenia zemín, tvoriacich pláš železničného spodku resp. KV, ktorý je zisťovaný statickou zaťažovacou skúškou.

87. Ako doplnkové kritérium je možné použiť dynamický modul pretvorenia zemín telesa železničného spodku, zisťovaný rázovou zaťažovacou skúškou.

88. Metodika realizácie statickej zaťažovacej skúšky podľa metodiky ŽSR je spracovaná v prílohe č. 3.

89. Statické zaťažovacie skúšky sa realizujú v kopaných sondách za hlavami podvalov alebo v kopaných ryhách naprieč KL v osi koľaje.

90. Spôsob realizácie kopaných sond pre realizáciu statických zaťažovacích skúšok je znázornený v prílohe č. 4.

91. V rovnakom staničení ako kopaná sonda so statickou zaťažovacou skúškou sa realizuje aj sonda dynamickej penetrácie, a to spravidla v osi koľaje. Hĺbka sondy sa

volí podľa výšky telesa násypu tak, aby zastihla aj podložné vrstvy. Cieľom sondy dynamickej penetrácie (DPS) je overiť charakter a priebeh geotechnických parametrov smerom do hĺbky.

92. Pri úseku dlhšom ako 1 km sa odporúča použitie geofyzikálnych metód pre kontinuálnu informáciu na celom úseku pre doplnenie bodových informácií zo SZS a DPS a odhalenie lokálnych anomálií, ktoré bodový prieskum neoverí. Možné je použiť GPR s minimálne dvoma vlnovými dĺžkami pre zabezpečenie optimálneho rozlíšenia.

93. Pre overenie zatlačenia štrkového lôžka sa realizujú kopané sondy. Spôsob realizácie kopaných sond je znázornený v prílohe č. 4.

94. Prieskum ostatných častí telesa železničného spodku a jeho geologického podložia sa realizuje spravidla pomocou prieskumných jadrových vrtov a/alebo pomocou geotechnických skúšok in-situ.

95. V prípade porúch stavieb železničného spodku sa prieskum pre overenie základových pomerov realizuje spravidla pomocou prieskumných vrtov situovaných v bezprostrednej blízkosti stavebného objektu (most, múr a pod.).

96. Zloženie násypov sa zisťuje priamo pomocou prieskumných vrtov realizovaných z koruny násypu, kopaných sond (rýh) realizovaných na svahu násypu alebo nepriamo pomocou sondy dynamickej penetrácie.

97. Prieskumné práce na jestvujúcich tratiach sa spravidla realizujú počas koľajovej a napäťovej výluky.

98. Počas prieskumných prác správca železničnej infraštruktúry poskytuje súčinnosť realizátorovi prieskumných prác pri zabezpečení výluk ako aj potrebnej koľajovej techniky.

XIV. kapitola

Orientačný prieskum pre jestvujúce stavby

99. Orientačný IGP poskytuje informácie o súčasnom stave železničného spodku v príslušnom TÚ a podložia samostatného stavebného objektu. Jeho základom je prehliadka hodnoteného úseku železničnej trate správcom trate, realizovaná spoločne so zhotoviteľom IGP. Prehliadka je zameraná najmä na miesta, ktoré vyžadujú časté zásahy v rámci údržby a na miesta porúch, pričom počas prehliadky má byť stanovená pravdepodobná príčina ich vzniku.

100. Základnými podkladmi pre hodnotenie aktuálneho stavu železničného spodku v hodnotenom úseku a podložia samostatného stavebného objektu, ktoré slúžia na vypracovanie orientačného IGP sú:

- a)** jednotná železničná mapa úseku (JŽM),
- b)** pozdĺžny profil a priečne profily železničnou traťou,
- c)** aktuálna geologická mapa, mapa inžinierskogeologických pomerov, prípadne ďalšie relevantné mapové podklady,

- d)** záznamy z pravidelného monitoringu (meranie GPK a iné),
- e)** prehľad mostných objektov a priepustov, prípadne ďalších objektov a prekážok (priecestia, priechody, podzemné vedenia),
- f)** dokumentácia a výsledky archívnych prieskumov (archív Geofondu a iné dostupné archívy),
- g)** výsledky bežných prehliadok železničného spodku,
- h)** údaje vykonaných a vykonávaných rekonštrukciách a opravách železničného spodku eventuálne zvršku.

101. Orientačný IGP sa vykonáva priamymi deštruktívnymi a nepriamymi nedeštruktívnymi metódami, ktoré sú presnejšie opísané v kapitole XVI.

102. Výsledky orientačného IGP sú podkladom pre návrh dočasnej sanácie problematického miesta (rozsah a typ sanačných prác) a zároveň podkladom pre návrh podrobného IGP.

103. V prípade, ak porucha alebo deformácie telesa železničného spodku mali za následok prerušenie železničnej prevádzky, musí byť výsledkom orientačného IGP návrh dočasnej sanácie, vedúcej k urýchleniu obnovy prevádzky na trati.

104. Počas orientačného prieskumu sú prieskumné diela (kopané sondy, vrty) v problémovom úseku trate s častými alebo zjavnými poruchami rozmiestnené systematicky so vzdialenosťou maximálne 100 m, prípadne sú cielené jednotlivo na konkrétne problematické miesta (napr. na miesta častých porúch GPK, miesta zabahnenia KL a pod.).

105. V úsekoch s priaznivými geologickými a geotechnickými pomermi bez zjavných porúch telesa železničného spodku, sú prieskumné diela rozmiestnené systematicky so vzdialenosťou maximálne 200 m.

106. Orientačný IGP pre stavebné objekty má za cieľ umožniť overenie ich základových pomerov pre účely rekonštrukcie (zvyšovanie únosnosti mostov a pod.).

107. V prípade jednoduchých geologicko-geotechnických pomerov je možné zlúčiť orientačnú etapu prieskumu s podrobnou etapou prieskumu.

108. V kopaných sondách sa realizujú statické alebo dynamické zaťažovacie skúšky a odoberajú sa charakteristické vzorky zemín na laboratórne rozbery.

109. Nedeštruktívne geofyzikálne metódy sa počas orientačného IGP využijú v problematickom úseku železničnej trate najmä na zistenie kontinuálneho priebehu úrovne zemnej pláne, stupňa znečistenia KL, stanovenie hrúbky KL, miesta s výraznými anomáliami KV a telesa železničného spodku.

110. Nedeštruktívne metódy tvoria tiež podklad pre situovanie priamych prieskumných diel.

111. Z vykonaného orientačného IGP je zhotovená záverečná správa v zmysle platnej legislatívy, pričom v záveroch sa uvedie zhodnotenie aktuálneho stavu železničného spodku a návrh ďalšieho postupu.

112. Výsledkom orientačného IGP na jestvujúcej infraštruktúre má okrem cieľov uvedených v kapitole V aj:

- a) charakterizovanie hrúbky jednotlivých KV a ich geotechnických parametrov v miestach kopaných sond,
- b) stanovenie statického deformačného modulu pláne železničného spodku resp. projektantom určených vrstiev a orientačné zhodnotenie predpokladu jeho vývoja smerom do hĺbky aj do strán,
- c) stanovenie vodného režimu zemnej pláne,
- d) určenie príčiny vzniku poruchy na zemnom telese alebo pláni železničného spodku,
- e) predbežný návrh dočasnej sanácie problematického miesta,
- f) návrh na rozsah podrobnej etapy prieskumných prác pre návrh definitívnej sanácie.

XV. kapitola

Podrobný prieskum pre jestvujúce stavby

113. Podrobný IGP vykonáva zhotoviteľ IGP na základe výsledkov orientačného IGP a na základe požiadaviek objednávateľa a zhotoviteľa projektovej dokumentácie.

114. Podrobný IGP slúži na komplexné a čo najpresnejšie posúdenie stavu železničného spodku z hľadiska jeho materiálového zloženia ako aj príčin a rozsahu porúch železničného spodku, resp. podložia samostatného stavebného objektu.

115. Podrobný IGP tiež komplexne posudzuje inžinierskogeologické, hydrogeologické a geotechnické pomery podložia zemného telesa železničného spodku a pomery v nestabilných územiach v bezprostrednom okolí jestvujúcej železničnej trate.

116. Základnými podkladmi pre hodnotenie stavu železničného spodku v hodnotenom úseku, ktoré slúžia na vypracovanie podrobného IGP, sú:

- a) jednotná železničná mapa úseku (JŽM),
- b) pozdĺžny profil a priečne profily železničnou traťou,
- c) aktuálna geologická mapa, mapa inžinierskogeologických pomerov, prípadne ďalšie relevantné mapové podklady,
- d) záznamy z pravidelného monitoringu (meranie GPK a iné),
- e) prehľad mostných objektov a priepustov, prípadne ďalších objektov a prekážok (priecestia, priechody, podzemné vedenia),
- f) dokumentácia a výsledky archívnych prieskumov (archív Geofondu a iné dostupné archívy),
- g) výsledky bežných prehliadok železničného spodku,

- h)** údaje vykonaných a vykonávaných rekonštrukciách a opravách železničného spodku eventuálne zvršku.

117. Podrobný prieskum sa vykonáva priamymi deštruktívnymi metódami a nepriamymi nedeštruktívnymi metódami, pričom opis metód je spracovaný v kapitole XVI.

118. V úsekoch s priaznivými geologickými a geotechnickými pomermi bez zjavných porúch telesa železničného spodku, sú priame prieskumné diela počas podrobného IGP rozmiestnené systematicky so vzdialenosťou maximálne 100 m, pričom do tohto počtu sa zahrnú aj prieskumné diela z predchádzajúcej etapy tak, aby sa zahustila geologická informácia.

119. Pre stavebné objekty realizovať a doplniť prieskumné diela tak, aby boli overené základové pomery pre účely rekonštrukcie (zvyšovanie únosnosti mostov a pod.).

120. V miestach s výraznými poruchami telesa železničného spodku je možné priame prieskumné diela na železničnej trati ešte zahustiť.

121. V nepriaznivých územiach je potrebné prieskumom overiť aj geologické pomery v širšej oblasti mimo samotného telesa železničného spodku, ktorá môže ovplyvňovať stabilitu železničnej trate. V takom prípade je potrebné, aby prieskumné práce splnili ciele uvedené v článkoch 132 a 133.

122. Nedeštruktívne metódy (geofyzikálne merania) sa použijú systematicky na celý hodnotený úsek a pre každú koľaj zvlášť tak, aby vznikol kontinuálny obraz o priebehu jednotlivých konštrukčných vrstiev, ich hrúbke prípadne o ich materiálovom zložení.

123. Výsledkom podrobného IGP na jestvujúcej infraštruktúre má okrem cieľov uvedených v kapitole VI aj:

- a)** charakterizovanie hrúbky jednotlivých KV a ich geotechnických parametrov v miestach kopaných sond,
- b)** stanovenie statického deformačného modulu pláne železničného spodku resp. projektantom určených vrstiev a orientačné zhodnotenie predpokladu jeho vývoja smerom do hĺbky aj do strán,
- c)** stanovenie vodného režimu zemnej pláne,
- d)** určenie príčiny vzniku poruchy na zemnom telese alebo pláni železničného spodku.

PIATA ČASŤ METÓDY IGP

XVI. kapitola Metódy IGP

124. V tejto časti uvádzame prehľad metód a postupov, ktoré sa najčastejšie využívajú počas realizácie IGP. Je možné ich využiť počas prieskumných prác v rámci prípravy nových stavieb železničnej infraštruktúry ako aj pre prieskum v rámci existujúcej infraštruktúry (prieskum telesa železničného spodku a jeho podložia).

125. Metódy prieskumu musia byť uvedené v Projekte geologickej úlohy spolu s ich zdôvodnením.

126. IGP sa realizuje metódami, ktoré rozdeľujeme na:

- a) priame - deštruktívne, počas ktorých dôjde k priamemu odkrytiu geologického prostredia (prípadne telesa železničného spodku a jeho konštrukčných vrstiev). Zvyčajne ide o vrtné a banské práce a odbery vzoriek hornín, zemín a podzemnej vody. Dochádza k zásahu do telesa železničného spodku, jeho KV a podložného alebo okolitého horninového prostredia,
- b) nepriame – nedeštruktívne, počas ktorých nedochádza k priamemu odkrytiu geologického prostredia, sem patria terénne (poľné) skúšky, laboratórne práce, hydrogeologické práce, geofyzikálne práce, mapovacie a geodetické práce.

127. Priame prieskumné metódy majú za cieľ umožniť:

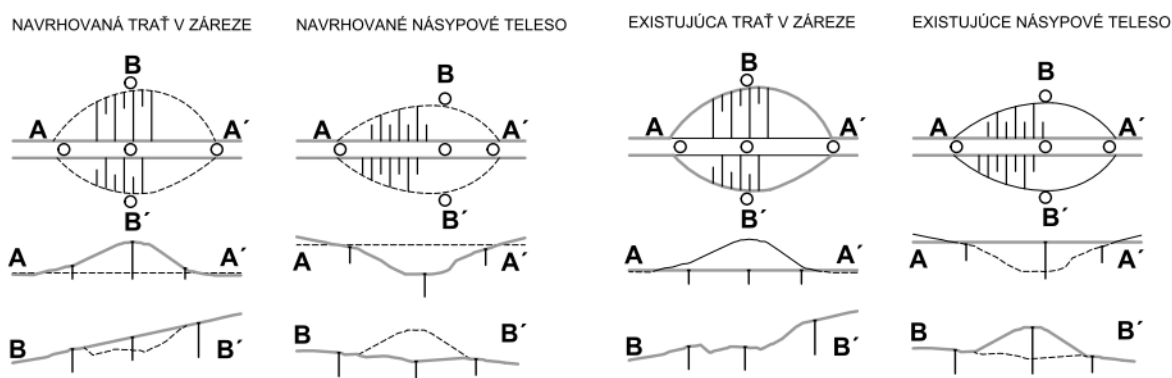
- a) získať priamu informáciu o slede, hrúbke a orientácii jednotlivých vrstiev zemín a hornín, poruchových systémov, zlomov a šmykových plôch,
- b) stanoviť typ, zloženie a stav jednotlivých horninových komplexov,
- c) odobrať charakteristické vzorky zemín a skalných hornín v potrebnej kvalite, ktorá bude dostatočná pre posúdenie ich celkovej vhodnosti z hľadiska inžinierskej geológie, geotechniky a ochrany životného prostredia, ktorá umožní vykonať potrebné laboratórne rozboru,
- d) získať informáciu o hydrogeologických pomeroch a odobrať vzorky podzemných vôd na ich laboratórnu analýzu s cieľom zistiť chemickú interakciu medzi podzemnou vodou, horninovým prostredím a stavebným materiálom, spôsob vykonávania merania hladín podzemných vôd upravuje STN EN ISO 22475-1.

128. Priame prieskumné metódy sa realizujú pomocou:

- a) prieskumných kopaných sond a rýh na telese železničného spodku, realizovaných ručne alebo strojovo,
- b) prieskumných vrtov, realizovaných ručne alebo strojovo,

- c) prieskumných kopaných rýh, sond a šácht mimo telesa železničného spodku, realizovaných banským spôsobom,
- d) prieskumných štôlní, realizovaných banským spôsobom,
- e) zariadení na ručný alebo strojový odber vzoriek.

129. Pri návrhu prieskumných diel pri násypoch vyšších ako 5 m a zárezoch hlbších ako 5 m je potrebné realizovať v priečnom smere minimálne 3 prieskumné diela (obrázok č. 3) v intervaloch podľa etapy prieskumu.



Obr. č. 3 Schéma rozmiestnenia prieskumných sond pri prieskume trasy v miestach hlbokých zárezov a násypov (Malgot-Kopecký, 2003)

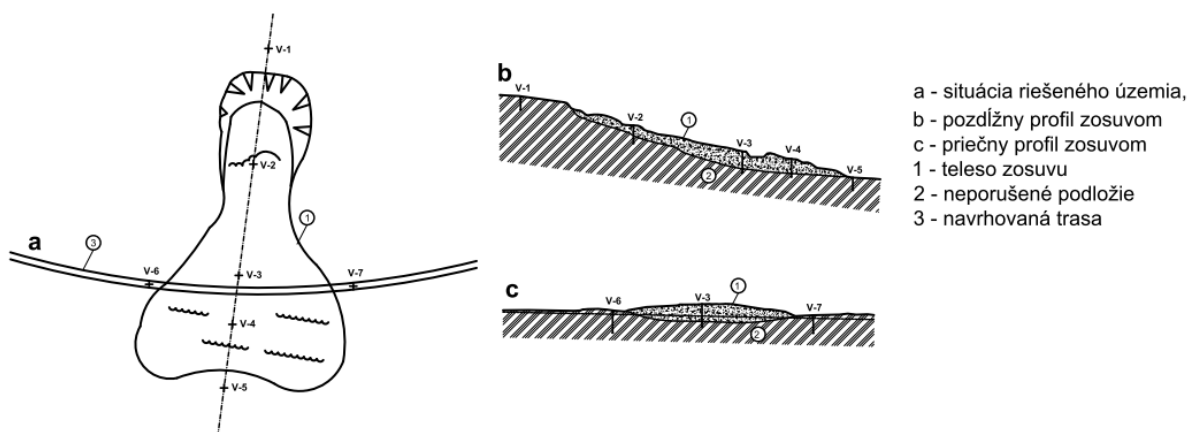
130. V nepriaznivých územiach so svahovými deformáciami je potrebné, aby boli prieskumom získané nasledovné informácie:

- a) priestorové overenie svahovej poruchy alebo nestabilnej vrstvy podložia,
- b) hĺbka a charakter šmykových plôch (zón), aktivita na týchto plochách pomocou zabudovaných monitorovacích zariadení (inklinometrické vrty a pod.),
- c) pre dané prostredie overiť vlastnosti zemín a hornín v miestach šmykových zón,
- d) overiť hydrogeologické pomery svahovej poruchy monitoringom na zabudovaných piezometrických (hydrogeologických) pozorovacích vrtoch a overiť možnosti odvodnenia,
- e) zistiť faktory, ktoré vyvolávajú nestabilitu územia,
- f) aby bolo možné charakterizovať celú svahovú deformáciu, je potrebné realizovať prieskumné diela v profiloch (minimálne dva na seba kolmé profily – jeden v smere pohybu zosuvu a jeden naprieč), pričom podľa rozsahu deformácie by malo byť na jednom profile cca 5 ks vrtov.

131. V nepriaznivých územiach s neúnosným podložím násypov je potrebné počas prieskumu zistiť:

- a) hrúbku a plošný rozsah neúnosnej vrstvy,
- b) overiť vlastnosti zemín v neúnosnej vrstve ako aj vo vrstvách nadložných a podložných,
- c) overiť hydrogeologické pomery v tomto mieste a možnosti odvodnenia územia,
- d) overiť možnosť konsolidácie územia,
- e) aby bolo možné charakterizovať územie s neúnosným podložím, je potrebné realizovať prieskumné diela v profiloch, pričom na jednom profile by mali byť minimálne 3 prieskumné diela,
- f) na ohraničenie rozsahu územia sa odporúča využiť geofyzikálne metódy.

132. Kvôli zisteniu charakteru a stability celého zosuvného územia je nutné realizovať minimálne 2 profily zosuvným územím, pričom každý bude pozostávať minimálne zo 4-5 prieskumných diel podľa celkovej dĺžky svahovej deformácie.



Obr. č. 2 Príklad rozmiestnenia sond v nepriaznivom území zo svahovými deformáciami (Malgot-Kopecký, 2003)

133. Výber priamej prieskumnej metódy. Program odberu vzoriek zemín, skalných hornín a podzemných vôd sa stanoví v Projekte geologickej úlohy. Na základe požadovanej triedy kvality laboratórnych vzoriek sa určí kategória odberu vzoriek. Z kategórie odberu vzoriek vyplýva potom použitá priama prieskumná metóda (typ a spôsob vrtných alebo banských prác). Problematiku odberov vzoriek zemín a hornín upravuje STN EN ISO 22475-1.

134. Technológia vrtných prác musí byť prispôsobená podstatno-kvalitatívnym požiadavkám na výnos jadra.

135. Nepriame prieskumné metódy sú také, ktorými sa zistia fyzikálno-mechanické vlastnosti horninového prostredia bez odoberania vzoriek. Priame prieskumné metódy spojené s odberom vzoriek možno nahradiť nepriamymi metódami iba v tom prípade, ak je dostatočná lokálna skúsenosť, umožňujúca koreláciu medzi výsledkami

nepriamych metód a horninovým prostredím a je možné jednoznačne interpretovať výsledky.

136. Miesta realizácie niektorých nepriamych metód (skúšok) by mali byť navrhnuté tak, aby ich výsledky neboli počas prieskumných prác ovplyvnené inými terénnymi prieskumnými metódami, najmä vrtnými prácami. Tomu je potrebné prispôbiť aj harmonogram prieskumných prác.

137. Nepriame prieskumné metódy sú spravidla založené na geofyzikálnych, geotechnických, geodetických a hydrogeologických meraniach na povrchu územia alebo v prieskumných vrtoch.

138. Program nepriamych prieskumných metód je definovaný v PGU. V programe sú navrhnuté miesta (situovanie), hĺbky a počty terénnych skúšok, dĺžky a trasy geofyzikálnych profilov a podobne. Najvhodnejšia je kombinácia nepriamych prieskumných metód s priamymi prieskumnými dielami a odberom vzoriek.

139. Geotechnické nepriame prieskumné metódy predstavujú geotechnické skúšky in-situ. Môžu byť realizované na povrchu územia, vo vrtoch alebo v banských prieskumných dielach (šachty a štôlny). Najbežnejšie geotechnické skúšky, používané počas prieskumných prác na stavbách dopravnej infraštruktúry sú:

- a) zaťažovacie skúšky vo vrtoch – založené sú na radiálnom zaťažovaní steny vrtu tlakom nafukovacej membrány skúšobnej sondy. Najpoužívanějšíe skúšky sú presiometrická (PS) a dilatometrická skúška (DMT). Presiometrickú skúšku upravuje norma STN EN ISO 22476-4. Vhodná je do prostredia jemnozrnných zemín a silno zvetraného prostredia hornín. Skúška sa aplikuje vo vrtoch do hĺbky max. 30 m. Dilatometrickú skúšku upravuje norma STN EN ISO 22476-5. Je vhodná do prostredia poloskalných a skalných hornín. Aplikuje sa vo vrtoch do hĺbky 500 m, v špeciálnych prípadoch je skúška realizovateľná aj v hlbších vrtoch. Skúšky poskytujú informáciu o deformačných vlastnostiach zemín a hornín a ich výsledky sa používajú pri návrhu zakladania mostov alebo tunelov, prípadne vysokých zárubných a oporných múrov,
- b) statická a dynamická zaťažovacia skúška doskou (na pláni alebo v kopanej sonde) - najbežnejšia metóda na zisťovanie deformačných vlastností zemín telesa železničného spodku a jeho KV. V podmienkach ŽSR sa používa metóda ŽSR, ktorej metodika je v prílohe 3 a metóda v zmysle normy DIN 18134:2012-04,
- c) dynamická penetračná skúška - spočíva v zarážaní normového hrotu do zeminového prostredia pomocou barana s danou hmotnosťou a výškou dopadu. Podľa použitej hmotnosti a výšky dopadu sa dynamická penetrácia delí na ľahkú (DPL), strednú (DPM), ťažkú (DPH) a superťažkú (SHDP). Penetračný odpor je definovaný ako počet úderov potrebných na vniknutie penetračného hrotu do zeminy o stanovený úsek (spravidla 10 cm). Skúška je vhodná na určovanie rozhraní zrnitostne rozličných zemín a na stanovenie vlastností najmä hrubozrnných nesúdržných zemín (štrkov a pieskov). Vyhodnocovanie skúšok v prostredí jemnozrnných zemín je

špecifické, musí zohľadňovať aj plášťové trenie na penetračnom sútyčí. Výsledkom skúšok okrem určenia rozhraní sú aj odvodené geotechnické parametre ako index uľahnutosti I_D , index konzistencie I_c , oedometrický modul E_{oed} a efektívny uhol vnútorného trenia Φ . Skúška sa vykonáva v zmysle normy STN EN ISO 22476-2,

- d) statická penetračná skúška a pridružené metódy (CPT, CPTu, sCPTu, disipačná skúška, skúška plochým dilatometrom a pod...). Ich princípom je statické zatlačanie normovaného hrotu do zeminy, pričom sa meria odpor na hrote a trenie na plášti sondy. Niektoré sondy umožňujú súčasné meranie okamžitých pórových tlakov (CPTu), prípadne sú vybavené geofónmi na určovanie seizmických parametrov zeminového prostredia (sCPTu - vyžaduje sa špeciálna príprava a aparatura). Skúška je vhodná do prostredia jemnozrnných zemín a pieskov, v ktorých poskytuje informácie o ich šmykových parametroch, konzistencie, eventuálne deformačných parametroch. Disipačná skúška – pokiaľ je vykonaná v rámci CPTu – poskytuje ako výsledok aj koeficient konsolidácie a koeficient filtrácie zemín.

140. Špeciálne terénne skúšky in-situ pre tunelové stavby, ktoré sa realizujú v podzemných prieskumných dielach, realizovaných banským spôsobom (v štôľňach, šachticiach a rozrážkach), sú:

- a) veľkorozmerová statická zaťažovacia skúška doskou,
- b) veľkorozmerová šmyková skúška na horninových blokoch,
- c) skúška radiálnymi lismi,
- d) vodnotlaková skúška v štôľni,
- e) skúška plochými lismi.

Tieto skúšky sa navrhujú len v prípade IGP pre obzvlášť náročné podzemné stavby podľa špeciálnych postupov. Spravidla sú realizované špecializovanými firmami s potrebným vybavením v úzkej spolupráci so zhotoviteľom banských prác.

XVII. kapitola

Geofyzikálne práce

141. Geofyzikálne práce zaraďujeme medzi nepriame metódy prieskumu, pričom ich možno považovať za základné metódy terénneho prieskumu. Ich princíp vo všeobecnosti spočíva v zaznamenávaní priestorových a časových zmien umelých alebo prirodzených fyzikálnych polí, ktoré sú ovplyvňované fyzikálnymi vlastnosťami zemín, hornín a podzemnej vody. Poskytujú kontinuálny obraz o priebehu meranej fyzikálnej veličiny. Predstavujú rýchlu a lacnú prieskumnú metódu na interpoláciu geologickej stavby medzi dvomi priamymi prieskumnými dielami (vrtmi, kopanými sondami...). Tieto metódy však nie je možné vyhodnotiť bez parametrických výsledkov priamych prieskumných diel. Generálne možno geofyzikálne práce rozdeliť na tri skupiny:

- a) geofyzikálne meranie vo vrtoch (tzv. karotáž),
- b) povrchové geofyzikálne merania na teréne,
- c) diaľkové geofyzikálne merania (letecké, družicové).

142. Geofyzikálne merania realizuje špecializovaná firma s patričným vybavením. Geofyzik (odborná spôsobilosť na geofyzikálne práce) zvyčajne interpretuje výsledky geofyzikálnych meraní do tzv. geologicko-geofyzikálneho rezu na základe zohľadnenia priamych prieskumných diel, priebehu terénu, výskytu rušivých signálov a výsledkov ostatných terénnych či laboratórnych skúšok.

143. Povrchové geofyzikálne merania predstavujú najbežnejšie geofyzikálne merania. Realizujú sa na profiloch. Medzi hlavné používané geofyzikálne metódy patria:

- a) geoelektrické metódy (jednosmerné a striedavé) sú založené na registrovaní elektrických vlastností horninového prostredia, napríklad špecifického elektrického odporu, prirodzených potenciálov, polarizovateľnosti a podobne, medzi najbežnejšie používané patria jednosmerné odporové metódy OP a VES, prípadne v súčasnosti preferovaná kombinovaná metóda multielektrodového merania, využívajú sa na identifikáciu geologických rozhraní medzi rozličnými celkami, identifikáciu tektonických zlomových porúch, určovanie smeru prúdenia podzemných vôd a podobne,
- b) elektromagnetické metódy na princípe sledovania šírenia vytvorenej elektromagnetickej vlny s vysokou frekvenciou v horninovom prostredí, kde patrí metóda dipólového elektromagnetického profilovania (DEMP), v podmienkach ŽSR sa využíva predovšetkým tzv. georadar (GPR), georadarové meranie umožňuje rozčleniť zeminové prostredie na základe jeho permitivity, určiť horninové rozhrania a hrúbky vrstiev, prítomnosť podzemných priestorov v podloží, prítomnosť pochovaných stavebných konštrukcií v podloží a podobne, na trati je možné identifikovať zmeny vlhkosti zemín v podvalovom podloží, prítomnosť vodných káps a podobne,
- c) geomagnetické metódy umožňujú registrovať magnetické vlastnosti hornín a zemín, ktoré ovplyvňuje najmä obsah magnetických minerálov, resp. ich odlišná magnetická permitivita a susceptibilita, využívajú sa pri hľadaní rozhraní v horninovom prostredí,
- d) gravimetrické metódy pracujú na princípe merania lokálneho tiažového zrýchlenia pomocou vysoko presných gravimetrov, merania sa realizujú bodovo na profiloch s určitým krokom, umožňujú identifikovať významné zmeny hustoty v horninovom prostredí, napríklad porušené zóny, podzemné priestory, zmeny prostredia z pohľadu horninových typov a pod.,
- e) seizmické metódy sú založené na registrovaní šírenia umelo vybudovaných seizmických vln v horninovom prostredí. Medzi dve hlavné metódy patria plytká refrakčná seizmika (MRS) a plytká reflexná seizmika (MRXS). Seizmickými meraniami sa zisťujú najmä rozhrania vrstiev s rozličnými

mechanickými vlastnosťami, napríklad vrstvy nespevnených povrchových sedimentov, oslabené zóny, výskyt podzemných priestorov, stupeň konsolidácie zemín, stupeň (hustota) rozpukanosti hornín, zvodnenie horninového prostredia. Z meraní možno odvodiť deformačné parametre zemín a hornín, ako je Poissonovo číslo, dynamický modul pružnosti a podobne.

144. Geofyzikálne práce realizované vo vrtoch – karotáž. Princípom karotážnych meraní je registrovanie zmien geofyzikálnych polí a vlastností hornín a zemín pomocou vhodných sond, spúšťaných do vrtov. Výsledkom je kontinuálny priebeh veličiny pozdĺž vrtu. Medzi najdôležitejšie karotážne metódy patria:

- a) elektrokarotáž – meranie elektrického odporuhorninového prostredia, či už špecifického alebo skutočného, v bezprostrednom okolí vrtu, meranie spontánneho a indukovaného potenciálu v geologickom prostredí, prípadne meranie vodivosti kvapaliny vo vrte,
- b) elektromagnetické karotážne metódy – meranie elektromagnetických veličín, merania umožňujú stanoviť napr. magnetickú susceptibilitu geologického prostredia, ďalej merania indukčnej karotáže na zistenie merného odporu prostredia, prípadne dielektrické karotážne merania na stanovenie relatívnej permitivity prostredia,
- c) nukleárne pasívne metódy – gama karotáž – meranie prirodzeného, celkového gama žiarenia z horninového prostredia, pochádzajúceho z prírodných rádionuklidov, prípadne meranie spektrálnej gama karotáže, ktorá dokáže rozlíšiť obsahy jednotlivých rádionuklidov v prostredí,
- d) nukleárne aktívne metódy, ktoré merajú umelo vybudené rádioaktívne žiarenie, príkladom je gama – gama hustotná karotáž, ktorá dokáže stanoviť hustotu a pórovitosť geologického prostredia alebo neutrón – neutrón karotáž, ktorá umožňuje stanoviť pórovitosť a charakter sytenia kolektorov,
- e) akustická a ultrazvuková karotáž – poskytuje informáciu o rýchlosti šírenia elastických vln v horninovom prostredí, čím umožňuje stanoviť geotechnické parametre horninového prostredia alebo tzv. akustický skener steny vrtu, ktorý na základe vysokofrekvenčného signálu, odrazeného od steny vrtu, umožňuje vytvoriť obraz steny vrtu orientovaný v priestore a stanoviť stratigrafické a štruktúrne parametre horninového prostredia, ako aj reliéf steny vrtu,
- f) optický skener steny vrtu – poskytuje obraz steny vrtu orientovaný voči svetovým stranám, z ktorého je možné interpretovať geologické štruktúry a rozhrania geologických vrstiev,
- g) metódy merania geometrie vrtu – kavernometria, ktorá meria zmeny priemeru vrtu a inklinometria, ktorá zisťuje zmeny sklonu a azimutu vrtu vzhľadom k hĺbke,
- h) merania fyzikálnych vlastností kvapaliny vo vrte – termometria, ktorá meria zmeny teploty kvapaliny v závislosti na hĺbke, konduktometria, ktorá meria

vodivosť kvapaliny, fotometria, ktoré meria priehľadnosť kvapaliny vo vrte. prípadne prietokomery, ktoré merajú rýchlosť prúdenia kvapaliny vo vrte alebo jej objemový prietok.

