

# **Diaľničný privádzač Lietavská Lúčka - Žilina**

## *Projekt geotechnického monitoringu*

Bratislava, máj 2014

---



OBSAH :

<b>1. Základné údaje charakterizujúce stavbu .....</b>	<b>5</b>
1.1 Stručný popis trasy .....	5
1.2 Členenie stavby .....	5
1.3 Účel geotechnického monitoringu .....	7
<b>2. Geotechnický monitoring .....</b>	<b>8</b>
2.1 Charakteristika územia stavby .....	8
2.1.1 Geomorfologické údaje .....	8
2.1.2 Klimatické údaje .....	8
2.1.3 Geologická stavba územia .....	9
2.1.4 Inžinierskogeologické pomery územia .....	12
2.2 Členenie a rozsah geotechnického monitoringu .....	15
2.2.1 Identifikácia geotechnických rizík .....	15
2.2.2 Koncepcia a metódy geotechnického monitoringu .....	15
2.3 Návrh geotechnického monitoringu .....	20
2.3.1 102-00 Diaľničný privádzač Lietavská Lúčka - Žilina .....	21
2.3.2 136-00 Preložka poľnej cesty km 4,745, vetva VA a vetva VB .....	23
2.3.3 221-00 Zárubný múr - vpravo km 2,560 - 2,850 .....	24
2.3.4 223-00 Zárubný múr - vpravo km 3,260 - 3,565 .....	24
2.3.5 224-00 Zárubný múr - vľavo km 3,320 - 3,655 .....	25
2.3.6 225-00 Oporný múr pri obj. 132-00 .....	25
2.3.7 226-00 Zárubný múr na preložke poľnej cesty km 3,200 - 3,765 .....	26
2.4 Etapizácia monitoringu a frekvencia meraní .....	28
2.5 Plán zberu, spracovania, prezentácie a archivácie výsledkov GTM .....	38
2.6 Interpretácia meraní, varovné stavy a návrh technicko-bezpečnostných opatrení .....	39
2.7 Návrh systematickej kontroly a dohľadu .....	39
2.8 Plánovanie, predvídanie a organizovanie .....	40
2.9 Návrh spôsobu dokumentácie všetkých zmien a nariadení .....	40
<b>3. Záver .....</b>	<b>41</b>

Prílohy:

Situácie geotechnického monitoringu 1 - 3



## **1. ZÁKLADNÉ ÚDAJE CHARAKTERIZUJÚCE STAVBU**

Diaľničný privádzač v predmetnom úseku umožní napojenie diaľnice D1 cez diaľničnú križovatku Lietavská Lúčka na cestu I/64 v križovatke Solinky a v križovatke pri Poluvsí. Taktiež bude jeho prostredníctvom napojené stredisko pre správu a údržbu diaľnic (SSÚD) Žilina na diaľnicu. Úsek v križovatke Lietavská Lúčka je začlenený do stavby diaľnice D1 Lietavská Lúčka – Višňové.

Účelom a cieľom stavby je postupne dobudovať napojenie diaľničného ťahu D1 na križujúce cesty I. triedy, skvalitniť podmienky pre vnútroštátnu dopravu a zvýšiť plynulosť, rýchlosť a zároveň bezpečnosť cestnej premávky v tejto oblasti.

### **1.1 Stručný popis trasy**

Trasa privádzača začína v katastrálnom území Porúbka napojením na cestu I/64 vybudovaním novej okružnej križovatky. Od križovatky vedie medzi cestou I/64 a železnicou, železniciu križuje mostom v priestore Turského potoka v km cca 0,800, kde v krátkom úseku prechádza katastrom obce Turie a kde je potrebné asanovať dva domy. Ďalej vedie katastrom obce Porúbka cez polia a v katastrálnom území Lietavskej Lúčky v dĺžke 900 m cez les a cez pole, ďalej v katastrálnom území Bytčice až po kataster Žiliny po poľnohospodársky využívaných pozemkoch. Územie je polohovo a výškovo značne členité a pestré. Trasa privádzača sa vyhýba intravilánu Porúbky, Lietavskej Lúčky a Bytčice, len v záverečnej časti zasahuje stavba okrajovo obytnú a priemyselnú časť mestskej zástavby v Žiline. Z charakteru trasovania vyplýva aj charakter zásahu do existujúcich objektov zástavby, inžinierskych sietí, porastov zelene, do pôdneho a lesného fondu.

Začiatok úseku stavby km 0,000 je v úrovňovej okružnej križovatke na ceste I/64 za mostom nad Rajčankou pri Slnecných skalách. Koniec úseku km 7,300 je v mimoúrovňovej križovatke Solinky. Napojenie na diaľničnú sieť sa realizuje v mimoúrovňovej križovatke Lietavská Lúčka (s diaľnicou D1 - súčasť stavieb Lietavská Lúčka – Višňové – Dubná Skala).

### **1.2 Členenie stavby**

Stavba Diaľničného privádzača Lietavská Lúčka - Žilina sa člení na nasledujúce časti stavby:

010-00	Asanácie	
021-00	Rekultivácia opustených úsekov cesty	
022-00	Zobratie ornice z dočasných záberov a následná rekultivácia DZ	
030-00	Príprava územia	
032-00	Vegetačné úpravy pre diaľničný privádzač	
033-00	Vegetačné úpravy pre okružnú križovatku na ceste I/64 do obce Porúbka	
052-00	Úprava meliorácií k.ú. Bytčica	
101-00	Okružná križovatka na ceste I/64	
102-00	Diaľničný privádzač Lietavská Lúčka - Žilina	
103-00	Križovatková vetva do obce Porúbka	
115-00	Oplotenie privádzača	
120-00	Obslužná komunikácia v km 4.6 - 4.7	
130-00	Úprava poľnej cesty v km 1,546	
132-00	Preložka lesnej cesty km	km 2,800 – 3,500
133-00	Preložka poľnej cesty	km 3,200 – 3,850
136-00	Preložka poľnej cesty	km 4,745
137-00	Preložka poľnej cesty	km 5,200 – 5,450

138-00	Preložka poľnej