XVIII. kapitola

Hydrogeologické práce

145. HGP je zvyčajne súčasťou IGP keď sa prieskumom overujú hydrogeologické pomery vybraného územia, ktoré sú potrebné na vypracovanie projektov stavebných prác. Ide najmä o overenie interakcie podzemných vôd a geologického prostredia, povrchových vôd, klimatických podmienok, interakcie hydrosféry a stavebného objektu a ich vzťah k ostatným zložkám životného prostredia. HGP sa uskutočňuje samostatne (nie ako súčasť IGP v zmysle tohto predpisu) vtedy, ak je cieľom HGP zistiť množstvá a kvalitu podzemných vôd pre ich využívanie. V takom prípade sa postupuje v zmysle príslušných ustanovení geologického zákona č. 569/2007 Z. z..

146. Hydrogeologické práce ako súčasť inžinierskogeologického prieskumu majú za cieľ získať údaje o:

- a) hĺbke, hrúbke, plošnom rozsahu a priepustnosti zvodnených vrstiev v zeminách a v skalnom masíve,
- b) nadmorskej výške úrovne hladiny podzemnej vody alebo piezometrickej úrovne zvodnencov a režime hladín podzemných vôd, aktuálnych hladinách podzemnej vody vrátane možných extrémnych úrovní, ako aj periodicite ich výskytu,
- c) smere prúdenia podzemnej vody a prípadnej hydraulickéj spojitosti s okolitými povrchovými vodami (vodné toky, jazerá),
- d) rozdelení piezometrických tlakov,
- e) chemickom zložení a teplote podzemnej vody.

147. Hydrogeologické práce majú vo výsledku zodpovedať nasledovné okruhy problémov:

- a) overiť aktuálny vodný režim zemnej pláne a/alebo pláne železničného spodku a navrhnúť opatrenia na jeho zlepšenie,
- b) overiť možnosti na zníženie hladiny podzemnej vody v miestach zárezov, v stavebných jamách, v podloží budúcej zemnej pláne a pláne železničného spodku,
- c) určiť možnosť nepriaznivého pôsobenia podzemnej vody vo výkopoch alebo svahoch (napríklad riziko hydraulického porušenia, nadmerného priesakového tlaku, sufózie alebo erózie),
- d) navrhnúť opatrenia potrebné na ochranu konštrukcie pred podzemnou vodou (napríklad tesnenie, odvodnenie a opatrenia proti agresívnej podzemnej vode),

- e) určiť veľkosť a dosah vplyvu zníženia alebo zvýšenia hladiny podzemnej vody na okolité prírodné prostredie alebo stavebné objekty,
- f) overiť ohrozenie jestvujúcich objektov, zdrojov podzemných vôd na zásobovanie, minerálnych vôd, povrchových tokov, ohrozenie biotopov a pod.,
- g) overiť schopnosť horninového prostredia absorbovať alebo uvoľňovať vodu počas stavebných prác,
- h) navrhnuť opatrenia na zamedzenie znečistenia podzemných vôd počas výstavby a prevádzky železničnej trate a súvisiacich objektov, navrhnuť spôsob ochrany pred nepriaznivými vplyvmi výstavby a prevádzky železničnej trate na podzemné a povrchové vody a na ne viazané biotopy,
- i) overiť možnosti využitia podzemnej vody vyskytujúcej sa na stavenisku alebo v blízkom okolí pre stavebnú činnosť,
- j) stanoviť stupeň agresivity podzemnej a povrchovej vody v miestach ich kontaktu s betónovými a oceľovými konštrukciami a jeho zmien v čase.

148. Metodika na určenie vyššie uvedených problémov sa stanoví s ohľadom na etapu prieskumných prác v PGÚ. V metodike sa určí aj množstvo a spôsob vystrojenia pozorovacích prieskumných diel.

149. Zisťovanie hladiny podzemnej vody a jej kolísanie počas vykonávania IGP v nevystrojených prieskumných dielach (vrtoch a kopaných sondách):

- a) na jestvujúcich tratiach sa počas realizácie inžinierskogeologického prieskumu hodnotí prítok podzemnej vody do kopanej sondy za hlavami podvalov alebo v osi koľaje, prítomnosť káps priesakovej vody v konštrukčných vrstvách prípadne stupeň nasýtenia zemín pláne železničného spodku,
- b) v priebehu IGP realizovaného pomocou prieskumných vrtov sa počas vrtania sledujú a zaznamenávajú všetky miesta (hĺbky eventuálne úseky vrtu) s prítokom alebo zavlhnuté miesta, náhle zmeny prítokov alebo strata vody, merania hladiny vo vrte sa realizujú na konci a na začiatku pracovnej zmeny (pred pokračovaním vrtania), po ukončení vrtných prác sa odporúča ponechať vrt dočasne otvorený, prípadne ho vystrojiť dočasnou perforovanou pažnicou, a to do ustálenia HPV resp. do konca etapy prieskumných prác (pokiaľ to dovoľujú bezpečnostné pomery).

150. Vo vystrojených prieskumných dielach sa sleduje kolísanie hladiny podzemnej vody alebo zmena pórových tlakov. Spôsob sledovania sa navrhne v metodike prieskumných prác v PGÚ, pričom do úvahy sa berú očakávaná priepustnosť zemín, hrúbka a hĺbka zvodnených vrstiev a tiež spôsob ďalšieho využitia prieskumného diela.

151. Meracie systémy, ktoré merajú výskyt HPV na dlhších úsekoch vrtu (otvorené piezometre s dlhým filtrom), alebo nedostatočne utesnené meracie zariadenia sú vhodné iba v homogénnom prostredí s vysokou priepustnosťou (štrky, piesky, a pod.) a na získanie orientačných hodnôt HPV v etape orientačného IGP. V ostatnom

prostredí je nutné použiť bodové meranie tlaku podzemnej vody prostredníctvom piezometrov.

152. Druh piezometra použitého na merania hladiny podzemnej vody sa musí vybrať podľa typu a priepustnosti základovej pôdy, účelu meraní, požadovaného času pozorovania a očakávaného kolísania hladiny podzemnej vody. Na meranie tlaku vody sa využívajú dve hlavné metódy:

- a) otvorený systém,
- b) uzatvorený systém.

Inštalácia otvorených a uzatvorených systémov merania sa musí realizovať, kontrolovať a udržiavať v zmysle STN EN ISO 22475-1.

153. Otvorené systémy piezometrov - v otvorených systémoch sa meria piezometrická výška podzemnej vody v pozorovacích vrtoch, obvyčajne vybavených otvorenou rúrkou s malým priemerom (\varnothing 0,8 cm – 2,0 cm), ktoré sú zakončené v mieste merania keramickými alebo umelohmotnými filrami. Filtračná časť sa zabuduje vo vrte do obsypu z kremičitého piesku v jednej alebo vo viacerých úrovniach a zbytok vrtu sa utesní. Prednosťou otvorených piezometrov je aj skutočnosť, že filter je možné prepláchnuť. Nevýhodou je oneskorená reakcia na rýchle tlakové zmeny (napr. konsolidácia podložia násypov, rýchle zníženie tlaku odvodnením a pod.). Otvorené systémy sú najvhodnejšie pre zeminy a skalné horniny s relatívne vysokou priepustnosťou (zvodnené kolektory a hydrogeologické poloizolátory) ako napr. piesok, štrk, alebo skalné horniny s vysokou puklinatosťou alebo pórovitosťou. V zeminách a horninách s nízkou priepustnosťou môžu viesť k chybným interpretáciám vzhľadom na časové oneskorenie na naplnenie a vyprázdnenie tlakovej rúrky.

154. Uzatvorený systém piezometrov - v uzavretých systémoch je tlak podzemnej vody na vybranom bode priamo meraný tlakovým snímačom pomocou membrány, z ktorej sa prostredníctvom elektrického signálu, hydraulicky alebo pneumaticky sprostredkuje meranie k miestu odpočtu. Pokiaľ je meracie miesto vyššie ako miesto odčítania, alebo piezometrický tlak výškovo presahuje miesto odčítania, možno upustiť od inštalácie membránového snímača a tlak merať na konci vedenia priamo, napr. manometrom. Uzavreté systémy sú podstatne drahšie ako systémy otvorené, na druhej strane je ich možno zabudovať takmer v každom prostredí. Mali by sa použiť predovšetkým vo veľmi málo priepustných zeminách (napr. v íloch) alebo v skalných horninách s nízkou puklinatosťou. Uzatvorené systémy sa odporúčajú aj pri vysokom tlaku artézskych vôd. Problematické pri tomto systéme je však nemožnosť prekontrolovania funkčnosti systému pórová voda – filter – membrána po jeho zabudovaní.

155. Merania tlaku sa v uzatvorených systémoch môžu vykonávať s použitím nasledovných meracích systémov:

- a) hydraulické meracie systémy,
- b) pneumatické meracie systémy,
- c) elektrické meracie systémy.

156. Piezometre sa v prevažnej väčšine prípadov inštalujú do pripravených prieskumných vrtov. Zabudovávanie do vrtov má výhodu v tom, že polohu piezometra je možné presne zvoliť. Nevýhodou je problematickejšie utesňovanie priestoru vrtu, najmä v prípade použitia viacúrovňových piezometrov.

157. Zarážané resp. zatláčané piezometre je možné použiť len v špecifických geologických podmienkach, napríklad v prostredí ílov a pieskov. Ich hĺbkový dosah je obmedzený. Odporúča sa ihneď po inštalácii zatláčaného piezometra vysledovať disipáciu (ustálenie v závislosti na čase) pórových tlakov.

158. Frekvencia meraní závisí od konkrétneho cieľa geologickej úlohy a musí byť špecifikovaná PGÚ. Merania môžu byť manuálne alebo automatizované. Ak je potrebné merať krátkodobé rýchle zmeny pórových tlakov, je potrebné meranie automatické pomocou elektronických snímačov s digitálnym záznamom dát. V prípade sledovania dlhodobých (sezónnych) zmien úrovne hladiny podzemnej vody, je možné použiť manuálne odčítavanie hodnôt:

- a) otvorené systémy by sa mali sledovať buď v stanovených konkrétnych časoch (intervaloch) pomocou ručných hladinomerov alebo kontinuálne pomocou automatických elektronických hladinomerov, automatizované merania sa musia aspoň raz za 6 mesiacov prekontrolovať ručným meraním priamo v trubici piezometra alebo v pažnici vrtu,
- b) uzatvorené systémy merajú piezometrický tlak pomocou elektronických piezometrov s automatickým kontinuálnym záznamom hodnôt v určených krátkych intervaloch.

159. Dáta z automatických záznamníkov by sa mali zhrávať (zberať) minimálne 1x za 6 mesiacov (spolu s vykonaním potrebnej údržby a výmeny batérií), alebo automaticky odosielať do dátovej ústredne pomocou dátového kábla (na kratšie vzdialenosti) alebo GSM prenosu.

160. Počet, frekvencia čítaní a dĺžka času merania sa musí plánovať s uvažovaním účelu meraní a času, potrebného na stabilizáciu meracieho systému. Ak je cieľom stanoviť kolísanie HPV (režim), merania sa musia uskutočniť počas dlhého časového obdobia v intervaloch kratších ako je charakterizovaný interval prirodzeného rozkvyu hladiny podzemnej vody. Intervaly medzi meraniami a celková dĺžka obdobia vykonávania meraní určená v projekte sa musí prispôbiť meraniam po počiatočnom časovom úseku a ďalej podľa aktuálnych zmien v sledovaných meraniach.

161. Ak sa skončia merania HPV, prípadne meracie zariadenie je nefunkčné a nedá sa obnoviť, piezometre sa odinštalujú a vrt sa vhodným spôsobom zlikviduje. Spôsob likvidácie monitorovacích objektov určuje podľa zákona č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov. Ak prejdú uvedené zariadenia do siete monitoringu počas prevádzky železničnej stavby, sú protokolárne odovzdané objednávateľovi alebo inej organizácii určenej objednávateľom.

162. Na určenie režimu podzemných vôd (režimu pórových tlakov) a predovšetkým jeho prognózy počas a po realizácii železničnej stavby je potrebné zistiť aj nasledovné údaje z hodnoteného územia:

- a) klimatické údaje – zrážky, teplota, výpar, snehová pokrývka je možné pre danú lokalitu získať z databáz SHMÚ, alebo počas prieskumných prác inštalovať na danom území meteorologickú stanicu,
- b) priepustnosť horninového prostredia – určuje sa pomocou čerpacích nalievacích alebo vodných tlakových skúšok počas prieskumných prác,
- c) výdatnosť prameňov, prípadne odvodňovacích prvkov a prietok v povrchových tokoch,
- d) hladiny podzemných vôd v blízkom okolí.

Uvedené údaje by mali z časového hľadiska zodpovedať intervalom a obdobiu merania hladín podzemných vôd. Na základe uvedených údajov je možné stanoviť režim podzemných vôd prípadne zhotoviť hydrologickú bilanciu.

163. Priepustnosť horninového a zeminového prostredia sa určuje počas terénnych hydrodynamických skúšok a/alebo počas laboratórnych skúšok, ktoré sa realizujú v rámci prieskumných prác IGP. Medzi najviac používané metódy patria:

- a) laboratórne skúšky priepustnosti zemín na odobratých vzorkách zemín a hornín, prípadne empirické stanovenie priepustnosti z kriviek zrnitosti,
- b) čerpacie skúšky - realizujú sa v zabudovaných vrtoch a poskytujú najpresnejšie výsledky, určuje sa ňou výdatnosť vrtu, hydraulické parametre zvodneného prostredia a hydraulické parametre samotného vrtu,
- c) stúpacie skúšky - meranie stúpania hladiny po ukončení čerpania, priebeh stúpania dáva ďalšie informácie, ktoré možno vyhodnotiť a interpretovať, v priebehu stúpajúcej skúšky sa odrážajú vlastnosti zvodneného prostredia a okrajových podmienok bez pôsobenia vplyvu čerpania,
- d) nalievacie (vsakovacie) skúšky sa používajú na stanovenie hydraulických parametrov horninového prostredia nad HPV, alebo v prostredí bez prítomnosti podzemnej vody, stanovuje sa nimi napríklad schopnosť horninového prostredia absorbovať a odvádzať vodu z drenážnych prvkov (vsakovacie studne),
- e) vodnotlakové skúšky slúžia na zisťovanie relatívnej priepustnosti skalných a poloskalných hornín s puklinovou priepustnosťou vo vrtoch, spočívajú v časovo obmedzenom vháňaní vody do uzatvorenej etáže vrtu pod predpísaným tlakom, pričom sa meria vodná strata, t. j. množstvo vody unikajúce do okolitého horninového prostredia.

164. Meranie výdatností prameňov, sanačných odvodňovacích prvkov a prietoku v povrchových tokoch je dôležitou súčasťou prieskumných prác, pretože sú odrazom charakteru režimu podzemných vôd v horninovom prostredí. Merania sa realizujú pomocou merných prepádov, prípadne inou vhodnou metódou. Musia sa realizovať v tých istých obdobiach a časových intervaloch, ako sa vykonávajú merania HPV.

165. Meranie výdatností prameňov slúžiacich na zásobovanie obyvateľstva slúži aj na poznanie ich režimu a v prípade ich ohrozenia výstavbou železničnej infraštruktúry

je nevyhnutné vybudovať adekvátny náhradný vodný zdroj.

166. Odber vzoriek podzemnej vody počas IGP, ich počet, umiestnenie a hĺbka odberných bodov sa musí stanoviť v projekte geologickej úlohy. Na určenie zmien vlastností podzemnej vody v čase je potrebné odberať vzorky podzemných vôd zo zabudovaných vrtov (prípadne povrchových tokov) počas viacerých etáp IGP pred samotnou výstavbou.

167. Podzemná voda sa môže odoberať na nasledujúce účely:

- a) zistiť jej základné fyzikálno-chemické ukazovatele pre určenie genézy podzemnej vody a jej režimu,
- b) spresnenia pôvodu podzemnej vody a stanovenia jej dlhodobého režimu s cieľom navrhnúť ochranné opatrenia (špecializované laboratórne rozborý na izotopové zloženie a pod.),
- c) určenie stupňa znečistenia podzemnej vody,
- d) zistiť agresivitu voči betónu (STN EN 206-1),
- e) zistiť jej korozívnu schopnosť na železné konštrukcie uložené v pôde,
- f) určiť zmeny kvality podzemnej vody vyplývajúce zo stavebných prác,
- g) stanoviť vhodnosť jej použitia ako zložky do konštrukčných materiálov.

168. Vzorky podzemných vôd je možné odobrať nasledovnými spôsobmi:

- a) čerpaním,
- b) pomocou odberného prístroja,
- c) pomocou vákuových fliaš.

Predpísané postupy odberu vzoriek sú uvedené v STN EN ISO 22475-1.

169. Prepravné nádoby na vodu sa zvyčajne musia skladovať v tme, plné a tepelne izolované alebo chladené, s vylúčením akéhokoľvek kontaktu s materiálmi, ktoré by mohli ovplyvniť kvalitu vody. Do laboratória by sa mali prepravovať v deň odberu.

170. Počas odberu vzorky podzemnej vody v teréne by mali byť na mieste odberu stanovené aj základné parametre odoberanej vody ako sú teplota, elektrická vodivosť, pH, nasýtenie kyslíkom, neutralizačné kapacity a podobne.

XIX. kapitola

Vzorkovacie a laboratórne práce

171. Priame prieskumné práce (vrtné a kopné resp. banské) sa využívajú jednak na zaznamenanie sledu jednotlivých typov zemín a hornín, ale predovšetkým na odber vzoriek. Vzorky zemín a hornín slúžia na opis a klasifikáciu jednotlivých typov a na stanovenie požadovaných vlastností zemín a hornín v laboratóriu. Cieľom týchto prieskumných prác je v zmysle STN EN ISO 22475-1:

- a) odobrať vzorky zemín a skalných hornín takej kvality, ktorá je dostatočná na posúdenie ich celkovej vhodnosti pre geotechnické a inžiniersko-geologické účely a na stanovenie požadovaných vlastností zemín a hornín v laboratóriu,
- b) získať informácie o slede, hrúbke a orientácii vrstiev, poruchových systémov a zlomov,
- c) stanoviť typ, zloženie a stav horninových komplexov,
- d) získať informácie o hydrogeologických pomeroch a odber vzoriek podzemnej vody na posúdenie interakcie medzi podzemnou vodou, zeminou, skalnou horninou a stavebným materiálom.

172. Normy STN EN 1997-2 a STN EN ISO 22475-1 určujú pravidlá pre výber priamej prieskumnej metódy a technologické postupy jej použitia. Pre každú geologickú úlohu je potrebné v PGÚ navrhnuť program odberov vzoriek a program laboratórnych prác. Na základe programu laboratórnych skúšok vyplynie požadovaná trieda kvality vzoriek, ktorá sa dá dosiahnuť iba prislúchajúcou kategóriou odberu vzoriek. Požadovaná kategória odberu vzoriek nakoniec určí použitie konkrétnej priamej prieskumnej metódy. Uvedený postup je však možné zvyčajne použiť až od etapy podrobného IGP, keď po realizácii etapy orientačného IGP je už známy predbežný inžinierskogeologický profil v trase železničnej stavby a je možné pomerne presne navrhnuť program laboratórnych skúšok.

XX. kapitola

Odber vzoriek zemín

173. Vzorky sa majú odoberať pri každej zmene vrstvy a v určitom hĺbkovom intervale, obyčajne **nie väčšom ako 3 m** (STN EN 1997-2). V nehomogénnych zeminách, alebo ak sa požaduje podrobné určenie základových pomeroch, vykoná sa súvislý odber vo vrte, alebo sa vzorky môžu získať aj v menších intervaloch. Naopak odoberanie vzoriek v intervale väčšom ako 3 m je možné v prípade, ak sú už známe dostatočné údaje z predchádzajúcich etáp, prípadne ide o projekt 1. geotechnickej kategórie v jednoduchých pomeroch.

174. Kategórie metód odberu vzoriek zemín a laboratórne triedy kvality vzoriek zemín STN EN 1997-2 uvádza tri kategórie metód odberu vzoriek (STN EN ISO 22475-1), ktoré závisia od požadovanej kvality vzorky:

- a) kategória metód odberu vzoriek A: je možné odobrať vzorky kvalitatívnej triedy 1 až 5,
- b) kategória metód odberu vzoriek B: je možné odobrať vzorky kvalitatívnej triedy 3 až 5,
- c) kategória metód odberu vzoriek C: je možné odobrať iba vzorky kvalitatívnej triedy 5.

175. Vzorky 1. a 2. kvalitatívnej triedy - žiadne alebo len nepatrné porušenie, vyplývajúce z technologického postupu odberu vzoriek alebo z následného

zaobchádzania s nimi. Vlhkosť a pórovitosť zeminy zodpovedajú stavu v prirodzenom uložení. Zemina nevykazuje žiadnu zmenu minerálneho alebo chemického zloženia. Môžu sa za ne považovať v našej praxi označované **neporušené vzorky** a dajú sa získať len použitím metód odberu vzoriek kategórie A.

176. Vzorky 3. a 4. kvalitatívnej triedy - obsahujú všetky zložky zeminy v prirodzenom uložení v ich nezmenených pomeroch so zachovaním prirodzenej vlhkosti. Je možné rozlíšiť základné štruktúrne rozdelenie odlišných vrstiev alebo komponentov. Štruktúra zeminy je porušená. Môžu sa za ne považovať v našej praxi označované **porušené vzorky so zachovanou vlhkosťou** a dajú sa získať použitím metód odberu vzoriek kategórie A a B.

177. Vzorky 5. kvalitatívnej triedy - štruktúra zeminy vo vzorke je úplne zmenená. Vlhkosť zeminy vo vzorke nemusí reprezentovať prirodzenú vlhkosť vrstvy zeminy, z ktorej sa odobrala. Môžu sa za ne považovať v našej praxi označované **porušené vzorky bez zachovanej vlhkosti**. Na ich získanie stačí použiť metódy odberu vzoriek kategórie C.

178. Získanie úplne neporušených vzoriek je prakticky nemožné. Okrem iných faktorov je to spôsobené mechanickými porušeniami pri odbere vzoriek a nevyhnutnými zmenami napätí pri získavaní vzorky. Vplyv týchto faktorov na stupeň porušenia závisí od použitej kategórie metód odberu a druhu odoberanej zeminy. Typ odoberanej zeminy a jej fyzikálny stav má rozhodujúci vplyv na stupeň porušenia vzorky získanej určitou metódou odberu. Veľmi citlivé zeminy sú preto náchylné na porušenie, kým menej citlivé zeminy, ako napríklad najpevnejšie íly, vyžadujú menej reštriktívne metódy odberu vzoriek na získanie takmer neporušenej vzorky. Každý typ zeminy si vyžaduje použitie rôznej kvality odberu na zistenie jej požadovaných vlastností. V dôsledku toho, ak sa pripravuje program odberu vzoriek, musí sa uvažovať aj s vyššie zmieneným faktorom, aby sa rozhodlo, aký stupeň porušenia vzorky môže byť prijateľný a následne sa určila metóda odberu vzoriek.

179. Kvalitatívne triedy vzoriek pre jednotlivé druhy laboratórnych rozborov sú uvedené v STN EN 1997-2 zároveň s kategóriou, ktorá sa použije pri odbere vzorky, aby sa dosiahla požadovaná kvalita. Kategórie metód odberu vzoriek sa musia určiť po zvážení požadovaných laboratórnych kvalitatívnych tried (tabuľka 3.1 v STN EN 1997-2).

180. Odber vzoriek zemín vŕtaním (kontinuálny odber vzoriek) – výber metódy podľa tabuľky 2 - STN EN ISO 22475-1. Základné metódy odberu vzoriek zemín vŕtaním sú:

- a) odber vzoriek rotačným vŕtaním, a to:
 - aa) rotačným jadrovým vŕtaním na sucho,
 - ab) rotačným jadrovým vŕtaním s výplachom,
 - ac) špirálovým vrtákom,
 - ad) pomocou nepriameho výplachu,
 - ae) vŕtaním lyžicovým vrtákom (šapou),

- b) odber vzoriek použitím nárazových metód, a to:
 - ba) nárazovým vŕtaním,
 - bb) rotačno-nárazovým vŕtaním,
- c) odber vzoriek nárazovým vŕtaním na lane,
- d) odber vzoriek vŕtaním pomocou dutého špirálového vrtáka,
- e) odber vzoriek vŕtaním drapákom,
- f) odber vzoriek malopriemerovým vŕtaním.

181. Použitie jednotlivých metód vŕtania s ohľadom na získanie požadovaných laboratórnych kvalitatívnych tried vzoriek a typu zeminy je znázornené v tabuľke 2 - STN EN ISO22475-1. Výber vrtnej súpravy, požiadavky na technológiu vŕtania, likvidačné práce a opustenie pracoviska uvádza STN EN ISO 22475-1. Pri odbere vzoriek počas vrtných prác je možné použiť dve odlišné stratégie:

- a) vŕtanie zamerané na získanie kompletného vrtného jadra zeminy, so vzorkami získanými vrtnými nástrojmi pozdĺž celého profilu vrtu a špeciálnymi vzorkovačmi z vybraných hĺbok z dna vrtu,
- b) vŕtanie zamerané na odber vzoriek iba z vopred definovaných úrovní, napríklad na základe samostatne vykonaných penetračných skúšok.

182. Odber vzoriek zemín pomocou odberných prístrojov. Odber vzoriek pomocou odberných prístrojov sa môže použiť vo vrtoch alebo vo výkopoch, prípadne odkryvoch. Priemer vŕtania sa musí voliť tak, aby odberný prístroj mohol byť bez prekážok spustený na čelbu vrtu. V závislosti od typu a stavu zeminy sa môžu použiť rôzne odberné prístroje (**tabuľka 3, STN EN ISO 22475-1**). Základné metódy odberu vzoriek pomocou odberných prístrojov:

- a) odber vzoriek pomocou otvorených odberných prístrojov:
 - aa) odber vzoriek pomocou tenkostenných odberných prístrojov sa zvyčajne považuje za metódu odberu vzoriek kategórie A alebo B, v závislosti od stavu zeminy,
 - ab) použitie hrubostenných odberných prístrojov sa zvyčajne považuje za metódu odberu vzoriek kategórie B (bližšie tabuľka 3 - STN EN ISO22475-1),
- b) odber vzoriek pomocou piestových odberných prístrojov - piestový odberný prístroj sa môže použiť v málo pevných jemnozrnných zeminách ako sú silty a íly, vrátane senzitívnych ílov. Uvedený typ odberu vzoriek sa zvyčajne považuje za metódu odberu vzoriek kategórie A,
- c) odber vzoriek pomocou odberného prístroja štandardnej penetračnej skúšky (STN EN ISO22476-3), uvedený typ odberu vzoriek sa zvyčajne považuje za metódu odberu vzoriek kategórie C,
- d) odber vzoriek pomocou odberného prístroja so štrbinami. Odberné prístroje so štrbinami sa používajú na odber vzoriek pri aplikácii zarážania statickou

silou, dynamickým účinkom alebo údermi. Uvedený typ odberu vzoriek sa zvyčajne považuje za metódu odberu vzoriek kategórie C.

183. Odber monolitov zo zemín. Monolit (STN EN ISO 22475-1) je vzorka zeminy alebo skalnej horniny vyrezaná špecifickými postupmi. Monolit sa môže získať:

- a) z prieskumných diel realizovaných kopným (banským) spôsobom.** Kopné prieskumné práce sa v IGP využívajú predovšetkým v miestach, kde je potrebné:
 - aa)** zistiť prirodzené uloženie hornín a zemín, odoberať vzorky priamo z ich stien,
 - ab)** realizovať terénne skúšky a získať technologické vzorky na stanovenie obsahu balvanov, zhutniteľnosti a priepustnosti,
 - ac)** zdokumentovať konštrukčné vrstvy existujúcej železničnej trate, vozovky, resp. inej spevnenej plochy. Zdokumentovať charakter základov existujúcich objektov,
- b) z vrtov pomocou veľkých odberných prístrojov.** Uvedené vzorky sa získavajú z vrtov realizovaných veľkým priemerom a odber vzoriek vykonaný takýmto spôsobom sa zvyčajne považuje za metódu odberu vzoriek kategórie A.

184. Medzi prieskumné práce realizované kopným spôsobom patria :

- a)** kopaná sonda – prieskumné dielo so zvislými stenami, pričom prevláda hĺbka nad šírkou a dĺžkou,
- b)** kopaná šachta (šachtica) – detto ako kopaná sonda, ale s hĺbkou nad 5 m,
- c)** kopaná ryha – jej dĺžka presahuje hĺbku a šírku,
- d)** štôľňa – vodorovné, prípadne mierne uklonené banské dielo razené od povrchu,
- e)** odkryvy – prirodzené a umelé.

185. Bez zníženia hladiny podzemnej vody je ich hĺbka často obmedzená do úrovne hladiny podzemnej vody. Pri realizácii všetkých uvedených geologických prác je potrebné dodržiavať bezpečnostné predpisy (zabezpečenie stien výkopu, a pod.) s ohľadom na platnú legislatívu. Spôsob odoberania vzoriek z uvedených prieskumných diel je v STN EN ISO 22475-1 a odber vzoriek vykonaný takýmto spôsobom sa zvyčajne považuje za metódu odberu vzoriek kategórie A alebo B.

XXI. kapitola

Odber vzoriek zo skalných hornín

186. Vlastnosti a počet vzoriek, ktoré sa majú odobrať, sa musia stanoviť na základe cieľa GÚ, inžiniersko-geologických pomerov lokality, náročnosti geotechnickej konštrukcie a navrhovanej stavby.

187. Kategórie metód odberu vzoriek skalných hornín. STN EN ISO 22475-1 uvádza tri kategórie metód odberu vzoriek skalných hornín, v závislosti od dosiahnuteľnej kvality získaných vzoriek skalných hornín pri daných úložných pomeroch:

- a) **metóda odberu vzoriek kategórie A** - získanie vzoriek, v ktorých sa nevyskytne žiadne, alebo len malé porušenie štruktúry skalnej horniny. Pevnostné a deformačné vlastnosti, vlhkosť, objemová hmotnosť, pórovitosť a priepustnosť vzoriek skalnej horniny zodpovedajú hodnotám in situ. Neobjavujú sa žiadne zmeny v zložkách alebo v chemickom zložení hmoty horniny,
- b) **metóda odberu vzoriek kategórie B** - získanie vzoriek, ktoré obsahujú všetky zložky horninového masívu in situ. Môže byť identifikované základné usporiadanie diskontinuit v horninovom masíve. **Štruktúra horninového masívu** bola porušená, a teda aj jeho pevnostné a deformačné vlastnosti, vlhkosť, objemová hmotnosť, pórovitosť a priepustnosť vlastného horninového masívu. **Úlomky skalných hornín** si však zachovávajú svoje pevnostné a deformačné vlastnosti, vlhkosť, objemovú hmotnosť a pórovitosť,
- c) **metóda odberu vzoriek kategórie C** - štruktúra horninového masívu a jeho diskontinuit je úplne zmenená. Horninový materiál sa môže rozdrviť a môžu sa vyskytnúť aj niektoré zmeny v zložkách alebo v chemickom zložení. Z odobraných vzoriek sa dá určiť typ horniny, charakter jej základnej hmoty, textúra a jej vnútorná stavba.

188. Typy vzoriek skalných hornín môžu byť nasledujúce:

- a) jadrá (úplné a neúplné),
- b) vrtná drvina a zachytené zvyšky,
- c) monolity.

189. Metódy na získavanie vzoriek skalných hornín sa môžu rozdeliť do nasledujúcich skupín:

- a) odber vzoriek vŕtaním,
- b) odber monolitov,
- c) integrálny odber.

190. Odber vzoriek zo skalných hornín vŕtaním. Metódy vŕtania a zariadenie sa musia zvoliť na základe požadovanej kategórie odberu vzoriek (tabuľka 5 - STN EN ISO 22475-1) a existujúcich geologických a hydrogeologických podmienok. Dôležitá je požiadavka STN EN ISO 22475-1, že v poloskalných horninách sa musia použiť iba dvojité alebo trojité jadrovnice, čo však platí iba pre nezvetrané horniny. Základné metódy odberu vzoriek skalných hornín vŕtaním sú:

- a) odber vzoriek rotačným jadrovým vŕtaním na sucho - metóda odberu vzoriek kategórie B,

- b) odber vzoriek rotačným jadrovým vŕtaním s výplachom – s jednoduchou a dvojitou jadrovnicou je zvyčajne metódou odberu vzoriek kategórie B a s použitím trojitej jadrovnice je zvyčajne kategóriou A,
- c) odber vzoriek jadrovým vŕtaním s ťažiteľnou jadrovnicou „wireline” – metóda odberu vzoriek kategórie A,
- d) odber vzoriek vrtnej drviny pri rotačnom vŕtaní na plnú čelbu (bezjadrové vŕtanie) - metóda odberu vzoriek kategórie C.

191. Odber vzoriek zo skalných hornín odberom blokov. Pri odbere blokov sa vzorky získavajú z kopaných sond, rýh, šácht a štôlní, alebo z dna vrtu pomocou špeciálnych odberných prístrojov s rezacím postupom. Táto metóda odberu vzoriek je zvyčajne kategóriou odberu vzoriek A.

192. Integrálny odber vzoriek zo skalných hornín. Pri integrálnom odbere vzoriek možno získať úplné, orientované a neporušené vzorky jadra so zachovaním vlastností horninového masívu (nenarušeného vplyvom vŕtania) na zistenie pôvodného stavu diskontinuit a ich orientácie. Príloha C normy STN EN ISO 22475-1 poskytuje ilustračnú referenčnú príručku najčastejšie a všeobecne používaných zariadení na vŕtanie a odber vzoriek zemín a skalných hornín. Príloha obsahuje informácie o základných rozmeroch, terminológii a aj grafické zobrazenie dát na pomoc pri výbere korunky jadrovnice.

193. Manipulácia so vzorkami, ich skladovanie a preprava. Skladovanie, preprava a zaobchádzanie (manipulácia) so vzorkami sa musia vykonávať v súlade s STN EN ISO 22475-1.

XXII. kapitola

Zabezpečenie prieskumných prác (vrtných a kopných)

194. Pri prieskumných prácach v obvode dráhy, alebo v ochrannom pásme dráhy musí byť dodržaný zákon č. 513/2009 Z. z. o dráhach a o zmene a doplnení niektorých zákonov, vyhláška č. 350/2010 Z. z. o stavebnom a technickom poriadku dráh, predpis ŽSR Z 2 Bezpečnosť zamestnancov v podmienkach ŽSR, zákon č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov, zákon č. 51/1988 Z. z. o banskej činnosti, výbušninách a o štátnej banskej správe v znení neskorších predpisov a zákon č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov.

195. Každý vrt a výkop sa musí oplotiť alebo dočasne zakryť bezpečným spôsobom, pokiaľ nie je definitívne zakrytý alebo zasypaný, alebo definitívne vystrojený. Okrem zabezpečenia miesta prieskumných prác je potrebné zaistiť aj ich samotnú stabilitu.

196. Zabezpečenie stien vrtov – vystrojenie. Vystrojenie vrtov zabezpečuje stabilitu stien vrtov a umožňuje dočasné alebo trvalé pozorovanie, meranie a realizáciu zvláštnych skúšok v nich. Podľa dĺžky doby, počas ktorej má vystrojenie slúžiť, sa vystrojenie realizuje ako dočasné alebo definitívne. Za dočasné sa považuje vystrojenie, ktoré sa po ukončení prác zlikviduje. Definitívne vystrojenie umožňuje

používať vrt (určené v projekte) na pozorovania a skúšky aj v období po skončení IGP. Základné požiadavky na výstroj vrtov určuje zhotoviteľ IGP. Náčrt výstroja s údajmi o použití materiálov je súčasťou technickej časti projektu.

197. Zabezpečenie stien kopných prác. Kopané sondy (bez alebo s prístupom), šachty a rozrážky sa musia vybudovať v súlade s príslušnými normami a bezpečnostnými smernicami. Musia byť dostatočne veľké, aby bola umožnená obhliadka, odber vzoriek a vykonávanie in situ skúšok. Tam, kde je to nevyhnutné, musia sa chrániť proti vplyvom porušenia a zvetrávania.

XXIII. kapitola

Likvidačné práce prieskumných prác (vrtných a kopných) podľa STN EN ISO 22475-1

198. Ak je odber vzoriek ukončený, je veľmi dôležité, aby sa lokalita uviedla do pôvodného stavu a neostali žiadne riziká, ktoré by mohli potenciálne ohroziť prevádzku na železničnej trati, verejnosť, životné prostredie alebo živočíchov. Likvidácia musí byť vykonaná v súlade so zákonom č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov, s právnym poriadkom, rozhodnutiami a záväznými stanoviskami orgánov verejnej moci, technickými normami, technickými požiadavkami a musí brať do úvahy aj možnú kontamináciu zeminy.

199. Ak sa nevyžaduje, aby sa vrt zachoval, alebo bol na určitý účel otvorený, musí byť vyplnený, konsolidovaný a zakrytý takým spôsobom, že nevznikne následná depresia na úrovni terénu vplyvom závalu jeho stien.

200. Vrty sa vyplňujú obvyčajne materiálom s rovnakou alebo menšou priepustnosťou ako je okolité horninové prostredie, napr. na ochranu pred kontamináciou a prepojením zvodnených kolektorov. Môže sa použiť aj materiál vyťažený z vrtu. Ak je použitá zmesová injektáž, mala by sa uložiť pomocou rúry spustenej na dno vrtu. Rúra sa musí pozvoľne zdvíhať s postupom plnenia. Ak sa očakáva vplyv na následne realizované stavby, napr. tunely, musia sa dopredu stanoviť mimoriadne technické požiadavky na zasypanie. Počas ukladania výplňového materiálu do vrtu nesmie dôjsť k tvorbe dutín vo vrte.

201. Lokalita, na ktorej sa vykonávali prieskumné práce, sa musí opustiť zanechaná v bezpečnom, čistom a upravenom stave.

202. Spôsob likvidácie prieskumných prác a technológia likvidačných prác sa musia určiť v technickej časti projektu.

203. O likvidačných prácach sa musia viesť príslušné záznamy (Príloha B.5 v STN EN ISO 22475-1).

XXIV. kapitola

Laboratórne práce

204. Návrh geotechnických konštrukcií závisí predovšetkým od poznania fyzikálnych, mechanických a chemických vlastností horninového prostredia a podzemnej vody. Za týmto účelom sa odoberajú vzorky počas realizácie terénnych prác IGP. Uvedené vzorky sú následne podrobené skúškam v laboratóriách mechaniky zemín, mechaniky hornín a chémie vôd. Metódy odberu vzoriek sú uvedené v kapitolách XX až XXII. Ich následná preprava a transport musia odpovedať kategóriám odberu (A, B, C) podľa STN EN ISO 22475-1.

205. Príjem, evidencia a uskladnenie vzoriek. Za prepravu a riadne doručenie vzoriek do laboratória zodpovedá zhotoviteľ IGP v zastúpení povereného pracovníka. Vzorky sú odovzdávané protokolárne s ich sumárnym zoznamom. Preberajúci pracovník laboratória ich zapisuje do evidenčnej knihy, kde sa zaznamenávajú okolnosti, ktoré by mohli ovplyvniť kvalitu dodaných vzoriek. Laboratórium môže odmietnuť prijať na spracovanie vzorky neoznačenú, poškodenú, neúplnú. Uvedené zistenie okamžite nahlási zhotoviteľovi prieskumu. Laboratórium zodpovedá za to, že prevzaté a zaevidované vzorky budú až do ich spracovania uskladnené v takých priestoroch, kde je zaručené, že sa nezmenia vlastnosti dodaných vzoriek zemín a skalných hornín. Vzorky sa musia uskladňovať v chladnom prostredí. Teplota skladovacej miestnosti by mala byť rovnaká ako je teplota horninového prostredia (6°C až 12°C) a vlhkosť cca 85 % až 100%.

XXV. kapitola

Spracovanie vzoriek

206. Program laboratórnych skúšok. V projekte geologickej úlohy sa určí iba predpokladaný počet odobratých vzoriek a typy a počty laboratórnych skúšok a rozborov (program laboratórnych skúšok). Uvedený program laboratórnych skúšok potom zodpovedný riešiteľ IGP po realizácii terénnych prieskumných prác a odbere vzoriek upraví s ohľadom na skutočný stav, pričom zohľadní:

- a) typ konštrukcie (mostný objekt, zárez, násyp, a pod.),
- b) charakter základovej pôdy so sledom horninových komplexov,
- c) požadované geotechnické parametre potrebné na návrhové výpočty.

Program laboratórnych skúšok závisí aj od existencie údajov o vlastnostiach horninového prostredia na základe predchádzajúcich prieskumov v predmetnom území a aj od etapy prieskumu IGP.

207. Zodpovedný riešiteľ v programe určí pre jednotlivé vzorky:

- a) typ skúšky,
- b) podmienky, za akých sa má skúška realizovať (veľkosť zaťaženia a pod.),
- c) požadovaný termín výsledkov.

208. Vzorky sa v laboratóriu spracúvajú podľa platných noriem a predpisov a podľa písomne uvedených pokynov zhotoviteľa IGP. Základné (minimálne) požiadavky na

realizáciu jednotlivých laboratórnych skúšok sú uvedené v norme STN EN 1997-2. Samotné skúšky sa vykonávajú podľa platných národných noriem.

209. Skutočná kvalita vzorky v zmysle článku 176 sa určí v laboratóriu pred vlastným vykonaním laboratórnych skúšok. Potom je možné posúdiť, či zistená kvalita odpovedá požadovaným hodnotám konkrétnych vlastností - tabuľka 3.1 v STN EN 1997-2.

210. Laboratórne skúšky sa musia vykonávať podľa STN EN 1997-2 na reprezentatívnych vzorkách z relevantných vrstiev. Na zistenie reprezentatívnosti vzoriek a skúšobných vzoriek sa musia použiť klasifikačné skúšky. To znamená, že ako prvé sa realizujú práve klasifikačné skúšky. Vzorky na klasifikačné skúšky sa majú vybrať takým spôsobom, aby boli približne rovnomerne rozmiestnené v rámci celej lokality a v rámci celej hrúbky vrstvy, dôležitej pre návrh geotechnickej konštrukcie.

211. Klasifikačné skúšky zemín sú vhodné rutinné skúšky vzoriek zemín s rôznym stupňom porušenia a sú uvedené v tabuľke 2.2 v STN EN 1997-2. Rutinné skúšky sa obvyčajne vykonávajú od etapy orientačného IGP. Pre zeminy to sú tieto skúšky:

- a) zrnitosť,
- b) index uľahnutosti pre hrubozrnné zeminy,
- c) merná hmotnosť,
- d) konzistenčné medze pre jemnozrnné zeminy,
- e) obsah organických látok,
- f) obsah uhličitánov.

212. Okrem uvedených skúšok sa môžu požadovať aj skúšky na stanovenie napučiania zemín, mineralogická analýza na stanovenie obsahu ílových minerálov, stanovenie merného povrchu a ďalšie.

213. Klasifikačné skúšky skalných hornín sú vhodné rutinné laboratórne skúšky vzoriek skalných hornín, poskytujúce nevyhnutný základ opisu horninového materiálu. Sú to tieto skúšky:

- a) klasifikácia horninového typu,
- b) stanovenie hustoty alebo objemovej hmotnosti (ρ),
- c) stanovenie vlhkosti (w),
- d) stanovenie pórovitosti (n),
- e) stanovenie pevnosti v jednoosovom (prostom) tlaku (σ_c),
- f) stanovenie Youngovho modulu pružnosti (E) a Poissonovho čísla (μ),
- g) skúška indexovej pevnosti v bodovom zaťažení ($I_{s,50}$),
- h) stanovenie odrazovej tvrdosti pomocou Schmidtovho kladiva.

214. Laboratórne skúšky na určenie parametrov zemín vstupujúcich do geotechnických výpočtov uvádza tabuľka 2.3 v STN EN 1997-2.

215. Laboratórne skúšky na určenie základných parametrov skalných hornín sú uvedené v bode 214. Okrem nich sa na vzorkách skalných hornín v laboratóriu realizujú aj skúšky rýchlosti šírenia ultrazvukových vln, brazílska skúška, šmyková pevnosť hornín a výplne puklín, skúška otlakivosti (microDeval), skúšky napučievania a abrazívne skúšky. V prípade potreby sa realizujú mineralogické a stratigrafické analýzy vrátane RTG (Röntgenová analýza) a DTA (difrakčná termická analýza).

216. O priebehu a dosiahnutých výsledkoch sa v laboratóriu vedú pracovné záznamy. Za správnosť a úplnosť záznamov zodpovedá laboratórium, ktoré uvedené práce vykonáva. Laboratórium uchováva všetky záznamy zo skúšok (prvotná písomná a grafická dokumentácia) až do termínu odovzdania záverečnej správy a potom sa podľa dohody s objednávatelom skartujú, alebo odovzdajú objednávatelovi, prípadne podľa požiadavky objednávatela priložia k správe. Spolu so záznamami sa musia uchovávať aj spracúvané vzorky (prvotná hmotná dokumentácia). Ich likvidáciu je možné vykonať až po schválení záverečnej správy z geologického prieskumu.

217. Pretože do geotechnických výpočtov sa môžu používať iba také výsledky skúšok, pri ktorých je zaručená dostatočná kvalita, je potrebné vykonávať ich kontrolu prostredníctvom tzv. kontrolných skúšok. Vnútornú kontrolu vykonáva vedúci laboratória a vonkajšiu zhotoviteľ IGP. Za odber vzoriek a ich výber pre kontrolné skúšky zodpovedá zhotoviteľ IGP.

218. Výsledky laboratórnych skúšok sa prezentujú správou, ktorú vypracováva príslušné laboratórium. Za jej správnosť zodpovedá vedúci laboratória. Správa obsahuje textovú časť a časť príloh (súhrnné tabuľky, grafy a pracovné záznamy):

- a)** textová časť obsahuje predovšetkým počet a druh vykonaných skúšok a metodiku, podľa ktorej sa vykonávali. Takisto musia byť uvedené všetky mimoriadne okolnosti, ktoré mohli ovplyvniť výsledky skúšky. V prípade zistenia extrémnych, na typ zeminy alebo skalnej horniny neobvyklých hodnôt výsledkov skúšok by malo laboratórium uvedené skutočnosti komentovať, prípadne upozorniť zhotoviteľa IGP,
- b)** v časti príloh musia byť v tabuľkovej forme sumárne uvedené všetky realizované skúšky s klasifikačnými zatriedeniami jednotlivých vzoriek. Podrobné záznamy dôležitých skúšok sú uvedené vo forme grafov a pracovných záznamov v ďalšej časti.

XXVI. kapitola

Mapovacie práce

219. Počas prieskumných prác na konkrétnej lokalite sa vykonávajú mapovacie práce. Mapovacie práce majú za cieľ zachytiť najmä inžinierskogeologické a hydrogeologické fenomény, ktoré ovplyvňujú plánovanú stavbu alebo prevádzku na jestvujúcej železničnej infraštruktúre.

220. Mapovanie sa realizuje v dostatočne širokom pruhu mapovania okolo trasy železničnej trate.

221. Výsledkom mapovania je účelová inžinierskogeologická mapa vypracovaná podľa metodiky uvedenej v smernici MŽP č. 1/1996-3.2 zo dňa 15.3.1996. Mapovanie sa ako dôležitá metóda používa predovšetkým v etape inžinierskogeologickej štúdie a orientačného prieskumu. Inžiniersko-geologické mapovanie sa vykonáva v etape podrobného IGP formou rekognoskácie terénu pre prípadné zaznamenanie nových javov do IG mapy vytvorenej v predchádzajúcej etape.

222. Požadované a odporúčané mierky máp pre jednotlivé etapy prieskumných prác sú uvedené v tabuľke 5.

Tab. č. 5 Odporúčané mierky máp pre jednotlivé etapy IGP

Etapa IGP	Situácia trasy železničnej stavby	Situácia zosuvných území**	Mapy IG rajonizácie a/alebo IG pomerov
IG štúdia	1:50 000; 1:10 000*	1:10 000	1:50 000; 1:10 000*
Orientačný	1:10 000; 1:5 000	1:10 000; 1:5 000	1:10 000; 1:5 000
Podrobný	1:2 000; 1:1 000	1:2 000; 1:1 000	1:2 000; 1:1 000
Doplnkový	1:1 000	1:1 000	1:1 000
* mierka podkladov v etape inžinierskogeologickej štúdie závisí od regionálneho charakteru posúdenia, t. j. v trasách o dĺžke nad 30 km je možné použiť aj mierku 1:50 000			
** mierka topografických podkladov v zosuvných územiach prevažne zodpovedá mierke podkladov pre trasu			

223. Súčasťou inžinierskogeologického mapovania je aj zaznamenávanie hydrogeologických údajov (vývery podzemných vôd, zamokrené územia, vodné zdroje a pod.).

224. Inžinierskogeologické mapovanie sa využíva aj v etape geotechnického monitoringu stavby (GTM) formou pochôdzok pre vizuálne zaznamenanie prípadných morfológických zmien, a to predovšetkým v nestabilných územiach alebo územiach s nepriaznivými geologicko-geotechnickými pomermi.

ŠIESTA ČASŤ

NÁLEŽITOSTI ZÁVEREČNEJ SPRÁVY IGP

225. Pod prácami geologickej služby sa rozumejú terénne a kancelárske práce, súvisiace so zabezpečením, prípravou, realizáciou a definitívnym spracovaním výsledkov komplexu prieskumných prác do výslednej záverečnej správy.

226. Zhotoviteľ IGP spracuje výsledky riešenia geologickej úlohy v záverečnej správe, a to aj vtedy, ak sa nedosiahol cieľ, prípadne ak sa riešenie vykonalo len čiastočne. S ohľadom na úplnosť riešenia geologickej úlohy a charakter jej výstupu je výsledkom:

- a) **záverečná správa** - predstavuje záverečné zhodnotenie výsledkov IGP a ukončuje sa ňou každá etapa IGP. Správa musí vyriešiť všetky úlohy stanovené v projekte geologickej úlohy a takisto tie, ktoré vyplývajú zo zmluvných vzťahov,
- b) **čiastková správa** - pre jednu ucelenú etapu IGP je možné vypracovať viaceré čiastkové správy pre vyčlenené podetapy (napr. podľa úsekov trasy železničnej stavby). Rozdelenie etapy IGP na určité podetapy je potrebné uviesť v zmluve. Výsledky a závery čiastkových správ sa môžu zhrnúť v súhrnnej správe,
- c) **predbežná správa** - vypracuje sa na základe požiadaviek objednávateľa, resp. zodpovedného projektanta, čo sa musí uviesť aj v zmluve. V predbežných správach sa uvádzajú poznatky získané v určitom čase priebehu etapy prieskumu. Požadujú sa predovšetkým v prípadoch, keď sa súbežne s prieskumom vypracúva časť projektovej dokumentácie, prípadne získané poznatky slúžia na upresnenie riešenia IGP v ďalšom časovom úseku. Charakter predbežnej správy závisí od stupňa spracovania prvotnej dokumentácie v danom čase, pričom v odôvodnených prípadoch môže obsahovať iba nespracovanú prvotnú dokumentáciu. V predbežnej správe sa musí uviesť platnosť predložených výsledkov a miera ich záväznosti pre ich užívateľa,
- d) **odborný posudok** - predstavuje písomnú formu vyjadrenia, posúdenia alebo odporúčania k priebehu etapy IGP, a to v čase prípravy projektu, sledu, riadenia a vyhodnotenia IGP.

227. Členenie a obsah záverečnej správy určuje vyhláška MŽP SR č. 51/2008 Z. z. a STN EN 1997-2. Všeobecne správy z IGP sú tvorené:

- a) textovou časťou,
- b) prílohami.

228. Textová časť záverečnej správy má obsahovať tieto náležitosti:

- a)** miestopisné vymedzenie územia obsahujúce číslo mapového listu v mierke 1:10 000 alebo 1:50 000, názov a číselný kód kraja, okresu a obce, názov katastrálneho územia a kód katastra,
- b)** cieľ geologickej úlohy,
- c)** údaje o projekte geologickej úlohy a jeho zmenách,
- d)** charakteristika prírodných pomerov skúmaného územia (najmä geomorfologická, geologická, hydrogeologická, hydrologická a klimatická charakteristika a charakteristika častí územia chránených osobitnými predpismi),
- e)** doterajšia geologická preskúmanosť (údaje o vykonaných prácach a ich výsledkoch, najmä vo vzťahu k riešenej problematike),
- f)** postup riešenia geologickej úlohy,
 - fa)** metodika, postup a časová nadväznosť realizovaných prác,
 - fb)** geologické činnosti,
 - fc)** technické práce,
 - fd)** vzorkovacie práce,
 - fe)** laboratórne práce,
 - ff)** geodetické činnosti,
 - fg)** iné práce,
 - fh)** spôsob zabezpečenia alebo likvidácie geologických diel a geologických objektov,
 - fi)** spôsob digitálneho spracovania údajov,
- g)** výsledky riešenia geologickej úlohy,
 - ga)** výsledky a nové geologické poznatky vrátane tých, ktoré nesúvisia s cieľmi projektu,
 - gb)** hodnotenie výsledkov z hľadiska cieľov projektu,
- h)** ekonomický prínos riešenia geologickej úlohy,
- i)** miesto a spôsob uloženia geologickej dokumentácie a osobitných správ, návrh na jej vyradenie,
- j)** závery a odporúčania,
- k)** zoznam použitej literatúry a iných zdrojov.

229. Globálne je možné rozdeliť textovú časť záverečnej správy na časť všeobecnú a časť podrobnú.

230. Všeobecná časť kapitoly 1. až 3. podľa zákona č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov obsahujú údaje, ktoré požaduje STN EN 1997-2 pre **prezentáciu geotechnickej informácie** (kapitola 6.2 uvedenej normy):

- a) **kapitola - cieľ geologickej úlohy a údaje o území.** Uvádzajú sa tu základné administratívne údaje o geologickej úlohe (názov, číslo, objednávatel' a zhotoviteľ geologickej úlohy, etapa IGP, názov a identifikačné číslo katastrálneho územia, názov a číselný kód okresu) prípadne iné miestopisné určenie skúmaného územia. Ďalej je veľmi dôležité uviesť všetky ciele pre uvedenú etapu a všetky podklady, ktoré boli poskytnuté objednávatel'om. Takisto sa uvedú základné informácie o projekte, prípadne o jeho zmenách,
- b) **kapitola - metodika a rozsah prieskumných prác.** V uvedenej kapitole je uvedený rozsah a metodika terénnych a laboratórnych prác. Uvádza sa aj časový harmonogram prác a kto ich realizoval, zároveň s odkazom, v ktorých prílohách sa nachádza ich prvotná a prípadne druhotná dokumentácia a ich situovanie v záujmovom území. Označenie a hĺbka jednotlivých terénnych prieskumných prác sa uvádza v tabuľkovej forme. V kapitole sa musia uviesť všetky rozdiely oproti návrhom uvedeným v schválenom projekte a ich dôvody,
- c) **kapitola - charakteristika skúmaného územia a doterajšia geologická preskúmanosť.** Stručne sa tu uvedú informácie o preskúmanosti územia (s dôslednou citáciou autorov) so zdôraznením prieskumov a máp využívaných priamo v etape IGP. Ďalej sa uvedie všeobecná charakteristika skúmaného územia z hľadiska geomorfologických pomerov, geologicko-tektonických pomerov, hydrogeologických pomerov, klimatických pomerov (dôležitá je napr. hĺbka premrzania), výskytu geodynamických javov, seizmicity územia (požaduje aj STN EN 1997-2).

231. Podrobná časť Kapitoly 4. a 5. podľa zákona č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov sú rozhodujúce kapitoly pre užívateľa výsledkov záverečnej správy a zodpovedajú podľa STN EN 1997-2 časti „Vyhodnotenie geotechnických informácií“ (kapitola 6.3 uvedenej normy). Ako uvádza vyhláška, ktorou sa vykonáva uvedený zákon, **osnova záverečnej správy sa prispôsobuje** cieľom a zámerom etapy IGP v súlade s projektom geologických prác. Obsah podrobnej časti správy závisí od etapy IGP.

232. Z hľadiska úplnosti správy musia obsahovať kapitoly opisujúce inžiniersko-geologické pomery v trase cestnej stavby, geotechnické vlastnosti vyčlenených horninových typov v trase cestnej stavby, hydrogeologické pomery v trase cestnej stavby, technické posúdenie trasy cestnej stavby:

- a) **kapitola – inžinierskogeologické pomery v trase.** V uvedenej kapitole sú vyčlenené jednotlivé horninové typy (pokryvné útvary a horniny podložia) podľa svojej genézy (napr. fluvialne piesky, eolické piesky a pod.). Jemnejšie delenie na inžinierskogeologické typy (napr. fluvialne íly s

vysokou plasticitou, zvetrané ílovce a pod.) je potom možné realizovať na základe rutinných klasifikačných laboratórnych skúšok, prípadne terénnych skúšok. Je dôležité, aby takto vyčlenené inžinierskogeologické typy bolo možné charakterizovať ako kvázi-homogénne s ohľadom na ich geotechnické vlastnosti aj s ohľadom na výskyt v danom území. Vyčlenené inžinierskogeologické typy je potom potrebné stručne charakterizovať (farba, zrnitosť, konzistencia, uľahlosť, stupeň zvetrania a pod.) s uvedením ich výskytu v trase, hrúbky, hĺbky pod terénom a pod.,

b) kapitola - geotechnické vlastnosti vyčlenených inžinierskogeologických typov v trase uvádza:

ba) prehľad geotechnických vlastností na základe realizovaných

skúšok – výsledky skúšok. Pre každý vyčlenený inžinierskogeologický typ je nutné súhrnnou tabuľkovou formou uviesť ich fyzikálno-mechanické vlastnosti získané laboratórnymi, prípadne terénymi skúškami. Pre každú vlastnosť sa uvádza rozsah zistených hodnôt, priemerné hodnoty (prípadne iný štatistický údaj) a počet vzoriek odobraných z uvedeného komplexu, na ktorých bola uvedená vlastnosť zisťovaná. Každý inžinierskogeologický typ je potrebné charakterizovať aj ich zatriedením podľa požadovaných klasifikačných kritérií (napr. STN 72 1001, STN 73 1001, STN EN ISO 14 689, STN 73 3050 a pod.),

bb) odvodené a charakteristické hodnoty geotechnických

parametrov. Každý vyčlenený inžinierskogeologický typ sa musí charakterizovať odvodenými hodnotami geotechnických parametrov. Odvodené hodnoty geotechnických parametrov alebo koeficientov sa získajú z výsledkov skúšok teoreticky, koreláciou alebo empiricky. Môžu sa tiež korelovať geotechnické parametre s výsledkami skúšok prostredníctvom teoretických úvah. Napríklad, keď sa odvodí hodnota uhla vnútorného trenia z výsledkov presiometrických skúšok alebo z indexu plasticity (STN EN 1997-2). Pre každú odvodenú hodnotu musia sa uviesť aj podmienky ich platnosti (napr. pre akú konzistenciu, pre aký rozsah napätí a pod.). Ak je k dispozícii dostatočné množstvo relevantných údajov o odvodených hodnotách jednotlivých geotechnických parametrov doplnených dobre preukázateľnou skúsenosťou a poznatkami o navrhovanej geotechnickej konštrukcii, môže Zhotoviteľ IGP stanoviť aj charakteristické hodnoty geotechnických parametrov. Je vhodné, aby boli uvedené odvodené, resp. charakteristické hodnoty spracované tabuľkovo a každému vyčlenenému horninovému typu sa priradila grafická značka, prípadne symbol, ktorý sa použije aj v inžiniersko-geologických rezoch,

c) kapitola - hydrogeologické pomery v trase železničnej stavby. V tejto kapitole sa uvedú predovšetkým všetky informácie získané prieskumnými prácami a meraniami, týkajúce sa hladín podzemných vôd, výdatností prameňov. V prípade realizácie režimových meraní HPV je potrebné uviesť

ich súhrnné zhodnotenie s upozornením na možné maximálne hodnoty. Ďalej sa tu uvádzajú vlastnosti jednotlivých horninových typov s ohľadom na ich priepustnosť, získané z terénnych a laboratórnych skúšok,

d) kapitola - technické posúdenie trasy. Predstavuje najdôležitejšiu kapitolu podrobnej časti záverečnej správy. Celá trasa železničnej stavby sa rozdelí na úseky podľa stavebného zásahu v súlade so staničením trasy na:

da) nulové úseky – trasa v úrovni terénu,

db) zárezy (odrezy),

dc) násypy,

dd) mosty,

de) tunely,

df) múry prípadne iné objekty,

dg) nepriaznivé územia.

V každom hodnotenom úseku sa **musia uviesť návrhy a opatrenia** dôležité pre jeho realizáciu.

XXVII. kapitola

Nulový úsek

233. Nulový úsek – posúdenie podložia železničnej trate vedenej na úrovni okolitého terénu. V súvislosti s podložím podvalového podložia je potrebné v rámci realizácie IGP (etapa orientačného a najmä podrobného, resp. doplnkového prieskumu) zisťovať predovšetkým jeho **únosnosť a mrazuvzdornosť**. Pre zeminy (horniny) nachádzajúce sa do hĺbky aktívnej zóny sa prieskumom stanoví:

a) namrzavosť z krivky zrnitosti podľa STN 73 6133,

b) vodný režim podvalového podložia (alebo vozovky) podľa STN 73 6114 (je nutné poznať HPV, výšku kapilárneho zdvihu v zeminách a hĺbku premrzania),

c) vhodnosť pre podložie vozovky podľa STN 73 6133 (tabuľka č. 1 a tabuľka č. 2),

d) statický modul pretvorenia E_0 v zmysle TNŽ 73 6312, redukovaný statický modul E_{0r} (opravný súčiniteľ z podľa TNŽ 73 6312), prípadne dynamický modul pretvorenia E_d , stanovený rázovou zaťažovacou skúškou,

e) tepelno-izolačné vlastnosti zemín podvalového podložia.

234. V etape GTM počas výstavby je možné únosnosť podvalového podložia zisťovať priamymi skúškami na zhotovenej pláni železničného spodku (zaťažovacia skúška a pod.). Na stanovenie, či zeminy v prirodzenom uložení, ktoré budú tvoriť budúcu konštrukčnú (zemnú) pláň, spĺňajú **požiadavky najmenej miery zhutnenia** uvedenej v STN 73 6133 (tabuľka č. 4, tabuľka č. 5 a obrázok č. 5) sa musí stanoviť:

- a) maximálna objemová hmotnosť skúškou Proctor Standard podľa STN 72 1015,
- b) objemová hmotnosť v prirodzenom uložení,
- c) relatívna uľahlosť I_D sypkých zemín podľa STN 72 1018.

235. Vyhodnotenie uvedených informácií musí obsahovať odporúčanie pre prípadnú úpravu alebo výmenu zemín v podvalovom podloží vozovky, prípadne spôsob sanácie a odvodnenia podvalového podložia v zmysle TNŽ 73 6312. Tiež je potrebné uviesť podmienky, za ktorých je možné pôvodnú zeminu upraviť hutnením.

XXVIII. kapitola

Zárezy a odrezy

236. Zárezy (odrezy) - úseky s projektovanými zárezmi je potrebné posúdiť jednak ako zemné teleso so zameraním sa na návrh bezpečných sklonov svahov zárezov a na posúdenie deformačnej odolnosti podvalového podložia železničnej trate a jednak je potrebné posúdiť vyťažený materiál zo zárezov z hľadiska možnosti jeho následného použitia do násypov, prípadne iných konštrukcií.

237. Pre návrh bezpečných sklonov svahov zárezu je potrebné prieskumom:

- a) zistiť inžinierskogeologický profil (pričný rez) v mieste zárezu a oklasifikovať jednotlivé vyčlenené horninové komplexy podľa požadovaných noriem,
- b) určiť pevnostné charakteristiky zemín, respektíve výplne puklín v horninovom masíve. V prípade predpokladu ich zmien v čase je nutné stanoviť aj ich predpokladaný vývoj počas doby životnosti zárezu,
- c) v masíve skalných (poloskalných) hornín vypracovať štatistické zhodnotenia plôch mechanickej diskontinuity, zistiť stupeň zvetrania masívu a niekedy aj jeho horizontálnu napätosť a uviesť možnosť existencie predurčených šmykových plôch uklopených do steny výkopu,
- d) stanoviť hodnotu objemovej tiaže v prirodzenom uložení pre jednotlivé horninové komplexy,
- e) stanoviť úroveň hladiny podzemnej vody, jej súčasný režim (piezometre) a prognózu jeho vývoja po realizácii zárezu s ohľadom predovšetkým na možné ohrozenie jestvujúcich vodných zdrojov. Na základe zistených skutočností je potom potrebné navrhnúť sklony svahov zárezov z orientačných výpočtov stability (stupeň bezpečnosti podľa STN 73 6101/Oprava 1) na kritickej šmykovej ploche,
- f) je potrebné uviesť odporúčania pre prípadné stabilizačné opatrenia svahov zárezov a návrhy na hĺbkové, alebo povrchové odvodnenie telesa zárezu. Takisto je treba v prípade potreby uviesť návrhy k technológii otvárania zárezov a postupu zemných prác.

238. Posúdenie podložia železničnej trate v záreze. Platí to isté, čo je uvedené pre nulový úsek. Pre posúdenie splnenia **požiadavky najmensej miery zhutnenia** sa musia brať do úvahy kritériá platné pre zárez (STN 72 1006, prípadne STN 73 6133).

239. Posúdenie vytiaženého materiálu zo zárezu. Materiál vytiažený zo zárezu sa musí zhodnotiť z hľadiska:

- a) ťažiteľnosti podľa STN 73 3050,
- b) vhodnosti použitia do násypov podľa STN 73 6133,
- c) jeho zhutniteľnosti,
- d) stanovenie optimálnej vlhkosti a maximálnej objemovej hmotnosti (skúška Proctor Standard a relatívnej uľahnutosti I_D sypkých zemín),
- e) použitia do konštrukčných vrstiev vozovky do aktívnej zóny podložia vozovky a prípadne použitia ako drenážneho, resp. sanačného materiálu (ochranné prísypy, výplň drénov, a pod.).

240. Pre výpočet potrebnej kubatúry zemín a hornín zo zárezov je potrebné vziať do úvahy objemovú hmotnosť v prirodzenom uložení, výsledky zo skúšky Proctor – Standard a požadovanú mieru zhutnenia v zemnom telese. V odporúčaniach uvedenej kapitoly sa musí uviesť, za akých klimatických podmienok je možné zeminu zabudovať do zemných konštrukcií a možnosti jej úprav pri zapracovaní.

XXIX. kapitola

Násypy

241. Násyp sa hodnotí z hľadiska posúdenia podložia násypu (stabilita, sadanie a dohutnenie) a z hľadiska zhotovenia samotného telesa násypu.

242. Posúdenie podložia násypu v podloží projektovaného telesa násypu sa prieskumom stanoví:

- a) rozloženie jednotlivých horninových vrstiev,
- b) režim hladiny podzemnej vody, prípadne hodnoty pórových tlakov,
- c) na stanovenie sadania podložia násypu a časového priebehu konsolidácie sa stanovujú deformačné charakteristiky zemín so zohľadnením napätí v závislosti od predpokladanej výšky násypu,
- d) časový súčiniteľ konsolidácie.

243. Na stanovenie stability podložia násypu sa stanovujú pevnostné charakteristiky horninových komplexov.

244. V predpokladanom podloží násypu (do hĺbky 0,5 m) je potrebné splnenie **požadovanej miery zhutnenia podložia násypu** (parameter D) podľa STN 72 1006 na základe porovnania výsledkov skúšky Proctor-standard resp. relatívnej uľahnutosti I_D sypkých zemín podľa STN 72 1018 s objemovou hmotnosťou suchej zeminy (v

prirodzenom uložení) resp. relatívnu uľahnutosťou I_D sypkých zemín v prirodzenom uložení.

245. V etape GTM počas výstavby je možné sledovať sadanie podložia násypu a priebeh pórových tlakov. V uvedenej kapitole sa musí odporučiť spôsob úpravy podložia násypu (výmena, zlepšenie, odvodnenie, pilóty a pod.) pre jeho bezpečné založenie.

246. Posúdenie telesa násypu a jeho stability je možné vykonať iba ak sú k dispozícii informácie o zeminách a horninách, ktoré sa plánujú využiť do telesa násypu. O zeminách zo zárezov, prípadne zemníkov je potom potrebné zistiť:

- a) ich vlastnosti v prirodzenom uložení (vlhkosť, pórovitosť a objemová hmotnosť),
- b) hodnoty zo skúšok Proctor-standard, CBR a relatívnu uľahnutosť I_D sypkých zemín.

247. Na základe uvedených údajov zhodnotiť splnenie **požadovanej miery zhutnenia** (parameter D) pod konštrukčnou pláňou násypu a v telese násypu podľa STN 73 6133.

248. Na posúdenie **stability samotných svahov násypov a samotného telesa násypu** je potrebné zistiť pevnostné charakteristiky zemín zhutnených podľa požiadaviek STN 73 6133.

249. Na posúdenie **stability telesa násypu** je potrebné zistiť deformačné charakteristiky podložia násypu.

XXX. kapitola Mosty a múry

250. Základové pomery mostných, prípadne iných objektov (múry, priepusty, a pod.) sa zhodnotia na základe požiadaviek v STN 73 1001 a STN EN 1997-1, 2. Pre výkopy základov sa stanoví:

- a) zatriedenie podľa STN 73 6133 pre využitie vyťažených zemín,
- b) zatriedenie podľa STN 73 3050 na posúdenie ťažiteľnosti, na zatriedenie hornín podľa vŕtateľnosti pre pilóty sa využije príloha č. 3 tohto predpisu,
- c) pevnostné a deformačné vlastnosti zemín a hornín v podzákladi, na stanovenie vlastností skalných a poloskalných hornín je vhodné využívať presiometrické skúšky vo vrtoch,
- d) rozkyv hladiny podzemnej vody,
- e) predpokladaný prítok podzemnej vody do stavebnej jamy,
- f) charakteristiky zemín a podzemnej vody s ohľadom na ich agresivitu na betón a ocel'. V odporúčaniach uvedenej kapitoly sa musí navrhnúť spôsob založenia objektov, prípadne aj hĺbka založenia. Tiež sa musí navrhnúť spôsob odvodnenia stavebnej jamy a zabezpečenia jej svahov.

XXXI. kapitola

Nepriaznivé (nestabilné) územia

251. Nepriaznivé územia. V miestach vedenia trasy územiami so svahovými deformáciami je nutné uviesť v záverečnej správe:

- a) opis svahových deformácií, pravdepodobné príčiny ich vzniku, plošný rozsah, charakter a hĺbku šmykových plôch, resp. zón,
- b) vlastnosti zemín a hornín v telese deformácie a mimo nej, pevnostné vlastnosti zemín a hornín na šmykovej ploche, režim podzemnej vody,
- c) stabilitu svahov bez stavebného zásahu, a to na základe stabilitných výpočtov, prípadne výsledkov z inklinometrických meraní,
- d) stabilitu svahov po samotnom stavebnom zásahu. V kapitole sa musia uviesť odporúčané spôsoby sanácie samotných svahových deformácií a ideový návrh stabilizácie svahov po stavebnom zásahu. Takisto je potrebné navrhnúť metódy a miesta na monitoring v zmysle kapitoly XL.

XXXII. kapitola

Podzemné stavby (tunely, štôlne, galérie)

252. V záveroch správy sa pre podzemné stavby uvádzajú:

- a) inžinierskogeologické pomery v trase tunelovej stavby, portálov a súvisiacich povrchových objektov,
- b) inžinierskogeologické a geotechnické vlastnosti vyčlenených horninových komplexov v trase tunelovej stavby,
- c) hydrogeologické pomery v trase stavby,
- d) technické posúdenie trasy stavby – určenie rizikových úsekov tunela a návrh opatrení.

253. Inžinierskogeologické pomery v trase tunela, portálov a súvisiacich povrchových objektov. V uvedenej kapitole sú vyčlenené jednotlivé horninové komplexy (pokryvné útvary a horniny podložia) podľa svojej genézy (napr. fluviálne piesky, eolické piesky a pod.) alebo stratigrafickej príslušnosti (príslušnosť k charakteristickým súvrstviam, tektonickým celkom a pod.). Jemnejšie delenie (napr. fluviálne íly s vysokou plasticitou, zvetrané ílovce a pod.) je potom možné realizovať na základe rutinných klasifikačných laboratórnych skúšok a najmä terénnych skúšok. Je dôležité, aby takto vyčlenené komplexy, bolo možné charakterizovať ako kvázi-homogénne s ohľadom na ich geotechnické vlastnosti.

254. Portálové zářezy sa riešia podobne ako v prípade vedenia železničnej trate v záreze.

255. Vyčlenené horninové komplexy je potom potrebné stručne charakterizovať (farba, zrnitosť, konzistencia, uľahlosť, stupeň zvetrania, rozpukania a pod.)

s uvedením ich výskytu v trase, hrúbky, hĺbky pod terénom a podobne.

256. Geotechnické vlastnosti vyčlenených horninových komplexov v trase tunela uvádza:

- a) prehľad geotechnických vlastností na základe realizovaných skúšok – vyhodnotenie skúšok. Pre každý vyčlenený horninový komplex je nutné súhrnnou tabuľkovou formou uviesť ich fyzikálno-mechanické vlastnosti získané laboratórnymi, prípadne terénnymi skúškami. Pre každú vlastnosť sa uvádza rozsah zistených hodnôt, priemerné hodnoty (prípadne iný štatistický údaj) a počet vzoriek odobraných z uvedeného komplexu, na ktorých bola uvedená vlastnosť zisťovaná. Každý horninový komplex je potrebné charakterizovať aj ich zatriedením podľa požadovaných klasifikačných kritérií (napr. STN 72 1001, STN EN ISO 14688, STN EN ISO 14689 a pod.),
- b) odporúčané hodnoty geotechnických vlastností. Každý vyčlenený horninový komplex musí byť charakterizovaný odporučenými (odvodenými) hodnotami geotechnických parametrov z výsledkov skúšok, korelácií, dostupných publikovaných údajov a porovnateľných skúseností. Pre každú odvodenú hodnotu musia byť uvedené aj podmienky ich platnosti (napr. pre akú konzistenciu, pre aký rozsah napätí a pod.). Je vhodné, aby boli uvedené hodnoty spracované tabuľkovo a každému vyčlenenému horninovému komplexu bola priradená grafická značka, prípadne symbol, ktorý bude použitý aj v inžinierskogeologických rezoch.

257. Hydrogeologické pomery v trase tunelovej stavby. V uvedenej kapitole sa uvedú predovšetkým všetky informácie získané prieskumnými prácami a meraniami týkajúcich sa hladín podzemných vôd, výdatností prameňov, fyzikálno-chemických ukazovateľoch. Uvedie sa očakávané množstvo pritekajúcich vôd do vyčlenených úsekov tunela podľa kvázihomogénnych celkov. V prípade realizácie režimových meraní HPV je potrebné uviesť ich súhrnne zhodnotenie. Ďalej sa tu uvádzajú hydrogeologické a hydrochemické vlastnosti jednotlivých horninových komplexov s ohľadom na ich priepustnosť získaných z terénnych a laboratórnych skúšok. Zhodnotí sa bilancia vôd v hydrogeologickej štruktúre dotknutej výstavbou tunela a navrhnu sa opatrenia na zmiernenie drenážneho účinku tunela. Zhodnotia sa fyzikálno-chemické vlastnosti podzemnej vody a ich vplyv na konštrukciu aj prevádzku tunela.

258. Technické posúdenie trasy. Trasa tunela má byť rozdelená na kvázi homogénne celky s podrobnou charakteristikou horninového prostredia. V tejto časti sa uvádza aj opis svahových deformácií v oblasti portálov (pravdepodobné príčiny ich vzniku, plošný rozsah, charakter a hĺbka šmykových plôch, resp. zón, vlastnosti zemín a hornín v telese deformácie a mimo nej, pevnostné vlastnosti zemín a hornín na šmykovej ploche, režim podzemnej vody. Definujú a opisujú sa kritické úseky tunela (tektonické poruchové zóny) – zadefinovať predpokladanú dĺžku, orientáciu (priebeh), charakter porušenia, stupeň zvodnenia, geotechnické parametre a návrh sanácie. Odhaduje sa percento zastúpenia poruchových zón v trase tunela.

259. Určia sa bansko-technické podmienky realizácie podzemnej stavby –

očakávané triedy raziteľnosti, vŕtateľnosti, vystrojovacie triedy a ich percentuálne zastúpenie v trase tunela, odporúča sa metódy sanácie horninového prostredia pre zníženie vzájomných vplyvov medzi horninovým prostredím a podzemnou stavbou.

260. Trasa tunela je klasifikovaná podľa účelových geotechnických tunelárskych klasifikácií kvality horninového prostredia. Klasifikácie majú byť formulované projektantom tunela v nadväzujúcej etape projektovej prípravy, prípadne v predošlej etape, pokiaľ nie je projektant nadväzujúcej etapy známy. Z najpoužívanějších klasifikačných systémov sa použijú tieto:

- a) index kvality hornín (Rock Quality Designation - RQD),
- b) klasifikácia podľa Bieniawského (Rock Mass Rating - RMR),
- c) klasifikácia Nórskeho geotechnického inštitútu (NGI) podľa Bartona (Q-systém),
- d) klasifikácia podľa Tesaře (QTS),
- e) klasifikácia podľa Hoeka (Geological Strength Index – GSI).

V prípade opodstatnenosti sa využijú aj niektoré iné klasifikačné systémy alebo neplatné systémy (ONORM B 2203 a pod.).

XXXIII. kapitola

Textové prílohy záverečnej správy

261. Geologická dokumentácia prieskumných diel (vrtov, odkryvov, šachtíc, štôlní a pod.). Pri každom prieskumnom diele sa uvádza jeho označenie, nadmorská výška kóty povrchu terénu, prípadne súradnice. Rozhrania jednotlivých horninových komplexov sa určujú s presnosťou na 0,1 m. Každému vyčlenenému horninovému celku sa priradí trieda podľa STN 721001, STN 73 3050 a STN EN ISO 14688-2 alebo STN EN ISO 14689-1. Ďalej sa musia uviesť údaje o narazenej a ustálenej hladine podzemnej vody v priebehu realizácie prieskumného diela, prípadne sa musí uviesť, že hladina podzemnej vody sa nezistila do konečnej hĺbky vrtu.

262. Písomná dokumentácia prevzatých prieskumných prác. Výpovedná hodnota prevzatých prác zodpovedá kvalite a podrobnosti údajov uvedených v pôvodných materiáloch. Ak je to možné, je vhodné previesť staré klasifikácie na tie, ktoré platia v súčasnosti.

263. Fotodokumentácia. Fotografickou dokumentáciou sa zaznamenávajú skutočnosti a javy, ktoré nie je možné inou formou dostatočne znázorniť. Ide predovšetkým o dokumentáciu odkryvov, geodynamických javov a pod. Najčastejšie sa však touto formou dokumentuje vrtné jadro vo vzorkovníciach. S ohľadom na zreteľnosť sa fotodokumentácia vrtného jadra vyhotovuje farebne s vyznačením hĺbkových intervalov. Ak sa zmluvne nedojedná tlačaná farebná fotodokumentácia, musí byť odovzdaná v digitálnej forme.

264. Výsledky geofyzikálnych meraní vo forme vertikálnych a horizontálnych rezov, 3D modelov a podobne, s textovým vysvetlením použitej metodiky a rozsahu geofyzikálnych prác a zhodnotením dosiahnutých výsledkov.

265. Výsledky laboratórnych analýz – v prílohách sa uvedú kompletne výsledky realizovaných laboratórnych prác mechaniky zemín, mechaniky hornín, chémie vôd a zemín spolu s opísaním použitých metód a postupov. V prípade požiadaviek sa uvedú akreditované protokoly a záznamy z jednotlivých skúšok. Výsledky sa prezentujú v prehľadnej tabuľkovej forme.

266. Výsledky terénnych skúšok a meraní. Uvedú sa podrobne jednotlivé použité metódy terénnych skúšok a meraní, spolu s ich metodikami, priebehom a dosiahnutými výsledkami. Patria sem výsledky všetkých druhov geotechnických skúšok (statická zaťažovacia, dynamická penetračná, dilatometrická, presiometrická a pod.) prípadne hydrodynamických skúšok (vodnotlaková skúška, nalievacia skúška, vsakovacia skúška, čerpacia skúška a pod.), merania prietokov na vodných tokoch a prameňoch a podobne. Výsledky sa prezentujú v prehľadnej tabuľkovej forme.

267. Výsledky geodetických meraní (**meračská správa**) – uvedie sa spôsob a presnosť meraní, použitá technika a zoznam zameraných bodov s ich označením (zoznam súradníc prieskumných diel, miest skúšok, dokumentačných bodov, koncových a lomových bodov geologických a geofyzikálnych profilov a pod.).

268. Dokumentácia riešenia stretov – uvedú sa písomné doklady o riešení legislatívnych stretov, napríklad vyjadrenia a povolenia úradov a obcí, povolenia vstupov na pozemky od jednotlivých majiteľov a užívateľov, protokoly z vytyčovania podzemných sietí, záznamy z kontrolných dní a iné dôležité písomnosti.

269. Stabilitné a iné výpočty. Musia tu byť uvedené použité metódy a dáta vstupujúce do výpočtov. Musia byť vykreslené posudzované šmykové plochy, hĺbka deformačnej zóny podložia a pod. Výsledky sa uvádzajú v prehľadnej forme, pričom musí byť uvedená aj ich platnosť. Okrem toho je možné uviesť výsledky matematických modelov sadania násypov, modelov prúdenia podzemnej vody, hydrotechnické modely, bilančné analýzy a podobne.

270. Technická správa. Uvedie sa spôsob realizácie a zabudovania monitorovacích objektov – inklinometrických, hydrogeologických a piezometrických vrtov spolu s ich technickými parametrami. V prípade inštalácie automatických snímačov (tlaku, teploty, prietoku a pod.) sa prikladajú certifikáty a kalibračné listy jednotlivých meradiel. Zároveň uvádza metódy a priebeh technických prác, prípadne vznik mimoriadnych okolností a pod.

XXXIV. kapitola

Grafické prílohy záverečnej správy

271. Grafické prílohy. Každá grafická príloha musí na titulnej strane obsahovať rozpisku s uvedením:

- a) názvu a sídla zhotoviteľa,
- b) názvu a sídla objednávateľa,
- c) názvu a čísla geologickej úlohy a etapy IGP,
- d) názvu prílohy spolu s uvedením objektu, prípadne staničenia,
- e) čísla prílohy,
- f) mierky prílohy.

272. V rozpiske sa ďalej uvedie, kto prílohu vypracoval, kreslil a kontroloval (meno, podpis a dátum). Ak sa realizuje IGP spolu s projektovou prípravou, vzor rozpisky určuje zodpovedný projektant. Grafické prílohy tvoria prevažne:

- a) prehľadná topografická situácia záujmového územia,
- b) situácia záujmového územia s vyznačením prieskumných diel,
- c) účelové mapy,
- d) inžinierskogeologické profily.

273. Prehľadná topografická situácia záujmového územia. Slúži na znázornenie územia, v ktorom sa vykonáva IGP. Mierka prehľadnej situácie sa podľa etapy IGP môže pohybovať od 1:10 000 do 1:100 000. Je vhodné, ak v uvedenej situácii je zobrazená aj trasa (prípadne trasy) železničnej stavby.

274. Prehľadná situácia záujmového územia s vyznačením prieskumných diel. Uvedená situácia sa musí vypracovať vždy ak boli pri IGP použité prieskumné práce. Situácia sa vypracúva podľa týchto zásad:

- a) na situácii musí byť vždy vyznačený zemepisný sever,
- b) musí tu byť zakreslená trasa železničnej stavby so staničením (najlepšie vo forme jednotnej železničnej mapy),
- c) mierka závisí od etapy IGP a tiež od dodaných podkladov objednávateľom,
- d) umiestnenie prieskumných diel a terénnych skúšok sa znázorňuje rôznymi značkami, pričom sa musia odlíšiť napríklad prevzaté prieskumné práce (aj práce z iných etáp IGP) od tých, ktoré sa realizovali v aktuálnej etape IGP. Takisto sa musia odlíšiť prieskumné diela zabudované pre ďalší monitoring. Okrem značiek tu musí byť uvedený názov diela a ak to mierka situácie dovoľí, aj nadmorská výška kóty diela,
- e) na uvedených situáciách musia byť vyznačené línie inžiniersko-geologických profilov (ďalej IG profilov), prípadne geofyzikálnych rezov,
- f) k situácii musia byť pripojené vysvetlivky, alebo môžu byť súčasťou samotnej situácie.

275. Účelové mapy. Účelové inžiniersko-geologické, hydrogeologické a prípadne iné mapy sa spolu s vysvetlivkami vypracovávajú podľa platných predpisov.

V účelových mapách musí byť zakreslená trasa železničnej stavby so staničením. Ak to mierka mapy dovoľuje ($M = 1:10\,000$ a podrobnejšia), je potrebné v nej uviesť situovanie jednotlivých prieskumných prác a miesta IG profilov.

276. IG profily. Pre názornosť výsledkov IGP je nutné zostrojiť IG profily, ktoré sú vedené cez realizované prieskumné diela. Delíme ich na:

- a) pozdĺžne IG profily,
- b) priečne IG profily,
- c) geotechnické profily (pre hodnotenie tunelovej stavby alebo rekonštruovanej jestvujúcej železničnej stavby).

277. Pozdĺžne IG profily sú vedené prieskumnými dielami, prípadne terénnymi skúškami, situovanými v osi železničnej stavby. Mierka pozdĺžnych profilov závisí od etapy IGP a dodaných podkladov a s ohľadom na dĺžku trasy sa prevažne znázorňuje ako prevýšená. Uvádza sa tu aj staničenie železničnej stavby. Musí tu byť znázornená niveleta dopravnej stavby.

278. Priečne IG profily sa zhotovujú prevažne v miestach násypov vyšších ako 5 m a zárezov hlbších ako 5 m. Mierka priečných profilov závisí od etapy IGP a dodaných podkladov a znázorňujú sa ako neprevýšené. Ďalej sa zostrojujú v miestach s nepriaznivými územiaми v mierkach podľa plošného rozsahu územia, prevažne však v $M = 1:1\,000$, alebo $1:500$.

279. Geotechnické profily (GT) sa zhotovujú v prípade:

- a) Hodnotenia trasy tunelovej stavby, kde sa v pozdĺžnom reze okrem samotného pozdĺžneho IG profilu trasou tunela uvedú aj hodnotiace a klasifikačné tabuľky pod obrázkom rezu s príslušným rozčlenením tunela na kvázi homogénne bloky, s uvedením všetkých relevantných geotechnických, geologických a hydrogeologických parametrov, potrebných pre návrh konštrukcie tunel. Okrem toho GT profil tunela obsahuje základnú geometriu (rozmery tunela, azimut razenia, výška nadložia...), geologickú stavbu, charakteristiku horninového prostredia podľa geotechnických klasifikácií (RMR, NGI, QTS, GSI, ONORM, NRTM a pod.) a hodnotenie geologických rizík,
- b) V prípade rekonštruovanej železničnej trate sa výsledky prieskumných prác spracujú v pozdĺžnom geotechnickom reze s výrazným prevýšením prvých 2 m pod úrovňou terénu, kde sa pod obrázkom profilu uvedú v tabuľkovej forme všetky potrebné informácie pre návrh konštrukčných vrstiev železničného spodku v zmysle TNŽ 73 6312.

280. Zásady zostrojovania IG profilov:

- a) znázorňuje sa povrch terénu, v pozdĺžnom IG profile s niveletou dopravnej stavby a v priečnom IG profile s vyznačením predpokladaného stavebného zásahu a osou dopravnej stavby (podľa projektovej dokumentácie, ak je k dispozícii),

- b) musí byť vyznačená aj zrovnávací rovina s nadmorskou výškou (prípadne vertikálna mierka, označenie profilu (napr. 1 - 1') a svetové strany,
- c) prieskumné diela musia byť uvedené s kótou terénu a s ich názvami,
- d) v každom prieskumnom diele sú uvedené hĺbky rozhraní jednotlivých horninových komplexov (s presnosťou na 0,1 m) a konečná hĺbka prieskumného diela, horninové typy sú znázornené značkami zhodnými s tými, ktoré sú uvedené v tabuľkách s odporúčanými geotechnickými vlastnosťami,
- e) pri prieskumných dielach je vyznačená úroveň narazenej (všetky horizonty) a ustálenej hladiny podzemnej vody, prípadne miesta s priesakmi a prítokmi podzemnej vody,
- f) ďalej sú pri prieskumných dielach uvedené hĺbky odberov vzoriek zemín a hornín a hĺbky odberov podzemnej vody,
- g) medzi prieskumnými dielami sú znázornené predpokladané hranice horninových typov a iných dôležitých rozhraní (napr. predkvartérny podklad.) a predpokladaná hladina podzemnej vody,
- h) v priečných profiloch cez svahové deformácie sa navyše znázorňuje hĺbka jednotlivých šmykových plôch (resp. zón) s vyznačením ich aktivity,
- i) v priečných profiloch určených pre geotechnické výpočty sa uvádza klasifikácia jednotlivých horninových typov podľa požadovaných noriem a dôležité geotechnické parametre vstupujúce do výpočtov. V miestach, kde neboli realizované prieskumné práce, ale len geofyzikálne merania, je možné zostrojavať aj geologicko-geofyzikálne profily,
- j) k IG a GT profilom sa zhotovujú vysvetlivky objasňujúce použité symboly.

XXXV. kapitola

Lehoty na vypracovanie záverečnej správy

281. Lehota na vypracovanie záverečnej správy sa určí v zmluve a vo schválenom projekte. Podľa zákona č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov 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 riadne odovzdanie objednávateľovi podľa článku 288.

XXXVI. kapitola

Oponentúra a schvaľovanie záverečnej správy

282. Zhotoviteľ IGP, ktorý riešil geologickú úlohu a vyhodnotil ju v záverečnej správe, zodpovedá za kvalitu jej riešenia a úplnosť vyhodnotenia.

283. Zhotoviteľ IGP odovzdáva návrh záverečnej správy v zmluvne dohodnutom počte exemplárov a forme (tlačená a digitálna). Prevzatie návrhu záverečnej správy od zhotoviteľa geologických prác potvrdí objednávateľ písomne. Predmetné potvrdenie potvrdzuje len fyzické prevzatie návrhu záverečnej správy, ale nie jeho vecnú správnosť a úplnosť. Do uvedeného počtu exemplárov je potrebné započítať aj exemplár určený na odovzdanie poverenej organizácii podľa zákona .

284. Zhotoviteľ záverečnej správy z IGP môže pred jej odovzdaním objednávateľovi podrobiť ju internej alebo externej oponentúre.

285. Oponentúru záverečnej správy z IGP si môže na základe vlastného rozhodnutia objednať u nezávislého experta aj objednávateľ IGP, pričom na prerokovanie oponentského posudku je potom zhotoviteľ IGP povinný vyslať svojho zástupcu. Všetky zistené nedostatky musí zhotoviteľ IGP odstrániť do termínu určeného na prerokovaní oponentského posudku a uvedeného v zápise z neho.

286. Objednávateľ posúdi návrh záverečnej správy a ak k nemu nemá výhrady tak písomným protokolom schváli návrh záverečnej správy. Schválením návrhu záverečnej správy sa považuje táto správa z hľadiska príslušnej zmluvy za riadne odovzdanú záverečnú správu podľa zákona č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov objednávateľovi. Schválenie návrhu záverečnej správy objednávateľom bez výhrad je tiež potvrdením o prevzatí záverečnej správy na účely zákona č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov. Zmluva môže určiť odchýlnú úpravu od znenia tohto článku.

XXXVII. kapitola

Odovzdávanie záverečnej správy poverenej organizácii podľa zákona č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov

287. Na základe písomného pokynu objednávateľa zhotoviteľ IGP v súlade so zákonom č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov a jeho vykonávacími predpismi odovzdá poverenej organizácii záverečnú správu a iné geologické písomné a grafické materiály, inú geologickú dokumentáciu, ktoré obsahujú:

- a)** záverečné správy a čiastkové záverečné správy o výsledku geologických prác,
- b)** odsúhlasené výpočty zásob a množstiev podzemných vôd,
- c)** štúdie, posudky a rešerše.

288. Záverečné správy a iná geologická dokumentácia sa odovzdajú poverenej organizácii vyhotovené technikou a v úprave, ktorá zabezpečuje ich trvalé uchovanie, ďalšie využitie a možnosť reprodukcie; **zhotoviteľ ich odovzdá okrem písomnej a grafickej formy aj v digitálnej forme.**

SIEDMA ČASŤ GEOTECHNICKÝ MONITORING

XXXVIII. kapitola Úvod a základná definícia pojmov

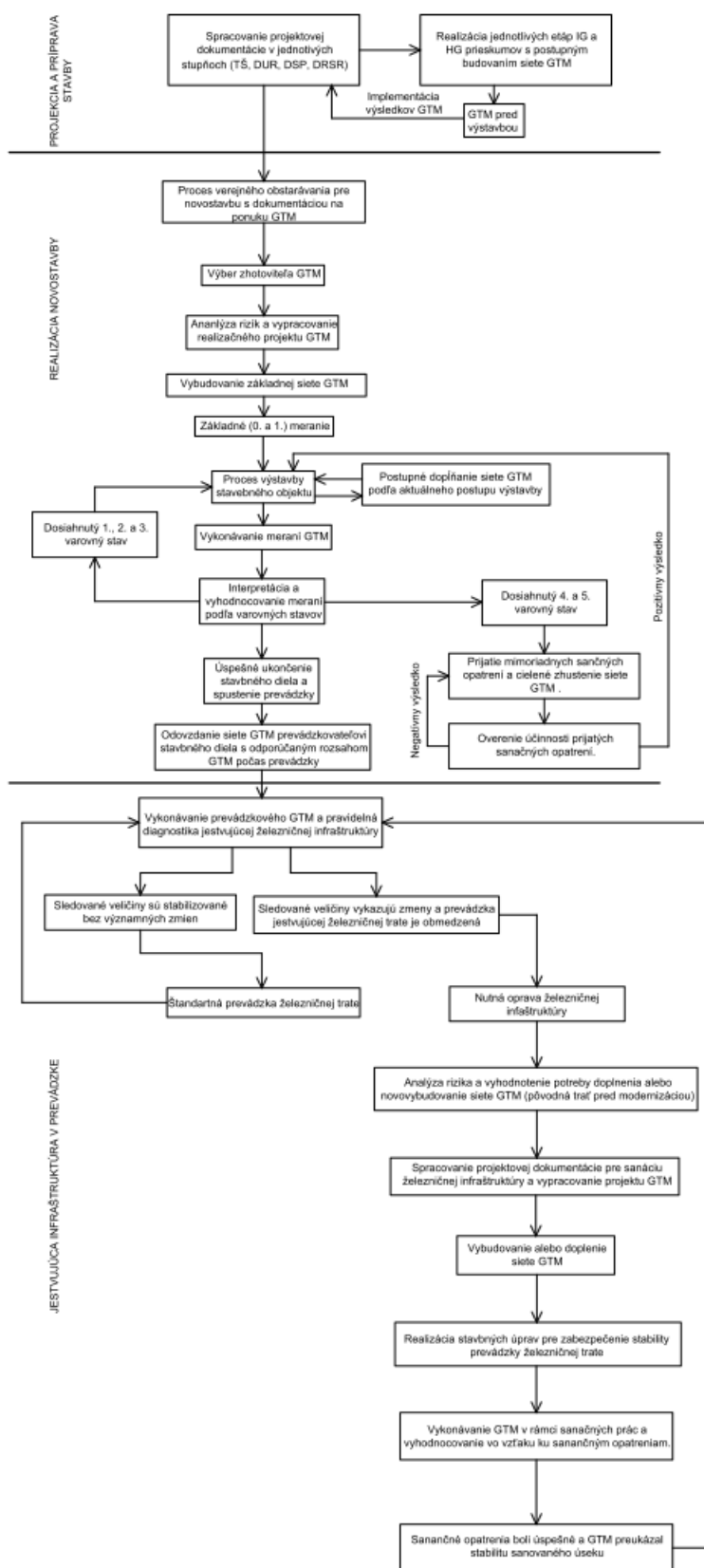
289. Geotechnický monitoring je neoddeliteľnou súčasťou každej náročnej stavebnej konštrukcie v zložitých geologických a hydrogeologických podmienkach, pričom výrazne zvyšuje pravdepodobnosť dostatočnej spoľahlivosti predpovedania ďalšieho správania sa sledovaných objektov. Vytvára tak priestor na prijímanie vhodných opatrení na optimalizáciu požiadaviek týkajúcich sa bezpečnosti, kvality a ekonomiky výstavby a v neposlednom rade s predstihom signalizuje nebezpečenstvo vzniku mimoriadnych udalostí, zvyšuje bezpečnosť práce. Zároveň je integrálnou súčasťou riadenia rizík pri realizácii diela.

290. Základné požiadavky pre stanovenie programu geotechnického monitoringu stanoví investor a projektant stavby na základe analýzy kritických a rizikových miest, vrátane návrhu opatrení pri prekročení limitných kritérií z hľadiska medzných hodnôt a časového priebehu sledovanej veličiny.

291. Inštrumentácia pre výkon GTM sú meracie prístroje, technické vybavenie a pomocné konštrukcie, ktoré sa využívajú pri výkone GTM. Súčasťou inštrumentácie je aj údržba a kalibrácia prístrojovej techniky, ktorá zabezpečí spoľahlivé a presné výsledky meraných veličín.

292. Geologický a geotechnický dozor stavby sleduje účinnosť projektovaných opatrení, ktoré sú realizované na elimináciu a minimalizáciu známych geotechnických rizík a v reálnom čase porovnáva súlad inžinierskogeologických a hydrogeologických podmienok uvedených v analýze rizík so skutočne zastihnutými podmienkami. V prípade zaznamenania nepriaznivejších podmienok, operatívne informuje všetkých relevantných účastníkov výstavby a je súčinný pri návrhu nápravných opatrení.

293. Geologický a geotechnický dozor pri podzemných stavbách (tunely a štôlne realizované formou NRTM) vykonáva geotechnické hodnotenie horninového prostredia formou geologickej dokumentácie čelby a stien výrubu, pričom následne zatriedi výrubu do vhodnej vystrojovacej triedy, ktorá reflektuje aktuálne zastihnuté geologické pomery. Geologickou dokumentáciou sa okrem iného overuje, či skutočne zastihnuté geologické pomery zodpovedajú tým, ktoré sa predpokladali v jednotlivých etapách inžinierskogeologických prieskumov a následne boli zohľadnené v realizačnej dokumentácii pre razenie podzemného diela. Geotechnické hodnotenie horninového masívu podzemných častí je nevyhnutnou súčasťou monitoringu a je podkladom pre priebežné vyhodnocovanie výsledkov jednotlivých meraní monitoringu.



Obr. č. 3 Vývojový diagram geotechnického monitoringu

294. Základným kritériom pre vyhodnocovanie GTM sú tzv. **varovné stavy**, ktorými sú definované jednotlivé limitné hodnoty sledovanej veličiny. Veľkosť limitnej hodnoty sledovanej veličiny vychádza z projektovej dokumentácie pričom zohľadňuje mieru podstupovaného rizika.

V priebehu výstavby sa môžu hodnoty kritérií varovných stavov upresňovať na základe skutočného správania horninového masívu a stavebných konštrukcií. Toto upresňovanie je v kompetencii projektanta v spolupráci so zhotoviteľom geotechnického monitoringu, investorom a stavebným dozorom za spoluúčasti ostatných účastníkov výstavby a rieši sa operatívne na kontrolných dňoch monitoringu.

295. Zhotoviteľ GTM je fyzická alebo právnická osoba, ktorá v potrebnom rozsahu disponuje prístrojovým vybavením a skúseným odborným personálom nevyhnutným na výkon GTM. Pri komplexnom GTM, ktorého súčasťou je aj geologický a geotechnický dozor stavby, musí mať zhotoviteľ oprávnenie na vykonávanie geologických prác - inžinierskogeologický prieskum (Zákon č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov).

Kvôli zabezpečeniu požadovanej kvality a odbornosti je potrebné aby zhotoviteľ GTM preukázal svoju kvalifikáciu kľúčovými odborníkmi s nasledovnou odbornou spôsobilosťou:

- a) odborná spôsobilosť na vykonávanie geologických prác – inžinierskogeologický prieskum vydaný MŽP SR,
- b) odborná spôsobilosť podľa zákon č. 138/1992 Zb. o autorizovaných architektoch a autorizovaných stavebných inžinieroch v znení neskorších predpisov.

296. Dokumentácia GTM je súbor písomnej, výkresovej a grafickej dokumentácie, ktorá na základe analýzy rizík v úrovni rôznych stupňov projektovej dokumentácie jednoznačne definuje ciele monitoringu, jeho prostriedky, inštrumentáciu, spôsob vykonávania a hodnotenia výsledkov. Súčasťou dokumentácie GTM je aj definovanie a sumarizácia varovných stavov a návrh frekvencie meraní, ktoré sú vyšpecifikované v projektovej dokumentácii geotechnických konštrukcií s relevantným geotechnickým rizikom.

Dokumentáciu pre GTM je možné rozdeliť do dvoch kategórií:

- a) **dokumentácia na ponuku** GTM slúži na účely výberového konania zhotoviteľa GTM, v rámci ktorej je presne definovaný rozsah monitoringu, technicko-kvalitatívne podmienky jeho vykonania, ako aj kvalifikačné kritéria a kritéria na výber zhotoviteľa,
- b) **realizačná dokumentácia** GTM je dokumentácia, ktorú vypracuje zhotoviteľ monitoringu pred zahájením samotných prác a následne sa integrujú monitorovacie práce do konkrétneho systému danej stavby a do procesu výstavby, resp. do projektovej dokumentácie.

297. Riadenie monitoringu v priebehu výstavby riadi tzv. kancelária monitoringu pod vedením zodpovedného riešiteľa geologickej úlohy, alebo stavebného inžiniera

s potrebnou odbornou spôsobilosťou. Pod pojmom kancelária monitoringu sa rozumejú všetky personálne i technické prostriedky zhotoviteľa monitoringu nevyhnutné na riadenie monitorovacích prác a vyhodnocovanie ich výsledkov. Kancelária monitoringu organizuje zároveň zber dát, ich archiváciu v databázach, spracováva ich, hodnotí a využíva na prezentáciu výsledkov monitoringu, ako aj distribúciu údajov ich užívateľom - účastníkom výstavby.

Kancelária monitoringu je súčasťou systému správy, resp. vedenia stavby a systému riadenia rizík. Štruktúra kancelárie monitoringu, jej organizačné usporiadanie, personálne zloženie, zodpovednosti jednotlivých pracovníkov kancelárie, technické i softvérové vybavenie a jej činnosť musia byť podrobne uvedené v realizačnej dokumentácii monitoringu.

Medzi základné úlohy kancelárie monitoringu patrí:

- a) koordinácia jednotlivých spracovateľov a prípadných subdodávateľov monitoringu tak, aby sa merania vykonávali v súlade so schváleným plánom meraní podľa realizačnej dokumentácie monitoringu a v súlade s potrebami výstavby, ako aj platnou legislatívou a technickými predpismi,
- b) pravidelná príprava podkladov pre hodnotenie výsledkov GTM ako sú kontrolné dni a iné relevantné pracovné porady riadenia stavby,
- c) priebežné vyhodnocovanie výsledkov meraní vzhľadom na ich vzťah ku kritériám varovných stavov,
- d) zabezpečovanie toku informácií o výsledkoch meraní, prípadne o dosiahnutí varovného stavu všetkým zodpovedným osobám zúčastnených na výstavbe, prezentácia výsledkov GTM.

298. Základným cieľom GTM je porovnávanie skutočného vývoja sledovaného systému (horninový masív - stavebná konštrukcia a naopak) s predpokladmi uvedenými v realizačnej dokumentácii príslušného stavebného objektu alebo geotechnickej konštrukcie v zmysle identifikovaného geotechnického rizika.

Konkrétnymi cieľmi GTM sú predovšetkým:

- a) sledovanie stanovených limitných hodnôt a ich časového priebehu v zmysle definovaných varovných stavov,
- b) overovanie a spresňovanie geotechnického a geomechanického modelu horninového prostredia,
- c) overovanie vhodnosti navrhutej technológie budovania stavebnej konštrukcie v konkrétnych geotechnických podmienkach na stavbe,
- d) posúdenie vhodnosti navrhutej technológie v konkrétnych geotech-nických podmienkach,
- e) kontrola účinnosti sanačných opatrení,
- f) bezpečnosť realizácie a právne preukázanie kvality vyhotovovaného diela.

299. Dostatočná početnosť meraní a dostatočné množstvo meracích objektov sa určuje s ohľadom na konkrétne ciele GTM a špecifické vlastnosti systému horninový

masív – stavebná konštrukcia a naopak v konkrétnych geotechnických podmienkach stavby.

XXXIX. kapitola

Inštrumentácia, merané veličiny a monitorovacie metódy

300. Inštrumentácia je časť GTM, ktorá sa zaoberá meracou prístrojovou technikou, jej inštaláciou a kalibráciou vrátane pomocných pozorovacích konštrukcií. Konkrétnu voľbu meracieho prístroja navrhuje zhotoviteľ GTM v realizačnej dokumentácii, pričom reflektuje požiadavky, ktoré vyplývajú z cieľu merania ako sú presnosť, rozsah meranie veličiny, doba merania, odolnosť voči vonkajším vplyvom a iné.

301. Pri voľbe meracieho zariadenia sa ďalej prihliada na:

- a) predpokladané veľkosti očakávaných hodnôt meraných veličín,
- b) predpokladaný vývoj meraných veličín v čase,
- c) možnosť ochrany meracieho zariadenia počas výstavby,
- d) možnosť automatizácie meraní,
- e) očakávané množstvo meraných dát a doba sledovania.

302. Presná špecifikácia prístrojovej techniky a metódy merania sa ďalej volí s prihliadnutím na:

- a) druh meranej veličiny (deformácia, napätie, pórové tlaky, a iné),
- b) možnosti realizácie pomocných konštrukcií a pripojenia na zdroje energií,
- c) metódy merania,
- d) prípadné požiadavky na diaľkový prenos dát a automatizáciu meraní.

303. Merané veličiny, ktoré sa obvykle sledujú počas výstavby prostredníctvom GTM sú:

- a) deformácie povrchové:
 - aa) vertikálne,
 - ab) horizontálne,
 - ac) priestorové 3D,
- b) deformácie podpovrchové:
 - ba) vertikálne,
 - bb) horizontálne,
 - bc) priestorové 3D,
- c) napätia, tlaky a sily:
 - ca) napätie v stavebných konštrukciách,
 - cb) zemné tlaky,

- cc) tlak vody v póroch,
 - cd) sily v kotvách,
 - d) teplota konštrukcií a horninového prostredia,
 - e) vodný režim (hladina podzemnej vody, prietok na odvodňovacích zariadeniach,
 - f) meteorologické pomery,
 - g) rýchlosť a intenzita šírenia seizmických vln.
- 304. Medzi základné monitorovacie metódy pre výkon GTM patria:**
- a) meranie deformácií:**
 - aa) geodetické merania na povrchu - Δx , Δy , Δz (m),
 - ab) konvergenčné merania - Δl (m),
 - ac) extenzometrické merania - Δl (m),
 - ad) inklinometrické merania,
 - ae) deformetrické merania - $\Delta u_{z,i}$ (m),
 - af) inklinometricko - deformetrické merania - $\Delta u_{x,i}$, $\Delta u_{y,i}$, $\Delta u_{z,i}$ (m),
 - ag) hydrostatické merania - $\Delta u_{z,i}$ (m),
 - ah) merania náklonov - $\Delta \alpha$, $\Delta \beta$ (°),
 - ai) dilatometrické merania - Δu_x , Δu_y , Δu_z (m),
 - aj) radarová interferometria,
 - b) merania napätia, tlakov a síl:**
 - ba) merania napätí v stavebných konštrukciách - $\sigma = \epsilon \cdot E$ (Pa),
 - bb) merania horninových (zemných) tlakov - p (P),
 - bc) merania pórových tlakov vody,
 - bd) meranie sily kotiev,
 - be) meranie teploty,
 - bf) meranie rýchlosti šírenia seizmických vln,
 - c) meranie vodného režimu:**
 - ca) meranie hladiny podzemnej vody,
 - cb) meranie prietokov drénovaných vôd,
 - cc) meranie prietokov odvodňovacích zariadení,
 - cd) meranie chemického zloženia vôd,
 - ce) meranie meteorologických veličín.

305. Geodetické merania na povrchu sledujú zmeny polohy Δx , Δy a výšky Δz bodov osadených na povrchu terénu (poklesová kotlina, zosuvné územia, zárezy a násypy predportálových úsekov), zmeny polohy Δx , Δy a výšky Δz bodov osadených na nadzemných geotechnických konštrukciách (portály, oporné a zárubné múry predportálových úsekov) a na pažniciach monitorovacích vrtov, resp. na existujúcich objektoch v dosahu vplyvu výstavby (poklesová kotlina, zóna ovplyvnenia).

306. Konvergenčné merania sa vykonávajú pre stanovenie polohových zmien bodov pri vyšetrovaní deformácií výrubu a primárneho ostenia podzemných častí tunelov a prieskumných štôlní a deformácií súvisiacich nadzemných objektov, napr. pri meraní deformácií paženia líniových stavebných jám (hĺbené úseky), obojstranných zárubných múrov v predportálových zárezoch a pod. Sledujú sa buď vzájomné priblíženia – konvergencia, resp. oddialenie – divergencia bodov alebo sa sledujú absolútne vektory deformácie týchto bodov.

307. Extenzometrické merania slúžia k meraniu relatívnych posunov medzi dvoma bodmi. Meraná je najčastejšia zmena dĺžky medzi meracou hlavou upevnenou na povrchu a koreňom fixovaným v horninovom masíve.

308. Inklinometrické meranie je metóda na sledovanie podpovrchových posunov alebo deformácií prostredníctvom merania zmeny uhlov vo vodiacej pažnici.

309. Deformetrické merania slúžia pre meranie axiálnych deformácií (skrátenia, príp. predĺženia) pozdĺž meranej priamky sa používa meranie posuvným deformetrom. Merania sa realizujú vo zvislých vrtoch vystrojených deformetrickou pažnicou zabudovaných v horninovom prostredí, resp. v zemnej konštrukcii (násype, zásype).

310. Inklinometricko-deformetrické merania sú kombinovanou metódou, ktoré umožňujú sledovať vývoj všetkých priestorových (3D) pretvorení v horninovom prostredí, t. j. v osiach horizontálnej roviny (X, Y) ako pri presnej vertikálnej inklinometrii a tiež aj vo vertikálnom smere (v osi Z) ako pri deformetrickom meraní, pričom sa používa špeciálne vystrojenie vrtu. Uplatnenie týchto 3D meraní sa využíva podobne ako pri inklinometrických a deformetrických meraniach.

311. Hydrostatické meranie je založené na princípe tradičných hadicových vodováh a slúži na dlhodobé sledovanie deformácií (sadanie) stavebných objektov nadzemných častí tunelov a prieskumných štôlní a objektov v zóne ovplyvnenia výstavbou. Meracie body sú osadené snímačmi s kvapalným médiom, ktoré sú navzájom prepojené medzi sebou hadicami. Hladina kvapaliny vymedzuje porovnávaciu rovinu, vzhľadom na ktorú sa meria zvislý pohyb nádob. Jeden zo snímačov je referenčný a je zameriavaný geodeticky alebo je v mieste mimo posunov.

312. Meranie zmeny náklonov sa využíva pri monitoringu nadzemných častí tunelov a prieskumných štôlní, pažiach stien stavebných jám hĺbených úsekov a objektov v zóne ovplyvnenia výstavbou. Výhodou merania je včasné rozpoznanie naklonenia objektu v prípadoch, keď nie je možné polohové zmeny merať geodeticky.

313. Dilatometrické merania zaznamenávajú vzájomný pohyb napr. v dilatáciách alebo trhlinách nadzemných častí dotknutých objektov v dosahu stavebných prác (zóna ovplyvnenia) alebo puklinách skalného masívu (portálové a predportálové

úseky) a napomáha rozpoznať konkrétne štádium časového vývoja deformačného procesu, ako aj jeho mechaniku.

314. Radarová interferometria T-InSAR (Terrestrial Interferometric Synthetic Aperture radar) používa radar s mikrovlnným žiarením na vlnovej dĺžke 1 mm až 1 m. Merania okrem intenzitnej zložky (popisujúcej odrazové vlastnosti povrchu) obsahujú údaje aj fázovej zložky (na rozdiel od klasických technológií - 3D skenovanie) a táto fázová zložka hovorí priamo o okamžitej vzdialenosti radaru od každého ožiareného bodu. Fázový rozdiel z dvoch radarových snímok rovnakého územia umožňuje určiť incidenčný uhol, pod ktorým dopadá žiarenie na povrch. Údaje o vzdialenosti, incidenčnom uhle a polohe radaru tak potom umožňujú spočítať nielen tvar snímaného terénu ale aj jeho posuny.

315. Merania napätí v stavebných konštrukciách spočíva v meraní pomernej deformácie, ktorou je možné nepriamo vyšetriť napätie v sekundárnom ostení podzemných častí tunelov a prieskumných štôlní, prípadne na oceľových alebo betónových konštrukciách nadzemných objektov (oporné a zárubné múry portálových a predportálových úsekov), prípadne pri hĺbkovom zakladaní konštrukcií (pilóty) a pod. Merania sa vykonávajú pomocou snímačov pretvorenia napr. vibračnými tenzometrami.

316. Merania horninových (zemných) tlakov v podzemných častiach je možné sledovať skutočný horninový (zemný) tlak na ostenie tunela prípadne prieskumnej štôlne tlakom. Meradlá (tlakové krabice) sa umiestňujú na povrch výrubu. Meracie body sa umiestňujú do združených meracích profilov, ktoré majú rovnaké usporiadanie v profile ako konvergenčné body. Môžu sa však umiestňovať aj samostatne, napr. na dno tunela a prieskumnej štôlne, kde sa očakávajú vyššie tlaky spôsobené napr. prítomnosťou napúčavých hornín. Pri nadzemných objektoch sa merania využívajú na sledovanie tlaku zeminy na pažiace konštrukcie stavebných jám a geotechnické konštrukcie pozemnej komunikácie (oporné múry, horninové konštrukcie vystužené geosyntetikou a pod.) ako aj pozorovanie tlakov vo vysokých násypoch a v ich podloží.

317. Meranie pórových tlakov vody sleduje vývoj pórových tlakov vody málo priepustných a nepriepustných zeminách a to najčastejšie v podloží násypov, prípadne iných geotechnických konštrukcií. Pre monitorovanie priebehu konsolidácie základovej pôdy stavebného objektu, resp. meranie je možné využiť aj pri monitorovaní zosuvných území. Pri podzemných stavbách ako sú tunely a prieskumné štôlne sa tento typ merania využíva pre sledovanie hydrostatického tlaku na ostenie pri použití celoplášťovej izolácie konštrukcie.

318. Meranie sily v kotvách poskytuje predstavu o skutočnom zaťažení kotvy, vývoji kotevnej sily v čase a o stabilite celého systému, pričom sa merania využívajú hlavne pri kotvených dočasných a trvalých konštrukciách (pažené stavebné jamy, kotvené betónové prahy zárubných a oporných múrov, kotvené pilótové steny).

319. Meranie teploty. Väčšina meraných veličín je závislá od teploty, preto je potrebné na vykonanie teplotných kompenzácií merať aj teplotu (konštrukcia, hornina). Pokiaľ meracie zariadenie pre vyššie uvedené metódy nedisponuje snímačom teploty a pre dodržanie predpísanej presnosti je vplyv teploty potrebné zohľadniť, je potrebné

teplotu pri každom meraní sledovať s dostatočnou presnosťou a pri vyhodnotení meraní vykonať potrebné korekcie.

320. Meranie rýchlosti šírenia seizmických vln. Pri použití trhacích prác je potrebné monitorovať seizmické a dynamické účinky na okolité stavebné konštrukcie a dotknutú nadzemnú resp. okolitú zástavbu. Vibrácie môžu vznikať aj pri strojnóm rozpojovaní horniny (impaktor, fréza, tunelovací stroj a pod.). Merania sa môžu vykonávať na mobilných základniach podľa aktuálnej polohy čelby alebo iných rozpojovacích prác, alebo na stacionárnych meradlách osadených na existujúcich objektoch v zóne ovplyvnenia.

321. Meranie hladiny podzemnej vody. Úroveň hladiny podzemnej vody je pri viacerých geotechnických konštrukciách dôležitou zložkou ovplyvňujúcou ich stabilitu a životnosť, pričom je aj jedným z nepriaznivých faktorov pri stavových deformáciách. Z toho dôvodu je dôležité poznať režim hladiny podzemnej vody v horninovom prostredí a zároveň limitné hodnoty jej úrovne v zmysle výstupov z geotechnických výpočtov.

322. Meranie prietokov drénovaných vôd a odvodňovacích zariadení je dôležitým údaj pre sledovanie zmien hydrogeologických pomerov v dotknutom okolí podzemných diel (tunely a štôlne) a hĺbených konštrukcií (portály a stavebné jamy) je okrem hladiny podzemnej vody aj meranie prietokov vôd, ktoré vytekajú z podzemného diela alebo sú čerpané zo stavebnej konštrukcie prostredníctvom merných prepádov alebo prietokomer. Doplnkovou metódou je aj meranie objemu vytekajúcich vôd na odvodňovacích zariadeniach ako sú subhorizontálne odvodňovacie vrty, drenážne systémy a iné.

323. Meranie chemického zloženia vôd sa realizuje pre určenie korozívnych účinkov na stavebné konštrukcie (betón) podzemných diel. Je potrebná chemická analýza drénovaných vôd.

324. Meranie meteorologických veličín poskytuje údaje o meteorologických podmienkach (úhrn zrážok, teplotný režim). Sú dôležitou súčasťou geotechnického monitoringu a je potrebné im venovať zvýšenú pozornosť z toho dôvodu, že v poslednom období (globálna zmena klímy) významne zvyšujú geotechnické riziká (teplotné a zrážkové anomálie). Údaje sa získavajú buď z meteorologických staníc siete SHMÚ, resp. vybudovaním meteorologických (zrážkomerných) staníc priamo na lokalite sledovanej stavby.

XL. kapitola

Vykonávanie monitoringu

325. Vykonávanie geotechnického monitoringu sa skladá z radu činností, ktoré po sebe nasledujú v logickom slede. Začínajú sa definíciou konkrétnych cieľov monitoringu a jednoznačných otázok, na ktoré má monitoring dať odpoveď. Končia sa

informáciou o využití získaných poznatkov pre inžinierske rozhodnutia smerujúce k úspešnej a ekonomickej realizácii objektov podzemných a nadzemných častí tunelov a prieskumných štôlní. Predpoklad využitia výsledkov geotechnického monitoringu je stanovený pred návrhom meracej techniky a stratégie merania.

A. PROJEKTOVANIE MONITORINGU

326. Základné požiadavky projektanta stavby, ktoré sú podkladom pre projekt geotechnického monitoringu, sú definované v nasledovných krokoch:

- a) vytvorenie základnej hypotézy pretvárania systému horninový masív – stavebná konštrukcia,
- b) technicko-ekonomická analýza problému – analýza rizík,
- c) definícia základných otázok (návrh konkrétnych cieľov), kvôli ktorým sa monitoring vykonáva,
- d) návrh metód meraní a požiadavky na inštrumentáciu,
- e) návrh etapizácie a frekvencie meraní,
- f) návrh varovných stavov a kritérií pre ich prijímanie,
- g) návrh opatrení prijímaných v súvislosti s dosiahnutím jednotlivých varovných stavov.

327. Projekt GTM obsahuje:

- a) sumarizáciu požiadaviek objednávateľa a projektanta stavby,
- b) podrobný návrh metodiky a inštrumentácie GTM vrátane textovej a výkresovej dokumentácie (schémy, vzorové rezy, výber meracích miest - situovanie zariadení a pod.),
- c) návrh inštrumentácie musí obsahovať postupy inštalácie zariadení GTM v jednotlivých fázach výstavby vrátane finalizácie stavby (ukončenie stavby a prechod na etapu GTM počas prevádzky),
- d) podrobný návrh na etapizáciu GTM v súlade s požiadavkami na merania pred výstavbou, počas výstavby a počas prevádzky predmetnej stavby,
- e) podrobný návrh frekvencie meraní počas výstavby v súlade s technológiou a postupom stavebných prác,
- f) podrobný návrh na plán a zásady zberu dát,
- g) spôsob prezentácie meraní (mesačné a ročné správy),
- h) návrh o spôsobe archivácie a uskladňovaní dát,
- i) návrh prenosu dát k užívateľom,
- j) stanovenie varovných stavov a kritérií pre ich prijímanie v súlade s požiadavkami projektanta stavby,

- k) návrh technicko-bezpečnostných a technologických opatrení prijímaných v prípadoch dosiahnutia niektorého z varovných stavov v súlade s požiadavkami projektanta stavby,
- l) organizačné zabezpečenie monitoringu.

B. PODMIENKY PRE VÝBER TYPU MERACIEHO ZARIADENIA

328. Použité meracie prístroje musia spĺňať nasledujúce požiadavky:

- a) spoľahlivosť merania,
- b) možnosť overovať za prevádzky správnu funkciu prístrojov,
- c) prístupnosť prístrojov v priebehu prác, počas pokračovania stavby alebo v dôsledku rozvoja deformácií horninového prostredia,
- d) vhodný rozsah meraných hodnôt vzhľadom na očakávané deformačné správanie sledovaného systému,
- e) nároky na spoľahlivosť prístrojov,
- f) meranie tej istej veličiny je účelné kontrolovať dvoma nezávislými meracími systémami,
- g) pri voľbe prístrojov sa berie do úvahy kvalifikácia budúcej obsluhy meradiel.

C. VÝBER MERACÍCH MIEST

329. Pri výbere meracieho miesta sa vychádza z hypotézy pretvárania a z prognóz miest s nebezpečenstvom iniciácie vzniku nežiaducich javov. Umiestnenie meradiel je v realizačnej dokumentácii geotechnického monitoringu potrebné navrhnuť na najkritickejšie miesta a do reprezentatívnych profilov. Výber meracích miest vychádza z nasledovných aspektov:

- a) identifikácia najkritickejších miest,
- b) výber profilov s očakávaným reprezentatívnym správaním sa geologického prostredia.

330. Úpravu počtu meracích miest je potrebné vykonávať v priebehu výstavby podľa získaných priebežných výsledkov merania a na základe vyhodnocovania poznatkov získavaných počas výstavby.

D. NÁVRH FREKVENCIE MERANÍ

331. Vo všeobecnosti sa početnosť meraní volí v závislosti od očakávanej rýchlosti, s akou sa budú meniť činitele ovplyvňujúce správanie sledovaného horninového masívu a od očakávanej rýchlosti zmien meraných hodnôt.

332. Početnosť meraní sa odporúča v priebehu výstavby prispôsobovať skutočnému deformačnému správaniu sledovaného systému a potrebe jeho vývoja v ďalšom období predvídať a túto predpoveď následne kontrolovať.

333. Bezprostredne po uvedení meracieho systému do chodu sa v pravidelných intervaloch vykonáva séria nultých meraní. V priebehu tohto obdobia sa overuje správna činnosť všetkých meradiel, ich ustálenie a získavajú sa poznatky o správaní sledovaného horninového masívu neovplyvnenom výstavbou. Po zrealizovaní základného merania (po nainštalovaní meracích zariadení) sa odporúčajú minimálne 2 kontrolné merania pred výstavbou.

334. Pri začatí stavebných prác, zrýchlení postupu prác alebo v dôsledku zmien prírodných pomerov v mieste výstavby, sa frekvencia meraní primerane zvyšuje.

335. Monitorovanie pred výstavbou. Do začiatku stavebných prác (zemné práce, práce na zakladaní objektov, razenie) parciálnych úsekov, ako aj výstavby jednotlivých stavebných objektov je žiadúce zrealizovať všetky monitorovacie objekty (vrty, geodetické body) navrhnuté v realizačnej dokumentácii GTM, ktoré nie sú viazané na stavebnú pripravenosť. Na všetkých existujúcich aj novovybudovaných monitorovacích objektoch je potrebné vykonať pred výstavbou základné meranie a prvé kontrolné meranie v priebehu jedného mesiaca po inštrumentácii zariadení. Vybudovaná sieť geotechnického monitoringu musí byť udržiavaná a kontrolné merania sa odporúčajú vykonávať v intervale 1-krát ročne pri prvkoch sledujúcich stabilitu horninového prostredia (inklinometrické, deformetrické, extenzometrické vrty a iné) a 1-krát za mesiac pri prvkoch sledujúcich hydrogeologické závislosti záujmového územia.

336. Monitoring počas výstavby. Frekvencia a početnosť meraní počas výstavby je závislá od harmonogramu stavebných prác a možnosti inštrumentácie navrhovaných meracích zariadení.

337. Počas výstavby v šírej trati, ktorá je vedená násypmi, zárezmi a odrezmi sa kontinuálne realizujú režimové pozorovanie hladiny podzemných vôd v pozorovacích vrtoch. V intervale jeden krát za mesiac sa realizujú nasledovné merania:

- a) sledovanie účinnosti a výdatnosti odvodňovacích prvkov ako sú odvodňovacie vrty alebo iné drenážne systémy,
- b) sledovanie stability okolitého územia pomocou inklinometrických ako aj kombinovaných vrtoch,
- c) monitoring sadania násypu pomocou horizontálnych inklinometrov v kombinácii so sledovaním vývoja zmeny pórových tlakov v podloží násypu,
- d) geodetický monitoring deformácií povrchu územia na osadených bodoch,
- e) sledovanie vývoja kotevných síl pomocou dynamometrov,
- f) sledovanie pomernej deformácie pomocou tenzometrov na výstužných prvkoch.

338. Počas výstavby v portálovej oblasti tunelov, sa realizujú:

- a) kontrolné merania hladiny podzemnej vody (kontinuálne meranie),
- b) kontrolné meranie prietokov drénovaných vôd (kontinuálne meranie),
- c) kontrolné inklinometrické a deformetrické meranie (v intervale 2x týždenne),
- d) kontrolné geodetické meranie pozorovaných bodov osadených na geotechnických konštrukciách nadzemných častí (v intervaloch á 2x týždenne),
- e) kontrolné geodetické merania pozorovaných bodov osadených na deformetrických a extenzometrických vrtoch (v intervale 2x týždenne),
- f) kontrolné meranie sily v kotvách (v intervaloch á 2x týždenne),
- g) kontrolné geodetické merania pozorovaných bodov osadených na teréne - poklesová kotlina (v intervaloch á 2x týždenne).

Uvedený interval je vhodné zachovať do ustálenia sledovanej veličiny a následne je možné interval predĺžiť na 1x mesačne, pričom treba mať na zreteli harmonogram stavebných prác.

339. Počas výstavby (razenia) sa za portálovou oblasťou (v nadloží a v trase tunela) realizujú:

- a) kontrolné merania hladiny podzemnej vody (kontinuálne meranie),
- b) kontrolné meranie prietokov drénovaných vôd (kontinuálne meranie),
- c) kontrolné inkli-no-deformetrické a extenzometrické merania (1x mesačne),
- d) kontrolné geodetické merania pozorovaných bodov osadených na geotechnických konštrukciách nadzemných častí (1x mesačne),
- e) kontrolné geodetické merania pozorovaných bodov osadených na deformetrických a extenzometrických vrtoch (1x mesačne),
- f) kontrolné geodetické merania pozorovaných bodov osadených na teréne – poklesová kotlina (2x týždenne),
- g) konvergenčné merania, merania na extenzometroch a kontrolné merania napätí (združené profily) v primárnom ostení počas razenia sa po inštrumentácii meracích zariadení obvykle vykonávajú podľa tabuľky č. 6,

Tab. č. 5 Intervaly konvergenčných meraní počas výstavby za portálovou oblasťou

Poradové číslo merania:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13-x
Interval merania (deň):	0	1	1	1	2	2	3	3	7	7	14	14	28	90

- h) meranie napätí a deformácií sekundárneho ostena v intervaloch: nulté meranie, 28 dní, 60 dní, ¼ rok, ½ rok, ¾ rok, 1 rok, 1¼, 1½, 1¾, 2, 2½, 3, 3½, 4, 4½, 5 rokov.

340. Pri razení tunelov a štôlní je frekvencia meraní konvergencií, deformácií a napätí totožná. V portálových úsekoch sa v združených profiloch odporúča kontinuálne geodetické (geodetické roboty), inklinometrické a inklino-deformetrické meranie vrátane kontinuálneho merania hladiny podzemnej vody, resp. pórových tlakov vody. Merania sa vykonávajú až do ustálenia hodnôt.

341. Podľa potreby s ohľadom na postup stavebných prác jednotlivých stavebných objektov a parciálnych úsekov, sa môže počet niektorých monitorovacích objektov a interval ich frekvencie sledovania operatívne upraviť (zvýšiť či znížiť).

342. Po ukončení výstavby a sprevádzkovaní diela sa odporúča vykonávať monitorovacie práce po dobu 5 rokov:

- a) monitoring režimového sledovania úrovne hladiny podzemnej vody v pozorovacích vrtoch a výdatnosti odvodňovacích vrtov 2x ročne (s ohľadom na obdobie zvýšených atmosférických zrážok – jarné a jesenné obdobie),
- b) monitoring stability a deformácií nadzemných častí (zárezy, zosuvné svahy, násypy, múry, portály) na vybudovaných pozorovacích vrtoch 1x ročne (jarné obdobie),
- c) geodetický monitoring deformácií povrchu územia na vybudovaných pozorovacích geodetických bodoch 2x ročne (jarné a jesenné obdobie).

343. Monitoring počas prevádzky. Po ukončení výstavby železničnej trate a jej sprevádzkovaní sa odporúča vykonávať monitorovacie práce počas celej doby prevádzky v nasledovnom minimálnom rozsahu:

- a) kontrola železničnej infraštruktúry pomocou meracieho vlaku pre meranie a vyhodnocovanie GPK v zmysle Metodického usmernenia riaditeľa odboru železničných tratí a stavieb GR ŽSR ku kontrole stavieb a technických zariadení železničných tratí a stavieb 35893/2021/O430 v aktuálnom znení,
- b) monitoring režimového sledovania úrovne hladiny podzemnej vody v pozorovacích vrtoch a výdatnosti odvodňovacích vrtov 2x ročne (s ohľadom na obdobie zvýšených atmosférických zrážok – jarné a jesenné obdobie),
- c) monitoring stability zárezov, odrezov, zosuvných svahov, násypov a na vybudovaných pozorovacích vrtoch 1x ročne (jarné obdobie),
- d) geodetický monitoring deformácií povrchu územia na vybudovaných pozorovacích geodetických bodoch 2x ročne (jarné a jesenné obdobie).

344. Po ukončení výstavby železničného tunela a jeho sprevádzkovaní sa odporúča vykonávať monitorovacie práce počas celej doby prevádzky v nasledovnom rozsahu:

- a) kontrolu pretvárania a únosnosti tunelového ostenia vo vytypovaných (extrémne exponovaných) profiloch (1-krát ročne),
- b) kontrolu vývoja napätosti v tunelovom ostení a na rozhraní tunelového ostenia a horninového prostredia v týchto profiloch (1-krát ročne),

- c) kontrolu vývoja teplôt betónu tunelového ostenia vo zvolených profiloch (1-krát ročne),
- d) vývoj vodného režimu v širšom okolí tunela v zóne ovplyvnenia (4-krát ročne).

E. KOMPLEXNOSŤ MERANIA

345. Pri rozhodovaní o komplexnosti merania sa berie do úvahy, že niektoré sledované veličiny umožňujú posúdiť príčiny a iné dôsledky zmien v správaní sledovaného systému. Ďalším dôvodom pre komplexnosť merania je, že na predmetnom mieste môže nastať rozvoj procesov, ktoré sú podmienené radom fyzikálnych príčin, z ktorých každú možno sledovať inými metódami a prístrojmi. Rozličné typy meraní lepšie umožnia overovať správnosť výsledkov, potvrdzovať a vysvetľovať anomálne správanie sledovaného systému.

346. Spolu so sledovaním zmien všetkých veličín určených v realizačnej dokumentácii monitoringu sa musia zaznamenávať všetky faktory, ktoré môžu ovplyvniť merané dáta. Ide najmä o:

- a) postup stavebných prác a v ich rámci priebeh zmien zaťažovania posudzovaných meracích profilov,
- b) všetky odchýlky od obvyklého priebehu sledovaných veličín,
- c) vznik a priebeh prejavov technologickej nedisciplinovanosti, prerušenie prác, zastavenie prác,
- d) kolísanie hladiny podzemnej vody,
- e) dynamické účinky stavebných prác,
- f) klimatické údaje (zrážky, teplota).

F. GEOLOGICKÝ A GEOTECHNICKÝ DOZOR STAVBY

347. Geologický a geotechnický dozor stavby musí priebežne zaznamenávať skutočné inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery počas výstavby a porovnávať ich s predpokladmi a podkladmi, ktoré sú súčasťou projektovej dokumentácie.

348. Pre objekty zárezov a predportálových úsekov bude inžinierskogeologická dokumentácia spracovaná ako v textovej, tak aj v grafickej forme. Grafická forma bude pozostávať z dokumentácie stien výkopov v rozvinutom pohľade a podľa potreby aj z priečných inžinierskogeologických rezov so vzájomným rozstupom 50 m. Textová dokumentácia bude doplnená fotodokumentáciou. Pre vlastný tunelový objekt (razený alebo hĺbený) bude textová a grafická forma inžinierskogeologickej dokumentácie spracovaná v celom pozdĺžnom profile tunela v jeho osi, ako aj v priečných profiloch (pri delenej čelbe jednotlivých záberových častí s ich spojením do celého priečného profilu tunela) pre každý dilatačný tunelový blok (tunelový pás). Rovnaký postup sa

týka aj v prípade realizácie únikovej štôlne (pozdĺžny geologický profil a priečne profily v dilatačných blokoch).

349. V prípade, že sa počas výstavby vyskytnú iné geotechnické podmienky na stavbe ako sa pôvodne predpokladalo, je geologický a geotechnický dozor stavby povinný túto skutočnosť písomne oznámiť v správe zodpovednému projektantovi a investorovi (záznam v stavebnom denníku je nedostatočný). Správa bude obsahovať ako textovú, tak aj grafickú časť a bude predložená zhotoviteľovi, stavebnému dozoru a investorovi v termíne do 7 dní od zaznamenania týchto skutočností zápisom v stavebnom denníku.

XLI. kapitola

Budovanie systému geotechnického monitoringu

350. Zabezpečenie meradiel zhotoviteľom sa uskutočňuje na základe jednoznačného stanovenia technických podmienok, aké musia meracie prístroje spĺňať (presnosť odčítania, rozsahy odčítania, dlhodobosť spoľahlivosti prístrojov, odolnosť proti špecifickým vplyvom prostredia, ako je vlhkosť, teplota, prašnosť, agresívna voda a pod.), ktoré musia byť formulované v zadávacej dokumentácii.

351. Overenie správnej funkcie meradiel – kalibrácia. Správna činnosť meradla musí byť preukázaná bezprostredne po jeho osadení a potom v intervaloch podľa pokynov výrobcu meradla, a pokiaľ to technické podmienky dovoľujú, tak bez nevyhnutnosti meradlo demontovať a tým prerušovať meranie.

Celý merací systém sa musí podrobovať pravidelnej kalibrácii. Kalibrácia spočíva v tom, že sa prístroj zaťažuje známym zaťažením (teplota, sila, deformácie) a za kontrolovaných vonkajších podmienok sa merajú zodpovedajúce hodnoty na prístroji. Spravidla sa kalibrácia vykonáva už v okamžiku dokončenia výroby prístroja, potom pred zabudovaním do systému monitoringu a nakoniec počas monitoringu podľa plánu kalibrácie.

352. Osadenie meradiel. Rad meradiel, najmä tých, ktoré sa osadzujú do vrtov, potrebuje na ustálenie svojej činnosti určitý čas, napríklad meradlá pórového tlaku, tlakové podušky a podobne. Ide o niekoľko dní, v niektorých prípadoch aj viac. Počas doby nevyhnutnej na ustálenie hodnôt (pokiaľ sledovaný systém neovplyvňujú stavebné práce) sa musí merať niekoľkokrát, aby sa okamžik ustálenia činnosti meradla jednoznačne preukázal.

Osadenie meracieho prístroja a jeho prvé odčítanie musí prebehnúť ešte pred ovplyvnením horninového prostredia či sledovaného systému stavebnými prácami. Len tak možno dokumentovať celý priebeh správania masívu počas výstavby. Oneskorené začatie merania prináša rad neistôt o správaní sledovaného systému či horninového masívu v čase jeho najväčších zmien a znemožňuje spoľahlivú interpretáciu získaných výsledkov merania.

353. Uvedenie systému monitoringu do činnosti – nulté meranie. Prvé merania objektívne neovplyvnené začatím výstavby sú definované ako tzv. nulté merania. Nulté merania sa zaznamenávajú do protokolov či databázy s označením nulté meranie. Ak

nie je isté, že ide o nulté meranie a sledovaný systém už bol v momente prvých meraní ovplyvnených výstavbou, je nevyhnutné túto skutočnosť zdokumentovať a veľkosť tohto ovplyvnenia pre účely interpretácie výsledkov merania odhadnúť.

354. Správa o vybudovaní systému monitoringu. Po vybudovaní celého systému monitoringu v jednotlivých etapách (pred výstavbou, resp. po dobudovaní systému počas výstavby), osadení všetkých meracích bodov meracími prístrojmi a uskutočnení nultých meraní, zhotoviteľ geotechnického monitoring vypracuje správu o vybudovaní monitorovacieho systému.

Zmyslom správy o vybudovaní monitorovacieho systému je všetkým užívateľom monitoringu (účastníkom výstavby) poskytnúť úplnú informáciu o tom, kde, ako a aké merania sa vykonávajú a kde, ako a ktoré prístroje sú zabudované.

Zo správy musí vyplývať, aká je presnosť meradiel, s akou spoľahlivosťou možno merania vykonávať a aká je citlivosť meradiel na prípadné vonkajšie vplyvy ako je teplota, vlhkosť a podobne. Je prvotným podkladom pre vyhodnocovanie meraní a interpretáciu výsledkov. Zvláštnu dôležitosť má pri vysvetľovaní príčin namerania anomálnych hodnôt a neočakávaných hodnôt zistených pri meraní. V správe o vybudovaní systému monitoringu je nevyhnutné uviesť všetky okolnosti, ktoré pri osadzovaní jednotlivých meracích zaradení nastali, a ktoré môžu mať vplyv na kvalitu výsledkov dosahovaných meraním.

To je zvlášť dôležité pri prístrojoch, ktoré sú zabudované do stavebných konštrukcií alebo do horninového masívu, a ku ktorým po osadení nie je možný fyzický prístup.

355. O každom osadení meracieho prístroja sa vyhotovuje protokol o osadení meracieho bodu. Tieto protokoly sú prílohou správy o vyhodnotení systému monitoringu. V protokole o osadení bodu sa uvedú všetky údaje dôležité pre kvalitu merania a identifikáciu výsledku merania v danom meracom bode:

- a) geologický profil vrtu, do ktorého sa osádzajú meradlá,
- b) postup osadenia meradla,
- c) použité súčasti trvale osadených meradiel,
- d) zapaženie vrtu,
- e) postup pri realizácii zálievky, obsypu meracej výpažnice, rúry,
- f) hladina narazenej a ustálenej podzemnej vody,
- g) polohové a výškové zameranie meradla,
- h) označenie,
- i) nefunkčnosť meracieho bodu.

356. Pri bodoch osadených na stavebnú konštrukciu je nevyhnutné uviesť statickú schému stavebnej konštrukcie a v nej umiestnenie meracích bodov.

357. Súčasťou každej správy o vybudovaní systému monitoringu je situácia staveniska alebo situácia sledovanej oblasti s vyznačením skutočnej polohy všetkých

meracích miest a s rozlíšením jednotlivých druhov meraní. V situácii sa vyznačujú aj všetky stavebné objekty, pre ktoré sa meranie vykonáva. Situácia je doplnená dostatočným počtom geotechnických rezov. V nich sú tiež zakreslené miesta osadenia každého meradla, zhodnotené sú miestne geologické pomery a poloha dotknutých objektov.

358. Súčasťou správy o vybudovaní systému monitoringu sú aj informácie o nultých meraniach a kalibračné záznamy jednotlivých meradiel.

359. Vypracovanie správy o vybudovaní monitorovacieho systému je nevyhnutným podkladom pre fyzické prevzatie monitorovacieho systému v teréne alebo na stavbe a je súčasťou preberania prác.

XLII. kapitola

Zber, uskladňovanie a spracúvanie nameraných dát

360. Namerané dáta geotechnického monitoringu pochádzajú z rozličných miest stavby a sú získané rozličnými metódami. Získané dáta závisia od času, sú ovplyvnené lokalizáciou meraného miesta, použitej technológie a pod. Získané dáta by mali byť zhromažďované centrálne, aby sa mohli vyhodnocovať vo vzájomných súvislostiach. Dáta z monitorovacieho systému musia byť účastníkom výstavby k dispozícii pre rozhodovací proces bezprostredne po zmeraní. Dáta sa musia nielen spracovať a vyhodnotiť do požadovanej formy, ale musia sa aj včas odovzdať ostatným kompetentným subjektom (ostatní účastníci výstavby).

361. Zber, spracovanie a vyhodnocovanie dát sa vykonáva podľa realizačnej dokumentácie monitoringu. Zber dát sa môže realizovať ručne alebo samočinne diaľkovo. Rozhodnutie o spôsobe zberu dát sa musí urobiť už v štádiu spracovávania dokumentácie monitoringu, pretože je odvodené od množstva dát, požiadaviek na rýchlosť ich spracovania a od počtu ich užívateľov.

362. Ručný zber dát. Ručne získané dáta sa zaznamenávajú do vopred pripravených formulárov. Formuláre pre zber dát obsahujú predpis nielen pre vlastné merané dáta, ale aj pre všetky ostatné faktory, ktoré môžu výsledky meraní priestorovo i časovo ovplyvniť (napr. počasie, zrážky, teplota okolitého prostredia v okamihu merania, postup prác). Každý záznam musí obsahovať miestne aj časové údaje. Ide o názov lokality, označenie meraného miesta, poradie merania, druh meradla, vrátane údajov o kalibrácii, presný okamžik merania a meno autora merania s podpisom.

363. Samočinný zber dát možno robiť dvoma spôsobmi:

- a) snímač je vybavený zariadením, ktoré umožňuje tak samočinný odpočet dát v nastaviteľných časových úsekoch, ako aj ich uloženie do elektronickej pamäti priamo na mieste merania. V určitých časových úsekoch sa potom dáta prenesú na elektronický záznamník prenášaný technikom zabezpečujúcim meranie. Dáta sa zo záznamníka potom v kancelárii prenesú do počítača,
- b) snímače sú prepojené s meracou ústredňou (tzv. datalogger) a tá je spojená online (vysielačkou, v sieti GPRS a pod.) s ústredňou a počítačom,

umiestnenými vo vyhodnocovacej kancelárii. Počítač priebežne riadi odčítavanie, prenos dát, roztriedenie aj spracovanie nameraných dát.

364. Samočinné systémy nenahrádzajú komplexné posúdenie inžinierskeho problému odborne spôsobilým geotechnikom.

365. Primárne dáta sú dáta priamo získané meraním bez úprav pre vyhodnocovanie. Primárne dáta získané meraním sú v databáze uložené oddelene od analýz, ktoré sa na nich vykonávali. Musí sa zabezpečiť, aby sa primárne dáta nemohli upravovať, meniť alebo neodborným zásahom poškodiť/stratiť.

366. Správa z geotechnického monitoringu a geologického dozoru stavby. Správu z meraní spracováva kolektív zhotoviteľa GTM pod vedením koordinátora monitoringu. Správa sa spravidla vyhotovuje v mesačných intervaloch a výsledky meraní po ich zhodnotení sa odovzdávajú všetkým účastníkom výstavby v tlačenej aj digitálnej forme. Po ukončení výstavby sa pred odovzdaním stavby do užívania spracuje záverečná správa, v ktorej sa stručne zhodnotia výsledky meraní a odporučí sa ďalší postup GTM v etape prevádzky. Záverečná správa geotechnického monitoringu je predmetom odovzdávanej dokumentácie preberajúcemu správcovi objektu.

367. Správu z geologického a geotechnického dozoru stavby spracováva kolektív zhotoviteľa GTM pod vedením zodpovedného geológa a geotechnika stavby. Správa sa vyhotovuje spravidla v ročných intervaloch a dokumentácia sa odovzdáva všetkým účastníkom výstavby v tlačenej aj digitálnej forme. V prílohe správy sú uvedené všetky posúdenia a čiastkové správy, ktoré boli spracované v príslušnom období.

XLIII. kapitola

Archivácia získaných dát a zabezpečenie ich prístupu užívateľom

368. Podmienkou operatívnosti riadenia geotechnického monitoringu a hodnotenia získaných dát je ich prístupnosť všetkým kompetentným zástupcom účastníkov výstavby. V prípade „online“ prístupu sa odporúča využitie špecializovaných počítačových databáz s napojením na internetovú sieť, v ktorých sú spoločne uložené nielen všetky druhy meraní ale aj všetky informácie o skutočnostiach, ktoré môžu výsledky meraní ovplyvniť. Počítačová databáza musí umožniť export uložených dát do ďalších podprogramov umožňujúcich operatívne spracovanie dát pre účely ich hodnotenia a interpretácie (časové rady v rozličných mierkach a formách, porovnávanie priebehov rozličných meraní atď.). K týmto dátam musia mať priebežný prístup všetci poverení účastníci výstavby.

369. Spracovanie a prezentácia dát:

- a) **všeobecné zásady:** dáta získané zo systému monitoringu je treba ukladať a vyhodnocovať tak, aby boli na prvý pohľad zrejmé všetky zmeny od posledného merania a aby sa ihneď prejavili všetky nepravidelnosti v získaných výsledkoch. Výsledky meraní sa spracúvajú a predkladajú tak, aby bolo možné posudzovať trendy vo vývoji správania horninového

prostredia. To sa týka tak jeho celku, ako aj jeho dôležitých súčastí. Výsledné trendy v správaní systému horninový masív – stavebná konštrukcia sa potom porovnávajú s prijatou hypotézou pretvárania.

Dáta, ktoré sa raz uložili do dátového súboru, sa spracúvajú rozličnými spôsobmi. Ich voľba závisí od riešeného problému. Pri grafickom zobrazovaní výsledkov merania, najmä ich časových priebehov, sa podľa potreby volia rozličné mierky. To je zvlášť dôležité pri hľadaní trendov pre rozličné, najmä však dlhšie časové obdobia. Odporúča sa, aby internetové rozhranie pre prezeranie výsledkov meraní umožňovalo voliť mierky zobrazení. Získané dáta sa tiež usporadúvajú do rozličných druhov tabuliek, prehľadov, grafov a pod. Veľké množstvo dát, ktoré vyhovujú svojou homogenitou požiadavkám štatistického počtu, možno podrobovať metódam štatistických rozborov. Pri hodnotení dát spracovávaných počítačom sa nesmie potlačiť úloha inžinierskeho úsudku. Základné programové vybavenie pre hodnotenie dát z monitoringu sa musí odladiť ešte pred začatím meraní,

- b) grafické znázorňovanie dát:** najbežnejším spôsobom grafického znázornenia sú priebehy meraných hodnôt v závislosti od času a/alebo v závislosti od postupu stavebných prác. Využívajú sa na extrapoláciu ďalšieho priebehu zmien meraných veličín v budúcom období.

Jednoduchý časový priebeh absolútnych hodnôt meraných veličín sa v prípade potreby dopĺňa aj o časový priebeh rýchlostí a časový priebeh zrýchlenia zmien meraných veličín. Zmyslom je nájsť dôležité zmeny v správaní horninového prostredia, posudzovať, či vývoj smeruje k upokojeniu alebo naopak, či pokračuje v progresívnom porušovaní. Pre rozbor časových priebehov je užitočné voliť rozličné mierky. Vhodná miera uľahčí okrem iného rozlíšiť skutočné zmeny v správaní horninového masívu ako celku od časovo obmedzených zmien spôsobených prevažne miestnym rozdelením napätosti, spojených s progresívnym porušovaním.

Ďalším druhom rozboru výsledkov merania je vzájomné porovnávanie vývoja sledovaných veličín s vývojom všetkých možných činiteľov, ktoré môžu sledované hodnoty ovplyvňovať. Také porovnanie odhalí vzťah medzi príčinami a následkami a poskytne podklady k odôvodnenému stanoveniu podkladov pre voľbu varovných stavov.

Najsúhrnnejším spôsobom grafického spracovania dát je plošné alebo dokonca priestorové spracovanie do formy izočiari rovnakých hodnôt sledovaných veličín, kde je rozdelenie povrchu terénu do oblastí, ktoré vykazujú rovnaké hodnoty sledovaných veličín (napríklad izočiary rovnakých poklesov povrchu terénu).

370. Súčinnosť účastníkov výstavby pri vykonávaní monitoringu. Geotechnický monitoring je činnosť úzko spätá s činnosťou stavby a jeho výstupy ju významne ovplyvňujú. Účastníci výstavby musia preto pri vykonávaní monitoringu a pri rozhodovaní procese, ktorý naň nadväzuje, úzko spolupracovať. Hlavní účastníci výstavby, ktorých spolupráca a súčinnosť musí byť pri vykonávaní monitoringu, sú:

- a) zhotoviteľ geotechnického monitoringu,
- b) zhotoviteľ stavby,
- c) zhotoviteľ realizačnej dokumentácie stavby,
- d) obstarávateľ stavby – investor,
- e) stavebný dozor,
- f) budúci správca objektu.

371. Zhotoviteľ realizačnej dokumentácie stavby navrhuje kritériá varovných stavov a spolupodieľa sa na návrhu opatrení súvisiacich so vznikom varovného stavu.

372. Spracovanie dokumentácie súvisiacej s projektovou prípravou, realizáciou geodetických meraní a analýza výsledkov geodetických meraní sa uskutoční v súčinnosti s realizátorom geodetických meraní na stavbe.

373. Súčinnosť zhotoviteľa stavby a investora so zhotoviteľom monitoringu. V realizačnej dokumentácii monitoringu musia byť podrobne uvedené požiadavky na súčinnosť zhotoviteľa stavby so zhotoviteľom geotechnického monitoringu a požiadavky na podporu zo strany investora. Realizačná dokumentácia stavby aj realizačná dokumentácia monitoringu musia byť vo všetkých aspektoch, týkajúcich sa vykonávania monitoringu, navzájom späté.

374. Požiadavky zhotoviteľa monitoringu na zhotoviteľa stavby možno rozdeliť do 4 skupín:

- a) poskytnutie technického zázemia na stavbe,
- b) zahrnutie prác geotechnického monitoringu počas výstavby do harmonogramu postupu stavebných prác (prerušenie prác pri meraní),
- c) súčinnosť pri budovaní systému monitoringu (osadzovanie meracích bodov, vrtné práce a pod.),
- d) poskytovanie údajov o postupe výstavby, zmenách technológií a pod..

XLIV. kapitola

Hodnotenie monitoringu

375. Cieľom hodnotenia výsledkov monitoringu je:

- a) overenie a spresnenie geotechnického i geomechanického modelu geologického prostredia, v ktorom sa stavba realizuje,
- b) optimálna korekcia technológie výstavby, vrátane formulácie prognózy predpokladaných skutočných geologických a geotechnických podmienok horninového prostredia,
- c) kontrola účinnosti prijatých opatrení,
- d) optimalizácia požiadaviek na ekonomiku a bezpečnosť výstavby,
- e) kontrola vplyvu výstavby na práva tretích strán,

f) preukázanie kvality vyhotovovaného diela a jej bezpečnosť za prevádzky.

376. Hodnotenie monitoringu sa musí vykonávať komplexne, za účasti všetkých kompetentných účastníkov výstavby a nepretržite spolu s postupom výstavby.

XLV. kapitola

Kancelária monitoringu

377. Realizáciu monitoringu v priebehu výstavby riadi tzv. kancelária monitoringu. Pod pojmom kancelária monitoringu sa rozumejú všetky personálne i technické prostriedky zhotoviteľa monitoringu, nevyhnutné na riadenie monitorovacích prác a vyhodnocovanie ich výsledkov.

378. Kancelária monitoringu organizuje zároveň zber dát, ich archiváciu v databázach, spracováva ich, hodnotí a využíva na prezentáciu výsledkov monitoringu, ako aj distribúciu údajov ich užívateľom - účastníkom výstavby.

379. Kancelária monitoringu je súčasťou systému správy resp. vedenia stavby a systému riadenia rizík. Riadenie kancelárie monitoringu a jej činnosť je podriadená obstarávateľovi stavby. Štruktúra kancelárie monitoringu, jej organizačné usporiadanie, personálne zloženie, zodpovednosti jednotlivých pracovníkov kancelárie, technické i softvérové vybavenie a jej činnosť musia byť podrobne uvedené v realizačnej dokumentácii monitoringu.

380. Medzi základné úlohy kancelárie monitoringu patrí:

- a) koordinácia jednotlivých spracovateľov a prípadných subdodávateľov monitoringu tak, aby sa merania vykonávali v súlade so schváleným plánom meraní podľa realizačnej dokumentácie monitoringu a v súlade s potrebami výstavby, ako aj platnou legislatívou a technickými predpismi,
- b) archivovanie primárnych dát a výstupov z databázy a vedenie tejto databázy,
- c) pravidelná príprava podkladov pre týždenné (alebo v prípade potreby častejšie) hodnotenie výsledkov meraní monitoringu,
- d) priebežné vyhodnocovanie výsledkov meraní vzhľadom na ich vzťah ku kritériám varovných stavov,
- e) zabezpečovanie toku informácií o výsledkoch meraní, prípadne o dosiahnutí varovného stavu všetkým zodpovedným osobám účastníkov výstavby.

381. Kancelária monitoringu bez zbytočného odkladu upozorňuje všetkých účastníkov výstavby na zmeny geologických pomerov (odlišné podmienky staveniska). Pri tunelovej výstavbe upozorňuje na vhodnosť zmeny zatriedenia do príslušnej vystrojovacej triedy razenia, prípadne iniciuje zmenu nasadených vystrojovacích prvkov.

382. Ak sa pri meraní zaznamenajú hodnoty približujúce sa kritériám varovných stavov alebo tieto kritériá prekračujú, kancelária monitoringu posudzuje vzniknutú

situáciu a v súčinnosti s hlavným geotechnikom navrhuje vyhlásenie príslušného varovného stavu.

383. Pri definovaní odlišnej podmienky staveniska kancelária monitoringu posudzuje, či vznikli dôvody na kompenzáciu oprávnených nákladov zhotoviteľa a stanovuje podklady na určenie rozsahu týchto kompenzácií.

384. Hlavná pozícia kancelárie monitoringu. Stanovenie štruktúry a kompetencií kľúčových pracovníkov GTM sú nevyhnutné pre jasnú definíciu vzťahov medzi zhotoviteľom monitoringu a ostatnými účastníkmi výstavby. Preto kompetencie jednotlivých pozícií monitoringu musia byť uvedené v realizačnej dokumentácii monitoringu a späté so štruktúrou riadenia celej výstavby.

385. Hlavné pozície v štruktúre zhotoviteľa monitoringu sú:

- a) koordinátor monitoringu (projektant GTM, zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy),
- b) zodpovedný geotechnik,
- c) zodpovedný geológ,
- d) zodpovedný geodet,
- e) ostatní špecialisti.

386. Ostatní špecialisti sa dopĺňajú podľa konkrétneho obsahu monitoringu (hydrogeológ, statik, správca databázového systému, zodpovední pracovníci za jednotlivé druhy meraní a pod.).

387. Koordinátor GTM (alebo vedúci kancelárie GTM) je zodpovedným predstaviteľom zhotoviteľa monitoringu, ktorý riadi komplexnú činnosť monitoringu.

388. Zodpovedný geotechnik odborne hodnotí výsledky meraní s kritériami varovných stavov, podáva návrhy na vyhlásenie varovných stavov, úpravy početnosti meraní, vypracúva komplexné geotechnické hodnotenie spolupôsobenia stavby s horninovým masívom a návrhy na ďalší postup monitorovania.

389. Zodpovedný geológ zodpovedá za inžinierskogeologické, hydrogeologické a geotechnické sledovanie priebehu výstavby, za spracovanie súvisiacich výstupov v podobe vstupov do databázy monitoringu. Vykonáva komplexné inžinierskogeologické, geotechnické a hydrogeologické sledovanie horninového masívu a jeho porovnanie s predpokladmi prieskumu a so skutočnosťami uvedenými v zadávacích podmienkach, vykonáva inžinierskogeologické prognózy pre ďalšie úseky výstavby.

390. Zodpovedný geodet zodpovedá za správnosť vykonania a hodnotenia všetkých geodetických meraní a za spracovanie výsledkov všetkých meraní.

XLVI. kapitola

Varovné stavy

391. Všeobecne sa varovný stav v správaní sledovaného systému definuje ako taká kvalitatívna zmena v jeho správaní, ktorá znamená zásadnú zmenu v úrovni podstupovaného rizika. Pri výstavbe pozemných komunikácií sa sledovaným systémom rozumie interakcia horninový masív – stavebná konštrukcia. Dosiahnutie určitého varovného stavu je podnetom na prijatie určitých technicko-organizačných opatrení. Tieto opatrenia sú nástrojom na udržanie správania sledovaného systému v prijateľných medziach a na odvrátenie následkov vzniku nežiaducich javov počas výstavby. Tieto opatrenia spočívajú v:

- a) úprave vykonávania vlastného monitoringu (organizačne – zvýšenie/zníženie frekvencie merania, technicky – rozšírenie monitoringu o meračské body atď.),
- b) úprave realizačnej dokumentácie stavebného objektu,
- c) úprave technológie výstavby (sanačné opatrenia, bezpečnosť, riadenie rizík).

392. V súvislosti s varovnými stavmi sú definované nasledujúce pojmy:

- a) stupeň varovného stavu,
- b) kritérium varovného stavu.

393. Stupeň varovného stavu je určitý stav v správaní horninového masívu a/alebo stavebnej konštrukcie, ktorý má vzťah k stanovenému cieľu monitoringu a je spojený s určitým opatrením. Čím vyšší je stupeň varovného stavu, tým väčšie je podstupované riziko, t. j. horninový masív či sledovaná stavebná konštrukcia má bližšie k strate stability.

394. Kritériá varovného stavu sú exaktne alebo empiricky vopred stanovené hodnoty sledovaných veličín, súvisiacich s príslušným stupňom varovného stavu a mierou podstupovaného rizika (napr. dosiahnutá veľkosť pretvorenia, rýchlosť pretvorenia a pod.). Vopred stanovenými hodnotami sledovaných veličín sa rozumejú hodnoty stanovené pred začatím výstavby projektantom realizačnej dokumentácie v súčinnosti s hlavným geotechnikom zhotoviteľa monitoringu (ak je známy).

395. Konkrétne hodnoty kritérií varovných stavov sa stanovujú s ohľadom na napäťovo deformačnú odozvu horninového masívu a ovplyvnených stavebných konštrukcií vyvolanú výstavbou. Toto posudzovanie sa vždy vykonáva vo vzťahu k existujúcemu geotechnickému riziku.

396. V priebehu výstavby sa môžu hodnoty kritérií varovných stavov upresňovať na základe skutočného správania horninového masívu a stavebných konštrukcií. Toto upresňovanie je v kompetencii projektanta stavby.

397. Stupne varovných stavov. Pre dokumentáciu stavby sa stanoví stupne varovných stavov podľa ich naliehavosti. Pod pojmom naliehavosť sa rozumie miera podstupovaného geotechnického rizika. Posledný stupeň varovného stavu znamená postupovať podľa havarijného plánu pod vedením vedúceho likvidácie havárie v súlade s platnou legislatívou.

398. V priebehu výstavby sa definície jednotlivých stupňov varovných stavov upresňujú na základe nových poznatkov priebežne získavaných monitoringom. Spolu so spresňovaním stupňov varovných stavov sa upresňujú aj kritériá na ich prijatie. Vychádza sa pritom z napäťovo deformačnej odozvy horninového masívu a ovplyvnených stavebných konštrukcií na výstavbu a z hodnotenia vývoja rizík a spolupôsobenia horninového masívu a stavebnej konštrukcie. Podobne sa odporúča vhodne upravovať aj príslušné technicko-bezpečnostné opatrenia. Na začiatku výstavby sa kritériá definujúce jednotlivé stupne varovných stavov volia opatrne a s dostatočnou bezpečnosťou. S rastom poznatkov o vzájomnom vplyve stavby na horninový masív je následne možné upresňovať a stanovovať výstižnejšie definície.

399. Odporúča sa stanoviť 5 úrovní stupňov varovných stavov:

- a) stav vysokej miery bezpečnosti,
- b) stav prípustných zmien,
- c) stav medznej prijateľnosti,
- d) kritický stav,
- e) havarijný stav.

400. Kritériá pre varovné stavy sa počas výstavby upresňujú na základe získavaných poznatkov o správaní horninového masívu a sledovanej stavebnej konštrukcie v daných geologických podmienkach. V nadväznosti na komplexné hodnotenie výsledkov meraní monitoringu a na aktuálne varovné stavy sa následne prijímajú opatrenia týkajúce sa:

- a) merania a vyhodnocovania monitoringu (početnosť meraní, úpravy v typoch a rozsahu meraní, rýchlosť a spôsob vyhodnocovania výsledkov),
- b) pohotovostného režimu (smeru a rýchlosti informácií a rozhodovacieho procesu v rámci riadenia výstavby a rizík),
- c) úprav technológie výstavby,
- d) bezpečnosti práce a jej organizácie.

401. Konkrétne kritériá varovných stavov sa odvíjajú od určitej hodnoty sledovanej veličiny. Tá je spravidla stanovená statickým výpočtom vykonaným v rámci realizačnej dokumentácii objektu (medzná hodnota „A“). Hodnota „A“ je hodnota zodpovedajúca očakávanému správaniu sledovaného systému (napr. očakávané sadanie a náklon určitého objektu). Ak hodnotu „A“ nemožno jednoznačne určiť výpočtom, (alebo neskôr v priebehu výstavby a v priebehu meraní spätnými výpočtami), stanovuje sa odborným odhadom.

402. Stav vysokej miery bezpečnosti. Merané hodnoty sú ustálené a sú podstatne nižšie ako 60 % hodnoty sledovanej veličiny „A“ predpokladanej výpočtom pre danú fázu výstavby. Podstupované riziká sú zanedbateľné.

403. Základná charakteristika prijímaných opatrení je:

- a) postup merania a sledovania prebieha podľa realizačnej dokumentácie monitoringu, prípadne sa obmedzuje počet niektorých druhov meraní,

- b) pri výstavbe sa môžu prijať opatrenia smerujúce k úspore nákladov, napríklad zrýchlenie výstavby, obmedzenie rozsahu sanačných opatrení a pod. Zároveň treba zabezpečiť overenie dôsledkov prijatia týchto opatrení na správanie stavebnej konštrukcie a horninový masív. Pri vysokej miere bezpečnosti je cieľom monitoringu zníženie nákladov, zvýšenie rýchlosti výstavby, optimalizácia úsporných opatrení pri výstavbe pri zachovaní technicko-kvalitatívnych podmienok.

404. Stav prípustných zmien. Hodnoty meraných veličín sa rýchle ustália a neprekročia hodnotu „A“ sledovanej veličiny predpokladanej pre danú fázu výstavby. Predpokladom dokumentácie zodpovedajú aj geologické pomery. Podstupované riziká sú ešte bezpečne prijateľné. Kritériom pre vyhlásenie tohto stavu je dosiahnutie približne 60 % hodnoty „A“.

405. Základná charakteristika prijímaných opatrení:

- a) postup merania a sledovania prebieha podľa realizačnej dokumentácie monitoringu,
- b) výstavba postupuje podľa schválenej realizačnej dokumentácie.

406. Stav medznej prijateľnosti je stav mierne za hranicou hodnôt sledovaných veličín očakávaných projektom či výpočtom. Nie je však ohrozená stabilita sledovaného systému, či dosiahnutý jeho prvý medzný stav. Pod pojmom prvý medzný stav sa rozumie medzný stav únosnosti podľa STN EN 1997-1 7 (ďalej len Eurokód 7). Sledované veličiny, hoci nie sú úplne ustálené, zreteľne smerujú k ustálenému stavu bez prekročenia cca 125 % hodnoty sledovanej veličiny predpokladanej pre danú fázu výstavby výpočtom. Podstupované riziká sú už na hranici prijateľnosti.

407. Základná charakteristika prijímaných opatrení:

- a) pri vykonávaní monitoringu: zvýšenie početnosti meraní, prípadne vykonať ďalšie analytické vyhodnotenie vybraných už nameraných dát, spätné výpočty a pod.,
- b) zvyšujú sa nároky na rýchlosť spracovania a odovzdávania spracovaných dát, podľa okolností sa môže zaviesť pohotovostný režim, podľa uváženia sa do systému merania a sledovania zapájajú nové druhy meraní, ktoré pre danú situáciu predpokladá realizačná dokumentácia monitoringu,
- c) pri výstavbe: vychádza sa z realizačnej dokumentácie stavebného objektu. Je nevyhnutné v menšom rozsahu počítať aj s prácami navyše. Prijímajú sa opatrenia, aby sa správanie sledovaného systému vrátilo do stavu prípustných zmien. Cieľom monitoringu je vykonávať opatrenia na zabránenie dosiahnutia kritického stavu.

408. Kritický varovný stav zodpovedá neprijateľnej úrovni rizík. Vývoj a správanie systému horninový masív – stavebná konštrukcia by bez prijatia mimoriadnych opatrení v technológii výstavby, prípadne bez úpravy realizačnej dokumentácie predstavoval vysoké nebezpečenstvo vzniku nežiaducich javov a v krajnom prípade mimoriadnych udalostí (v zmysle bezpečnostných predpisov). Pre kritický stav je charakteristické, že hodnoty sledovaných veličín prekračujú 125 % hodnoty „A“

sledovanej veličiny pre danú fázu výstavby. Sledované hodnoty však nemajú sklon k ustáleniu a ich rast pokračuje stále rovnakou, aj keď malou rýchlosťou.

409. Základná charakteristika prijímaných opatrení:

- a) pri vykonávaní monitoringu - zvýšenie početnosti meraní, prípadne zaradenie nových druhov meraní, ktoré si vyžaduje situácia, podľa okolností možno zaviesť aj merania, ktoré sa v realizačnej dokumentácii monitoringu pôvodne nepredpokladali, početnosť meraní sa upravuje podľa potreby, spravidla je frekvencia minimálne denná,
- b) pri vykonávaní stavebných prác - zmeny v technológii výstavby, úpravy realizačnej dokumentácie, v rámci technológie výstavby sa môže pristúpiť aj k opatreniam, o ktorých sa v spracovanej realizačnej dokumentácii pre daný objekt neuvažovalo alebo k opatreniam, ktoré majú charakter prác navyše.

410. Havarijný stav je stav, pri ktorom sledované veličiny začali progresívne rásť. Výrazným spôsobom prekonal 125 % hodnoty "A" sledovanej veličiny v danej fáze výstavby a hodnoty druhého medzného stavu podľa Eurokódu 7 pre predmetnú stavebnú konštrukciu. Systému horninové prostredie – stavebná konštrukcia hrozí strata celkovej stability. Podstupované riziká dosiahli úplne neprípustnú úroveň. Stavbe hrozí mimoriadna situácia a postupuje sa preto podľa schváleného havarijného plánu zhotoviteľa v súlade s platnými bezpečnostnými predpismi. Všetky kompetencie týkajúce sa opatrení na stavbe ako aj pri meraniach monitoringu pri havarijnom stave preberá zhotoviteľ stavby v súlade s bezpečnostnými predpismi.

411. Cieľom opatrení je predovšetkým ochrana životov a zdravia zamestnancov, ďalej minimalizácia škôd na hmotnom majetku a vytvorenie predpokladov na následné úspešné zvládnutie následkov mimoriadnej udalosti.

412. Posudzovanie, či sa dosiahol, alebo nedosiahol varovný stav, treba vykonávať komplexne a s ohľadom najmä na:

- a) absolútne hodnoty sledovanej veličiny,
- b) rýchlosť rastu/ustaľovanie hodnôt sledovanej veličiny,
- c) zrýchlenie/spomalenie s akým sa menia hodnoty sledovanej veličiny,
- d) mieru zhody teoretickej a skutočnej hodnoty sledovanej veličiny.

413. Prihliadať treba aj na hodnotenie celkových trendov vo vývoji sledovaných veličín a na komplexné posúdenie správania všetkých sledovaných bodov a veličín, nielen jedného jediného. Vždy treba znovu posúdiť platnosť prijatej hypotézy pretvárania sledovaného systému aj technicko-ekonomickej analýzy následkov vyhlásenia varovného stavu a existujúcich rizík. V odôvodnenom prípade sa kritériá varovných stavov prehodnocujú, čo prináleží do kompetencií projektanta stavby, pričom podklad tvorí:

- a) analýza výsledkov monitoringu a návrhy opatrení pri vykonávaní monitoringu (zabezpečuje ich zhotoviteľ monitoringu),

- b) analýza priebehu výstavby z hľadiska technológie a realizačnej dokumentácie, ako aj návrhy opatrení pri vlastnej výstavbe (zabezpečuje ich zhotoviteľ stavby).

414. Podmienkou správneho hodnotenia kritérií varovných stavov je, že sa musia hodnotiť celkové trendy v správaní horninového masívu a sledovanej stavebnej konštrukcie.

415. Hodnotenie výsledkov monitoringu sa všeobecne vykonáva podľa zásad uvedených v Eurokóde 7.

416. Výsledky získané z monitoringu sa musia vždy vyhodnocovať a vysvetľovať. Vyhodnotenie sa musí urobiť kvantitatívnym spôsobom. Hodnotenie monitoringu musí byť založené „na meraní posunov, napätí a rozboru, ktorý zohľadňuje sled stavebných operácií“, teda predovšetkým postup výstavby a všetkých faktorov, ktoré ich sprevádzajú.

417. Spôsob spracovania, archivácie a hodnotenia dát z meraní musí spĺňať požiadavku, že získané dáta sú určené na využitie pri rozhodovacom procese výstavby, t. j., že sa musia spracovať a vyhodnotiť bez zbytočného odkladu a priebežne, a preto musia byť kedykoľvek prístupné všetkým kompetentným účastníkom výstavby v centrálnej databáze monitorovacieho systému. Preto sa odporúča, aby databáza a výsledky monitoringu boli prístupné „online“. Hodnotenie výsledkov monitoringu musí obsahovať:

- a) určenie neistôt pri meraní (t. j. meračské chyby),
- b) analýzu a vylučovanie systematických chýb vzniknutých pri meraniach,
- c) priestorový a časový priebeh meraných hodnôt,
- d) vzájomné porovnanie priestorových a časových priebehov rozličných sledovaných veličín (sumačné čiary deformácií, čiary rýchlostí deformácií v čase, prípadne aj čiary zrýchlenia deformácií v čase, vektor priestorovej zmeny polohy meračského bodu v čase, rezy priebehu deformácií v čase v rozličných meračských bodoch),
- e) interpretáciu výsledkov meraní, pričom pod pojmom interpretácia sa rozumie zhodnotenie výsledkov meraní vo vzťahu ku kritériám varovných stavov, porovnanie výsledkov meraní s predpokladmi uvedenými v realizačnej dokumentácii,
- f) formuláciu inžinierskych odporúčaní (na realizáciu monitoringu a na realizáciu výstavby).

418. Hodnotenie výsledkov monitoringu je v kompetencii zhotoviteľa GTM.

ÔSMA ČASŤ PRECHODNÉ USTANOVENIA

419. Neobsadené.

420. Neobsadené.

421. Neobsadené.

DEVIATA ČASŤ ZÁVEREČNÉ USTANOVENIA

422. Neobsadené.

423. Neobsadené.

424. Neobsadené.

PREBERANÉ PRÁVNE AKTY

Zákon č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) v znení neskorších predpisov
Zákon NR SR č. 138/1992 Zb. o autorizovaných architektoch a autorizovaných stavebných inžinieroch v znení neskorších predpisov
Zákon NR SR č. 51/1988 Zb. o banskej činnosti, výbušnínach a o štátnej banskej správe v znení neskorších predpisov
Zákon NR SR č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
Zákon č. 513/2009 Z. z. o dráhach a o zmene a doplnení niektorých zákonov
Vyhláška MDPaT SR č. 350/2010 Z. z. o stavebnom a technickom poriadku dráh
Vyhláška MŽP SR č. 51/2008 Z. z. ktorou sa vykonáva geologický zákon v znení neskorších predpisov
Smernica MŽP SR číslo 1/1999 - 3.2 na zostavovanie a vydávanie geochemických typov hornín v mierke 1:50 000
Smernica MŽP SR č. 2/2000 o zásadách spracovania a odovzdávania úloh a projektov v Geografickom informačnom systéme
Smernica MŽP SR č. 3/99-3 na zostavovanie a vydávanie inžinierskogeologických máp v mierke 1:50 000

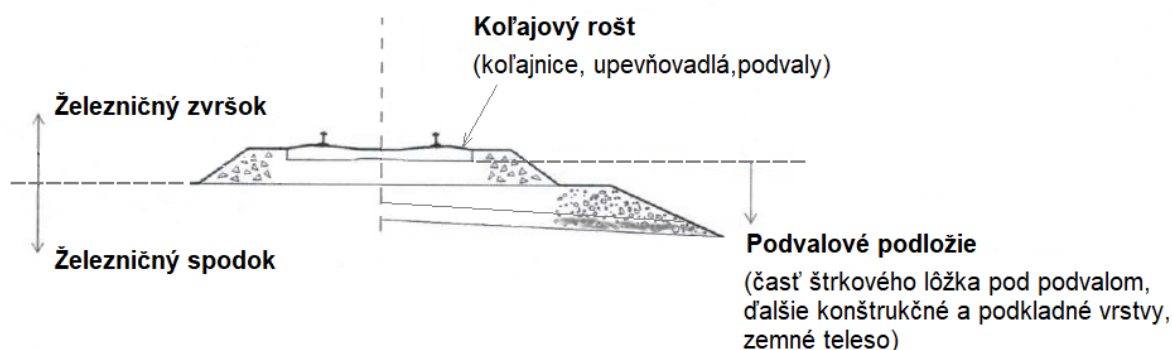
PREDPISY, NORMY A INÉ DOKUMENTY, NA KTORÉ SA ODKAZUJE

STN 73 1001	Geotechnické konštrukcie. Zakladanie stavieb
STN 73 3050/Zmena 2	Zemné práce. Všeobecné ustanovenia
STN 72 1001/Oprava 1	Klasifikácia zemín a skalných hornín
STN EN ISO 14688-2	Geotechnický prieskum a skúšky. Pomenovanie a klasifikácia zemín. Časť 2: Princípy klasifikácie (ISO 14688-2: 2017)
STN EN ISO 14689	Geotechnický prieskum a skúšky. Pomenovanie a klasifikácia skalných hornín (ISO 14689: 2017)
STN EN 206+A2	Betón. Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda
STN EN 206+A2/NA	Betón. Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda. Národná príloha
STN EN 12501-1	Ochrana kovových materiálov pred koróziou. Pravdepodobnosť korózie v pôde. Časť 1: Všeobecne
STN 03 8372	Zásady ochrany proti korózii nelineových zariadení uložených v zemi alebo vo vode
STN 73 6133/Zmena 1	Stavba ciest. Teleso pozemných komunikácií
STN 73 3050/Zmena 2	Zemné práce. Všeobecné ustanovenia
STN EN 1997- 1/Zmena A1	Eurokód 7. Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 1: Všeobecné pravidlá
STN EN 1997- 2/Oprava AC	Eurokód 7. Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 2: Prieskum a skúšanie horninového prostredia
STN EN ISO 22475-1	Geotechnický prieskum a skúšky. Metódy odberu a merania podzemnej vody. Časť 1: Technické zásady vykonávania odberu vzoriek zemín, skalných hornín a podzemnej vody (ISO 22475-1: 2021)
STN EN ISO 22476-1	Geotechnický prieskum a skúšky. Terénne skúšky. Časť 1: Elektrické statické penetračné skúšky a elektrické statické penetračné skúšky s meraním pórového tlaku (ISO 22476-1: 2022)
STN EN ISO 22476-2	Geotechnický prieskum a skúšanie. Terénne skúšky. Časť 2: Dynamické penetračné skúšky (ISO 22476-2: 2005)
STN EN ISO 22476-3	Geotechnický prieskum a skúšanie. Terénne skúšky. Časť 3: Štandardné penetračné skúšky (ISO 22476-3: 2005)
STN EN ISO 22476-4	Geotechnický prieskum a skúšky. Terénne skúšky. Časť 4: Ménardova presiometrická skúška (ISO 22476-4: 2021)
STN EN ISO 22476-5	Geotechnický prieskum a skúšky. Terénne skúšky. Časť 5: Flexibilná dilatometrická skúška (ISO 22476-5: 2023)

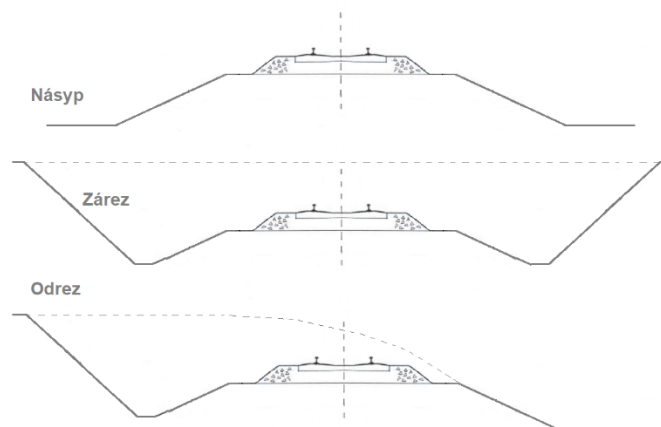
STN EN ISO 22476-12	Geotechnický prieskum a skúšanie. Terénne skúšky. Časť 12: Mechanická statická penetračná skúška (CPTM) (ISO 22476-12: 2009)
DIN 18134:2012-04	Soil - Testing procedures and testing equipment - Plate load test
STN 73 6192	Rázová zaťažovacia skúška vozoviek a podložia
TNŽ 73 6312	Navrhovanie konštrukčných vrstiev podvalového podložia
STN 72 1015	Laboratórne stanovenie zhutniteľnosti zemín
STN 72 1018	Laboratórne stanovenie relatívnej uľahlosti nesúdržných zemín
35893/2021/O430	Metodického usmernenia riaditeľa odboru železničných tratí a stavieb GR ŽSR ku kontrole stavieb a technických zariadení železničných tratí a stavieb 35893/2021/O430 v aktuálnom znení
ŽSR Op 14	Ochrana kovových a železobetónových konštrukcií uložených v zemi pred koróziou
ŽSR Z 2	Bezpečnosť zamestnancov v podmienkach ŽSR
predpis SR 103-8	Všeobecné požiadavky na projektovanie, výstavbu, opravu, údržbu a preberanie stavebných, opravných a udržiavacích prác na konštrukcii pevnej jazdnej dráhy

Vybrané odborné pojmy

1. **Železničné teleso** – železničný zvršok a železničný spodok. Z hľadiska prenosu zaťaženia od dráhových vozidiel na železničné teleso má konštrukcia koľaje s koľajovým lôžkom dve základné časti: koľajový rošt a podvalové podložie (obrázok č. 1).
2. **Železničný zvršok** – tvorí jazdnú dráhu, ktorá nesie a vedie koľajové vozidlá a je uložená na železničnom spodku. Tvorí ho koľajový rošt, koľajové lôžko, výhybky, koľajové križovatky a zvláštne konštrukcie.
3. **Železničný spodok** – časť železničnej infraštruktúry:
 - a) tvorená sústavou konštrukcií, ktorá slúži pre uloženie konštrukcie železničného zvršku, ostatných častí a zariadení železničnej trate, priamo slúžiacich pre pohyb dráhových vozidiel. Sem patrí teleso železničného spodku a samostatné stavby železničného spodku (mosty a tunely),
 - b) tvorená súborom stavieb resp. objektov mimo železničnej trate, ktoré slúžia pre činnosti súvisiace so železničnou dopravou (tzv. zariadenia železničného spodku, napr. nástupištia, plochy a komunikácie a pod.).
4. **Koľajový rošt** – koľajnice, podvaly a upevňovadlá.
5. **Podvalové podložie** – je súvrstvie pod úrovňou spodnej plochy podvalov koľajového roštu. Pozostáva minimálne z dvoch vrstiev, a to:
 - a) koľajového lôžka od spodnej plochy podvalov po pláň telesa železničného spodku,
 - b) materiálu zemného telesa - v prípade potreby doplnenom aj konštrukčnými vrstvami telesa železničného spodku. V minulosti bola deformačná odolnosť (železničným zvrškom a železničnou dopravou) zaťažených nosných vrstiev požadovaná, meraná a vykazovaná na úrovni povrchu podvalového podložia.

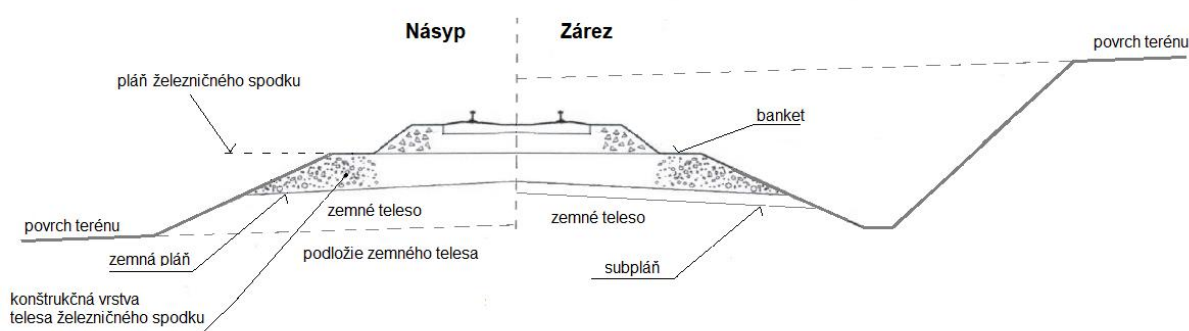


Obr. č. 1 Hlavné časti železničného telesa



Obr. č. 2 Rozdelenie telesa železničného spodku podľa tvaru

6. Teleso železničného spodku – časť konštrukcie železničného spodku priamo slúžiaca pre umiestnenie železničného zvršku, tvorená predovšetkým zemným telesom (násyp, resp. zárez), konštrukčnými vrstvami (telesa) železničného spodku a doplnkovými stavbami železničného spodku (oporné a zárubné múry, obkladné múry, záchytné konštrukcie, systém odvodnenia, resp. odvodňovacie zariadenia), (obrázok č. 3).



Obr. č. 3 Hlavné časti železničného spodku

7. Zemné teleso – časť železničného spodku, vybudovaná zo zemín alebo skalných hornín do tvaru závislého od polohy nivelety voči terénu a od vlastností materiálov, ktoré ju tvoria. Z tohto hľadiska môže mať zemné teleso tvar násypu alebo zárezu, prípadne odrezu. Ak je zemné teleso samostatne dostatočne vhodné pre uloženie železničného zvršku, je totožné s telesom železničného spodku.

8. Konštrukčné vrstvy železničného spodku – sú vrstvy materiálu medzi pláňou železničného spodku a zemnou pláňou, ktoré zlepšujú vodný a teplotný režim železničného spodku a zvyšujú jeho deformačnú odolnosť. Prenášajú účinky prevádzkového zaťaženia a tiaže železničného zvršku na zemnú pláň a chránia zemné teleso pred poveternostnými účinkami. Zriaďujú sa v tom prípade, ak materiál z ktorého je budované zemné teleso, (t. j. materiál umelého násypu v prípade zemného telesa v násype, alebo materiál prirodzeného podložia resp. rastlého terénu v prípade zemného telesa v záreze), nie je dostatočne kvalitný z hľadiska zabezpečenia potrebného

vodného a teplotného režimu, ako aj potrebnej deformačnej odolnosti pre priame uloženie železničného zvršku na zemnú pláň.

9. Podkladné vrstvy – vrstvy materiálov medzi subpláňou a zemnou pláňou, ktoré nahrádzajú nevyhovujúcu hornú časť zemného telesa a zaisťujú požadovanú minimálnu únosnosť v úrovni zemnej pláne.

10. Pláň železničného spodku – vrchná ohraničujúca plocha telesa železničného spodku, ktorá tvorí rozhranie medzi železničným spodkom a železničným zvrškom. Musí mať predpísaný tvar a rozmery a na úrovni pláne železničného spodku musí teleso železničného spodku vykazovať požadovanú deformačnú odolnosť (únosnosť). Ak materiál zemného telesa vykazuje dostatočné kvalitatívne parametre a nie je potrebné zriaďovať konštrukčné vrstvy (telesa) železničného spodku, je pláň (telesa) železničného spodku totožná so zemnou pláňou. V súčasnosti sa deformačná odolnosť (únosnosť) konštrukcie železničného spodku meria a preukazuje predovšetkým na pláni (telesa) železničného spodku.

11. Zemná pláň – ak je horná plocha zemnej konštrukcie (v prípade násypu), resp. povrch „dna“ zárezu, ak v oboch prípadoch materiál podúrovňou zemnej pláne nevykazuje dostatočné kvalitatívne parametre (z hľadiska priepustnosti, alebo mrazuvzdornosti, alebo deformačnej odolnosti) a z tohto dôvodu je potrebné hornú časť konštrukcie zemného telesa skvalitniť zriadením konštrukčných vrstiev (telesa) železničného spodku. Ak je horná plocha telesa železničného spodku resp. zemného telesa ak materiál zemného telesa vykazuje dostatočné kvalitatívne parametre a nie je potrebné zriaďovať konštrukčné vrstvy (telesa) železničného spodku. V tomto prípade je zemná pláň totožná s pláňou telesa železničného spodku.

12. Subpláň – plocha v úrovni zemného telesa, na ktorej sa zriaďuje najnižšie položená podkladná vrstva.

13. Vyrovnávacia vrstva – tenká vrstva materiálov na vyrovnanie nerovností zemnej pláne v skalnom záreze.

14. Ochranná vrstva zemnej pláne – konštrukčná vrstva, ktorá chráni zemnú pláň pred nepriaznivými účinkami mrazu. Musí byť tvorená z nenamrzavých, hrubozrnných a priepustných materiálov, príp. tepelnoizolačných vrstiev.

15. Ochranná vrstva zemného telesa – vrstva na svahu násypu s jadrom zo súdržnej zeminy, ktorej hlavnou funkciou je ochrana proti účinkom mrazu.

16. Konsolidačná vrstva – vrstva z priepustného a nenamrzavého materiálu, prípadne s geosyntetickými materiálmi, zriaďovaná pod násypom na málo únosnom podloží.

17. Vystužená zemná konštrukcia – konštrukcia zahrňujúca vrstvy výstužných materiálov, ktoré sú väčšinou kladené vodorovne medzi nasledujúce hutnené vrstvy zeminy.

18. Únosnosť telesa železničného spodku (pre účely tohoto predpisu) – schopnosť telesa železničného spodku preberať zaťaženie zo železničného zvršku bez porušenia a trvalých deformácií.

19. Stabilita zemného telesa – schopnosť zemného telesa zachovať stály tvar pri dlhodobom pôsobení zaťaženia železničnou prevádzkou, atmosférickými a inými účinkami na zemné teleso.

20. Únosnosť zeminy – schopnosť zeminy prenášať zaťaženia; vyjadruje sa ako maximálne zaťaženie prenesené zeminou.

21. Železničná infraštruktúra - zahŕňa všetky stavby, budovy, pozemky a zariadenia na podporu železničných tratí. Železničná infraštruktúra sa neobmedzuje len na trate, ale zahŕňa všetky stavby, budovy, pozemky a zariadenia na podporu železničných tratí.

22. Železničná trať - súbor stavebnotechnických zariadení, ktoré slúžia pre pohyb železničných koľajových vozidiel (teleso a stavby železničného spodku, železničný zvršok, trakčné vedenie, oznamovacie a zabezpečovacie zariadenia).

23. Vodný režim zemnej pláne - prítomnosť a nepriaznivé pôsobenie povrchovej a podzemnej vody v zemnej pláni ovplyvnené zrnitosťou zeminy, hĺbkou hladiny podzemnej vody, kapilárnymi silami v zemine a klimatickými podmienkami územia.

24. Deformačná odolnosť zemnej pláne - únosnosť zemnej pláne - schopnosť zemnej pláne prenášať zaťaženia zo železničného zvršku bez vzniku straty jej únosnosti (prekročenia 1. medzného stavu) a neprípustných pretvorení. Vyjadruje sa hodnotou modulu pretvorenia, príp. inou vhodnou charakteristikou (CBR, maximálne prípustné zaťaženie q_{max} , a i.).

25. Geosyntetika - súborné označenie polymérových výrobkov použitých v kontakte s horninou a/alebo iným materiálom v konštrukciách inžinierskeho staviteľstva.

26. Stabilizácia zeminy - úprava zeminy, ktorej výsledkom je jej spevnenie, zvýšenie deformačnej odolnosti (únosnosti) a zlepšenie jej spracovateľnosti použitím vhodného spojiva (vápno, cement, chemické prípravky a pod.).

27. Mechanicky spevnená zemina - pôvodná zemina upravená zhutnením alebo získaná zmiešaním a zhutnením aspoň dvoch zrnitosťou rozdielnych zemín bez použitia spojiva.

28. Namrzavosť - vlastnosť zeminy sústreďovať vodu, ktorá sa pri záporných teplotách mení na ľad vo forme šošoviek, vrstvičiek a nepriaznivo ovplyvňuje deformačnú odolnosť (únosnosť) a pretvorenie zeminy.

29. Priepustnosť - vlastnosť pórovitého prostredia prepúšťať tekutiny účinkom hydraulického gradientu (hydraulického sklonu).

30. LIDAR - je technológia, v ktorej sa využíva laserové svetlo na získavanie presných vzdialenostných a priestorových informácií o okolitom prostredí. Tieto informácie sa potom používajú na vytvorenie trojrozmerného mapovania terénu alebo objektov.

Klasifikácia zemín a hornín podľa vrátateľnosti a ťažiteľnosti

Klasifikácia hornín podľa vrátateľnosti pre vrty pre pilóty a pre ryhy pre podzemné steny

(Katalóg popisov a smerných cien stavebných prác 800 – 2. Zvlášťne zakladanie objektov. ÚRS Praha 1999)

Podľa činiteľov, ktoré ovplyvňujú rýchlosť prenikania vrtného nástroja horninou, zatriedujú sa jednotlivé horniny u vrty pre pilóty do šiestich tried. V každej triede je uvedených niekoľko typických hornín. Hornina, ktorá tu nie je uvedená, patrí do tej triedy, v ktorej je zatriedená príbuzná hornina svojou vrátateľnosťou jej najbližšia. Všetky horniny patriace do uvedenej triedy, pokiaľ nejde o sypké sedimenty, sa považujú za nezvetrané.

Zvetrané horniny sa zatriedujú takto:

- a) horniny slabo zvetrané zostávajú v rovnakej triede,
- b) horniny stredne a silno zvetrané sa zatriedujú o jednu triedu nižšie,
- c) horniny zvetrané do sypkého stavu sa zatriedujú ako zeminy podľa svojej zrnitosti,
- d) horniny slabo prekremenelé zostávajú v rovnakej triede,
- e) horniny stredne a silno prekremenelé sa zatriedujú o jednu triedu vyššie,
- f) horniny, ktorých prevažná časť úlomkov alebo valúnov je väčšia ako profil vrtu, sa zatriedujú do triedy tej horniny, ktorá tvorí prevažnú časť úlomkov alebo valúnov.

I. trieda - typické horniny:

- a) ornica, spraš a všetky druhy kyprých pôd, rašelina,
- b) hlinitopiesčitá zemina,
- c) piesok voľný okrem tekutého piesku,
- d) piesok ílovitý, uľahlý,
- e) nestmelený a neuľahlý štrk do priemeru zrna 20 mm,
- f) štrkopiesok a valúny do priemeru do 50 mm,
- g) hlina a íl h. svahová hlina s úlomkami pevných hornín,
- h) slieň pevnej konzistencie, silt.

II. trieda - typické horniny:

- a) tečúci piesok,
- b) neuľahlý štrk o veľkosti valúnov do $\frac{1}{2}$ priemeru vrtu,

- c) štrkopiesok uľahlý,
- d) pieskovec s ílovitým tmelom alebo íl s vápnitým tmelom,
- e) íl alebo slieň s množstvom konkrécii,
- f) ílovec alebo slieňovec,
- g) uhlie hnedé, mäkké.

III. trieda - typické horniny:

- a) tečúce piesky vztlakové,
- b) štrk nestmelený o veľkosti valúnov cez ½ priemeru vrtu,
- c) štrk uľahlý o veľkosti valúnov do ½ priemeru vrtu,
- d) pieskovec pevný až tvrdý,
- e) arkóza, droba a zlepenec,
- f) prachovec,
- g) bridlica, čierna bridlica,
- h) bridlica chloriticko – sericitická,
- i) vápenec kryštalicový,
- j) tuf a tufit,
- k) uhlie čierne.

IV. trieda - typické horniny:

- a) stmelený štrk o veľkosti valúnov cez ½ priemeru vrtu,
- b) pieskovec s kremitým tmelom,
- c) fylit,
- d) pararula.

V. trieda - typické horniny:

- a) droba kremitá,
- b) žula, ortorula,
- c) syenit, granodiorit, a znelec.

VI. trieda - typické horniny:

- a) zlepenec s kremitým tmelom, kremenec,
- b) rula kvarcitická,
- c) andezit, amfibolit,
- d) gabro a čadič,
- e) kremeň žilný, rohovec, buližník.

Klasifikácia hornín podľa ťažiteľnosti v zmysle STN 73 3050

Pri určení vhodného spôsobu realizácie zemných prác, správneho nasadenia mechanizmov a plánovania časového harmonogramu výstavby, ako i pri zostavovaní rozpočtu a ekonomickom zhodnotení stavebného diela je potrebné poznať veľkosť odporu, aký jednotlivé horniny kladú pri ťažbe.

Podľa STN 73 3050 „Zemné práce“ sa horniny na základe charakteristických vlastností a rozpojitelnosti zatriedujú do siedmych tried ťažiteľnosti:

1. trieda:

- a) súdržné, mäkkej konzistencie,
Ic je rovné 0,05 až 0,75,
Ip je menšie ako 17,
typické horniny: ornica, silt, piesok siltovitý,
- b) nesúdržné kypré, príp. so štrkovými zrnami do 50 mm,
ID je menšie ako 0,33,
typické horniny: piesok, piesok so štrkom, piesčitý štrk a drobný štrk so zrnami do 20 mm bez obmedzenia a so štrkovými zrnami od 20 mm do 50 mm v množstve menšom ako 10 % objemu z celkového objemu rozpojovanej horniny 1. triedy,
- c) stavebný odpad a navážka obdobného charakteru ako horniny zaradené do 1. triedy.

2. trieda:

- a) súdržné, tuhej konzistencie,
Ic je rovné 0,75 až 1,00,
Ip je menšie ako 17.
typické horniny: ornica, hlina, prachovitá hlina, piesčitá hlina, hlinitý piesok, rašelina, zrašelinená zemina,
- b) nesúdržné, stredne uľahlé,
ID je rovné 0,33 až 0,67, príp. so štrkovými zrnami do 100 mm,
typické horniny: piesčitý štrk a stredný štrk so zrnami do 50 mm bez obmedzenia a so štrkovými zrnami od 50 mm do 100 mm v množstve menšom ako 10 % z celkového objemu rozpojovanej horniny 2. triedy.
- c) stavebný odpad a navážka obdobného charakteru ako horniny zaradené do 2. triedy.

3. trieda:

- a) súdržné, pevnej a tvrdej konzistencie, Ic väčšie ako 1,00, Ip menšie ako 17 a mäkkej a tuhej konzistencie, Ic je rovné 0,05 až 1,30, Ip väčšie alebo rovné 17,
typické horniny: hlina, prachová hlina (spraš), ílovitá hlina piesčitá, piesčitý íl,

- b)** nesúdržné, uľahnuté, ID väčšie ako 0,67, príp. s kameňmi najväčšieho rozmeru do 250 mm,
typické horniny: hrubý piesčitý štrk a hrubý štrk so zrnami do 100 mm bez obmedzenia a s kameňmi s najväčším rozmerom od 100 mm do 250 mm v množstve menšom ako 10 % objemu z celkového objemu rozpojovanej horniny 3. triedy,
- c)** nesúdržné, zaradené do 2. a 3. triedy so súdržným tmelom hornín podľa odst. a) tejto triedy, skalné a poloskalné rozložené, technicky hodnotené ako ílovitopiesčité a skeletové zeminy príp. zvetraliny,
typické horniny: eluvia, tektonicky porušené zóny, hydrotermálne rozložené horniny,
- d)** stavebný odpad a navážka obdobného charakteru ako horniny zaradené do 3. triedy.

4. trieda:

- a)** súdržné, pevne a tvrdej konzistencie, I_c väčšie ako 1,30, I_p väčšie alebo rovné 17,
typické horniny: íl, piesčitý íl, ílová hlina, piesčitá hlina, prachovitá hlina,
- b)** nesúdržné, príp. s balvanmi do objemu 0,1 m³ jednotlivo,
typické horniny: hrubý štrk so zrnami do 100 mm bez obmedzenia, s kameňmi s najväčším rozmerom od 100 do 250 mm v množstve od 10 % do 50 % objemu z celkového objemu rozpojovanej horniny 4. triedy a s balvanmi nad rozmer 250 mm do objemu 0,1 m³ jednotlivo v množstve menšom ako 10 % objemu z celkového objemu rozpojovanej horniny 4. triedy,
- c)** nesúdržné, zaradené do 2. a 3. triedy, so súdržným tmelom pevnej a tvrdej konzistencie,
 I_c väčšie ako 1,30,
 I_p väčšie alebo rovné 17,
typické horniny: drobný a stredný štrk ílovitým alebo hlinitým tmelom,
- d)** poloskalné stredne spevnené, navetralé, poloskalné spevnené, zvetralé.
typické horniny: navetralé ílovce, slieňovce, vulkanické tufy, tufity, zvetralé pieskovce a bridlice, zvetralé mäkké vápence, zvetralá opuka,
- e)** skalné rozrušené, zvetralé a značne rozpukané. Hornina porušená pozdĺž puklín a pri ich rozpojení sa uvoľnenie šíri do okolia záberu. Jednotlivé kusy zrnitosti zodpovedajú nesúdržným horninám 4. triedy,
typické horniny: rozrušená žula, rozrušená rula, rozrušený andezit, rozrušený vápenec, rozrušený kremenec,
- f)** kašovitej a tekutej konzistencie, I_c menšie ako 0,05,
typické horniny: bahnité náplavy, tekutý piesok, silno rozbahnená rašelina,
- g)** stavebný odpad a navážka obdobného charakteru ako horniny zaradené do 4. triedy.

5. trieda:

- a) nesúdržné s balvanmi do objemu $0,1 \text{ m}^3$,
typické horniny: hrubý štrk s kameňmi do 250 mm bez obmedzenia a s balvanmi od 250 mm do objemu $0,1 \text{ m}^3$ jednotlivo v množstve od 10 % do 50 % objemu z celkového objemu rozpojovanej horniny 5. triedy,
- b) nesúdržné, zaradené do 4. triedy so súdržným tmelom pevnej a tvrdej konzistencie,
lc väčšie ako 1,00,
lp väčšie alebo rovné 17,
typické horniny: stredný a hrubý štrk s ílovitým alebo hlinitým tmelom,
- c) poloskalné spevnené, zdravé, vo vrstvách hrúbky do 150 mm,
typické horniny: zlepenec s ílovitým tmelom, ílovec, ílovité bridlice, travertín, pieskovce s ílovitým alebo slieňovitým tmelom, fylit, chloritické bridlice, opuka,
- d) skalné vyvreté, premenené a usadené, porušené, navetralé, rozpukané s plochami deliteľnosti (vrstevnatosť, pukliny) vzdialenými menej ako 150 mm,
typické horniny: navetralá žula, navetralá rula, navetralý andezit, navetralý vápenec, navetralý pieskovec,
- e) navážka obdobného charakteru ako horniny zaradené do 5. triedy,
- f) zmrznuté zeminy.

6. trieda:

- a) nesúdržné s balvanmi nad objem $0,1 \text{ m}^3$,
typické horniny: balvany do objemu $0,1 \text{ m}^3$ bez obmedzenia s balvanmi objemu $0,1 \text{ m}^3$ v množstve do 50 % objemu z celkového objemu rozpojovanej horniny 6. triedy,
- b) skalné vyvreté a premenené, zdravé, s plochami deliteľnosti vzdialenými do 1,0 m v lavicovitej, kvadrovitej odlučnosti. Vzdialenosť ostatných puklín je menšia ako 250 mm,
typické horniny: žula, rula, andezit, čadič, kremité bridlice, svoreň, svoreňová rula, pórovitý čadič, fylitická bridlica,
- c) skalné usadené, zdravé, s hrúbkou vrstvy do 1,0 mm (hrubo lavicovité), so vzdialenosťou ostatných puklín do 250 mm,
typické horniny: hrubé úlomkovité až balvanité zlepenice a aglomeráty s vápenitým a slieňovitým tmelom, vápenice, droby pieskovca s vápenitým alebo kremičitým tmelom, dolomit.

7. trieda:

- a) horniny skalné zdravé, masívne alebo s odlučnosťou polyedrickou, guľovitou, stĺpcovou a pod. s jednotlivými zaklivenými hranami, s plochami deliteľnosti zovrenými vo vzdialenosti väčšej ako 250 mm,
typické horniny: kremence, kremenité žuly, diority, diabasy, čadiče so silno stĺpcovou odlučnosťou, spility, buližníky, rohovce, gabra, andezity, amfibolity, granulity, granodiority, zlepenice s kremitým tmelom, rohovcové vápenice, žilové kremene, znelce.

ZISŤOVANIE DEFORMAČNEJ ODOLNOSTI

A. ZÁKLADNÉ USTANOVENIA

1. Pre zisťovanie deformačnej odolnosti jednotlivých vrstiev konštrukcie železničného spodku sa ako základné kritérium používa statický modul pretvorenia. Ako doplnkové orientačné kritérium deformačnej odolnosti je možné použiť dynamický modul pretvorenia zisťovaný dynamickou rázovou skúškou.
2. Statický modul pretvorenia sa zisťuje statickou zaťažovacou skúškou.
3. Projektant je povinný v dokumentácii jednoznačne deklarovať, akej metodike merania zodpovedajú definované moduly pretvorenia v projekte.
4. Použitie metodík zisťovania statického modulu pretvorenia je v tabuľke č. 1.

Tab. č. 6 Použitie metodiky zisťovania statického modulu pretvorenia

Konštrukčná vrstva	Metodika		
	ŽSR	DIN 18 134	STN 73 6133
- koľajové lôžko ¹⁾	X	X	-
- pláň železničného spodku			
- zemná pláň			
- vrstvy zemného telesa	-	-	X
- pevná jazdná dráha (PJD)	-	X	-

Pozn.¹⁾ Miesto merania je 50 mm pod úložnou plochou podvalu

B. ZISŤOVANIE DEFORMAČNEJ ODOLNOSTI NA KOĽAJOVOM LÔŽKU, PLÁNI ŽELEZNIČNÉHO SPODKU A ZEMNEJ PLÁNI

5. Na sieti ŽSR je možné použiť dve metodiky merania a hodnotenia statického modulu pretvorenia, a to:
 - a) metodika „ŽSR TS 4“ v zmysle tohto predpisu,
 - b) metodika „DIN 18 134“ v zmysle normy DIN 18134:2012-04.

Tab. č. 7 Porovnanie metódík zisťovania statického modulu pretvorenia

Metodika	ŽSR ²⁾	DIN 18 134 ³⁾
Doska – polomer/priemer	150/300 mm	150/300 (300/600) mm
Max. tlak	0,1/0,2/0,4 MPa	0,25/0,5 MPa
Zaťažovacie stupne	0,025/0,05/0,1 MPa	1. cyklus – 6 zaťažovacích stupňov (0,08 MPa) po dobu 60 s, odľahčenie 50 %, 25%, 0% 2. cyklus – 6 zaťažovacích stupňov
Počet meradiel veľkosti zatlačenia	1 (3)	1
Určenie dostatočného zatlačenia pre dané zaťaženie	rýchlosť zatlačovania max. 0,02 mm/min	definované len časom 60 s
Vzorec pre výpočet modulu pretvorenia	$E_0 = \frac{1,5 \cdot p \cdot r}{y}$	$E_v = \frac{1,5 \cdot r}{a_1 + a_2 \sigma_{0max}}$

Pozn.²⁾ Pôvodná metodika používaná na sieti ŽSR (modifikovaná metodika STN 73 6133).

Pozn.³⁾ Najpoužívanější metodika na sieti európskych železníc. Hodnoty statického modulu pretvorenia v PD vypracovanej mimo SR sú spravidla definované podľa tejto metodiky.

Metodika ŽSR

6. Pre výkon zaťažovacej skúšky je potrebné:

- zaťažovacia opora – protiváha,
- prístroj na vykonanie zaťažovacej skúšky doskou,
- zariadenie na meranie sily a meranie sadania zaťažovacej platne zvisle k zaťažovanému povrchu,
- pomôcky a pomocné nástroje.

7. Zaťažovacia opora. Pre vykonanie zaťažovacej skúšky platňou je potrebná zaťažovacia opora – protiváha. Ako zaťažovacia opora je vhodný napr. naložený nákladný automobil, valec, koľajové vozidlo alebo dostatočne pevná opora.

8. Prístroj na vykonanie zaťažovacej skúšky doskou je tvorený tuhou zaťažovacou doskou kruhového tvaru priemeru 300 mm a zaťažovacím zariadením. Zaťažovacie zariadenie sa skladá z hydraulického čerpadla (pumpy), ktoré je cez hydraulickú hadicu spojené s hydraulickým valcom. Toto musí umožňovať plynulé zaťažovanie a odľahčovanie zaťažovacej dosky. Hydraulický valec musí byť schopný vyvinúť silu minimálne o 20 % väčšiu než je najväčšie požadované zaťaženie dosky. Hydraulické čerpadlo musí umožniť stupňovité zvyšovanie resp. znižovanie sily a jej udržanie bez kolísania hodnoty po dobu niekoľkých minút.

Aby bol prenos sily bezchybný, má byť hydraulický valec na oboch stranách uložený kĺbovo. Musí byť zabezpečený proti prevráteniu. Jeho výška vysunutia má byť najmenej 150 mm.

Stavebná výška prístroja pre zariadenia na meranie stlačenia zaťažovacou skúškou platňou by v stave pripravenom pre prevádzku nemala byť vyššia ako 600 mm. Pre vyrovnanie rozdielných vzdialeností k zaťažovacej opore musia byť k dispozícii predlžovacie prvky, ktoré umožnia predĺženie hydraulického valca minimálne do 1000 mm. Je potrebné zabezpečiť vzpernú tuhosť predĺženého zaťažovacieho zariadenia.

9. Meracie zariadenie sa člení na:

- a) zariadenie na meranie sily musí zobrazovať okamžité zaťaženie s chybovou hranicou maximálne 1 % z maximálneho zaťaženia skúšky,
- b) zariadenie na meranie sadania je možné použiť s meraním v troch bodoch, alebo v jednom bode (vahadlový systém). Rozlíšenie meradla sadania musí byť minimálne 0,01 mm.

10. Pomôcky a pomocné nástroje pre prípravu a úpravu skúšobného povrchu, nástavce rôznych dĺžok, jemnozrnný piesok, ochrana proti slnku a pod.

11. Pri skúške je potrebné dodržať tieto podmienky:

- a) zaťažovacia skúška platňou sa smie vykonávať na hrubozrnej zemine, na zemine so zmiešanou zrnitosťou ako aj na tuhej až pevnej jemnozrnej zemine,
- b) zrná hrubšie ako 1/4 priemeru zaťažovacej platne sa nesmú nachádzať bezprostredne pod zaťažovacou platňou,
- c) pri rýchlo schnúcich pieskoch s rovnomerným zrnením, inkrustovaných alebo na povrchu rozmáčaných pôdach ako aj na pôdach, ktoré majú iným spôsobom porušenú povrchovú zónu, sa táto porušená zóna pred vykonaním zaťažovacej skúšky platňou musí odstrániť. Hustota skúšanej zeminy musí zostať natoľko, nakoľko je to možné, nezmenená,
- d) pri jemnozrnných pôdach (jemnozrnný piesok, slieňový íl, íly) je možné vykonať a vyhodnotiť zaťažovaciu skúšku platňou bezchybne len vtedy, ak majú tuhú alebo pevnú konzistenciu. V prípade pochybností je treba preskúšať konzistenciu pôdy v rôznych hĺbkach až do hĺbky rovnvej hodnoty d (d je priemer zaťažovacej platne) pod povrchom meracieho miesta.

12. Postup zaťažovacej skúšky je nasledovný:

- a) zaťažovacia doska sa osadí na rovný nenarušený povrch, očistený od uvoľnených častíc zeminy a dvoma otáčkami dosky okolo svojej osi sa malé nerovnosti odstránia. Na zabezpečenie maximálneho kontaktu dosky s povrchom sa doska podsype jemným rovnozrnným pieskom. V prípade, že je zaťažovaná vrstva zmrznutá, nesmie sa skúška vykonať,
- b) zaťažovacia doska sa osadí v medzipodvalovom priestore čo najbližšie ku koľajnici, avšak maximálne 1,0 m od osi koľaje,
- c) vykoná sa montáž zariadenia na meranie sadania (jednobodové alebo trojbodové),

- d)** dosadnutie častí meracieho zariadenia sa zabezpečí krátkodobým zaťažením (do 10 s), ktoré však nesmie prekročiť hodnotu 20 % maximálneho zaťaženia dosky. Po odľahčení a ustálení sa vykoná základné odčítanie,
 - e)** skúška prebieha v 2 cykloch so 4 zaťažovacími a odľahčovacími stupňami. Na každom zaťažovacom aj odľahčovacom stupni je potrebné počkať do ustálenia ich deformácie. Zatláčenie sa pokladá za ustálené, ak zmena deformácie za 1 minútu je menšia, alebo rovná 0,02 mm,
 - f)** hodnoty maximálneho kontaktného napätia:
 - fa)** koľajové lôžko 0,4 MPa, odstupňované po 0,1 MPa,
 - fb)** plášť železničného spodku a zemnú plášť 0,2 MPa, odstupňované po 0,05 MPa,
 - fc)** menej únosné zeminy 0,1 MPa, odstupňované po 0,025 MPa,
 - g)** namerané zatláčenie zaťažovacej dosky sa v prípade trojbodového merania určí ako priemer všetkých troch hodnôt, v prípade jednobodového merania ako jedna hodnota,
 - h)** so zaťažovaním sa pokračuje až do maximálneho zaťaženia, po jeho dosiahnutí sa doska stupňovito odľahčuje až na nulu a cyklus sa opakuje druhýkrát.
- 13.** Záznam zaťažovacej skúšky má tieto zásady:
- a)** pokiaľ meracie zariadenie nevykonáva záznam meraných hodnôt elektronicky, merané hodnoty sa odčítavajú a ručne zaznamenávajú priebežne,
 - b)** ďalšie podstatné údaje, ktoré je nutné zaznamenať:
 - ba)** miesto skúšky (TÚ, DU, km poloha),
 - bb)** číslo koľaje,
 - bc)** dátum a čas výkonu skúšky,
 - bd)** popis zaťažovanej vrstvy,
 - be)** poloha dosky vzhľadom k osi koľaje v smere staničenia (vpravo, vľavo) a jej vzdialenosť od osi,
 - bf)** hĺbka uloženia dosky pod úložnou plochou podvalu,
 - bg)** meteorologické podmienky pri meraní,
 - bh)** identifikačné údaje organizácie a technika vykonávajúceho meranie,
 - bi)** iné údaje podstatné pre vyhodnotenie merania.
- 14.** Vyhodnotenie zaťažovacej skúšky má tieto zásady:
- a)** pri zvolenom rozpätí zmeny kontaktného napätia sa modul pretvorenia vyhodnocuje podľa vzťahu: $E_0 = \frac{1,5 \cdot p \cdot r}{y}$,
- kde: E_0 – statický modul pretvorenia [MPa],
p – merný tlak pod zaťažovacou doskou [MPa],
r – polomer zaťažovacej dosky [m],

y – celkové priemerné zatlačenie dosky zo zaťažovacieho cyklu [m].

- b) z prvého zaťažovacieho cyklu sa určí modul pretvorenia $E_{\text{def},1}$ a z druhého zaťažovacieho cyklu $E_{\text{def},2}$.

15. Ako ukazovateľ kvality zhutnenia môže slúžiť **miera zhutnenia** skúšanej vrstvy, ktorá sa hodnotí z pomeru modulov pretvorenia z druhého a prvého zaťažovacieho cyklu $E_{\text{def},2} / E_{\text{def},1}$ podľa normy STN 73 6133, alebo podľa projektovej dokumentácie.

Metodika DIN 18 134

16. Metodika je popísaná v norme DIN 18134:2012-04.

Dynamický modul pretvorenia

17. Dynamický modul pretvorenia sa zisťuje dynamickou zaťažovacou skúškou podľa normy STN 73 6192.

18. Pri hodnotení výsledku dynamickej zaťažovacej skúšky sa má okrem hodnoty dynamického modulu pretvorenia E_{dyn} , zohľadniť aj priemerné sadnutie z dosky, vzhľadom na limitné hodnoty v projektovej dokumentácii.

C. ZISŤOVANIE DEFORMAČNEJ ODOLNOSTI NA VRSTVÁCH ZEMNÉHO TELESA

19. Deformačná odolnosť vrstiev zemného telesa sa zisťuje statickou zaťažovacou skúškou podľa metodiky normy STN 73 6133.

D. ZISŤOVANIE DEFORMAČNEJ ODOLNOSTI NA PJD

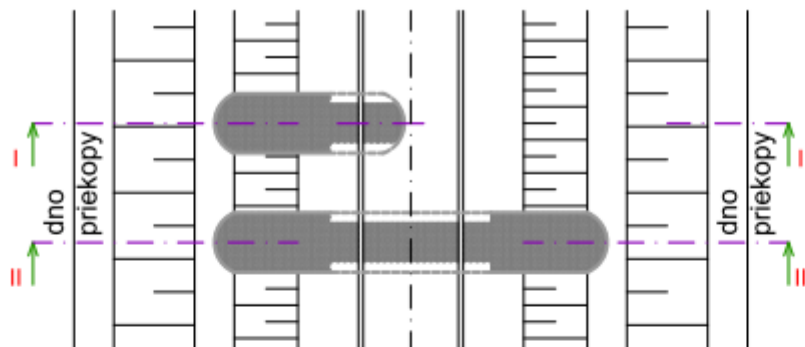
20. Deformačná odolnosť na železničnom telese PJD sa zisťuje statickou zaťažovacou skúškou podľa metodiky normy DIN 18134:2012-04.

21. Meranie sa vykonáva podľa predpisu SR 103-8 (S) na tzv. protimrazovej vrstve (FSS) a na zemnej pláni.

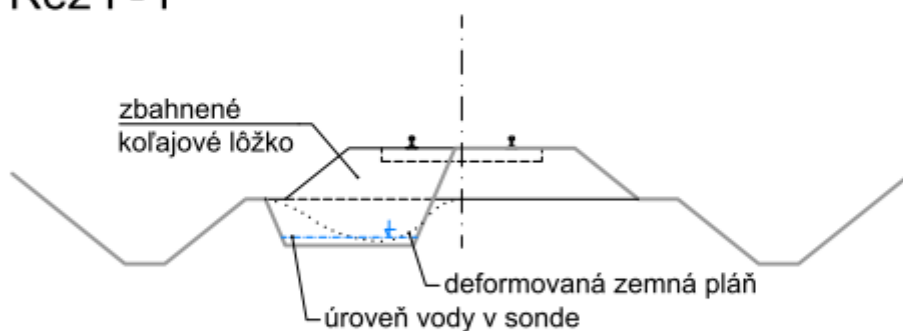
Realizácia kopaných sond

1. Kopané sondy sú pre potreby IGP realizované pre:
 - a) overenie deformácie zemnej pláne (obrázok č. 1),
 - b) pre realizáciu statickej zaťažovacej skúšky (obrázok č. 2).

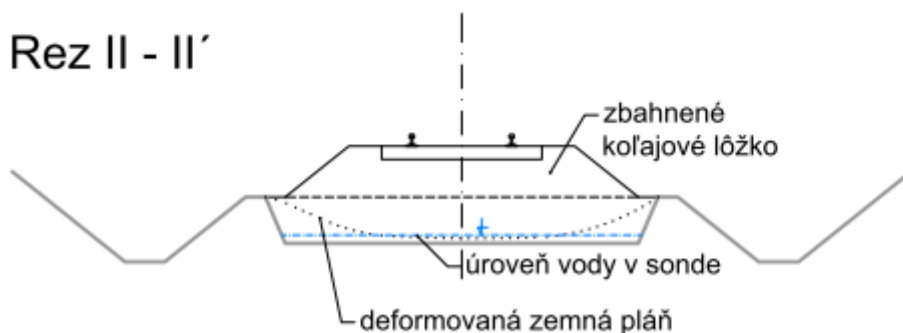
Pôdorys



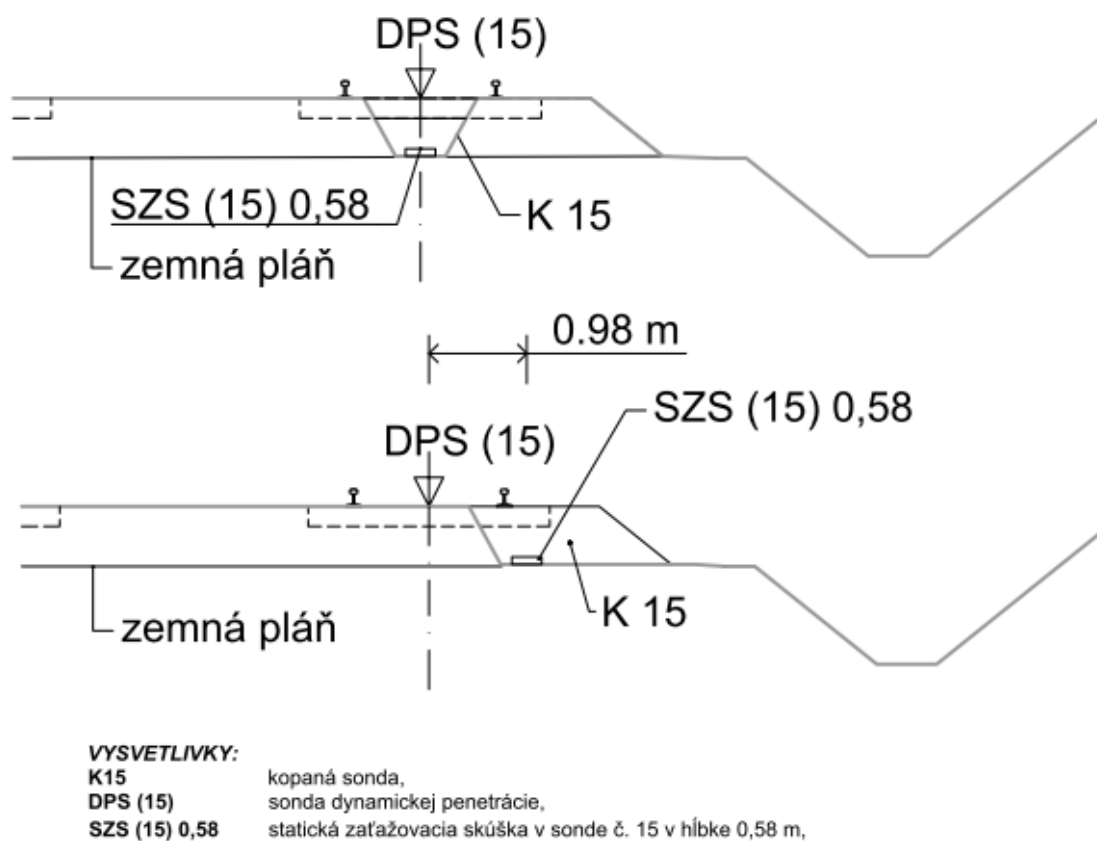
Rez I - I'



Rez II - II'



Obr. č. 1 Kopaná sonda na overenie deformácie zemnej pláne



Obr. č. 2 Kopaná sonda pre realizáciu statickej zaťažovacej skúšky v osi železničnej trate a pod koľajovým pásom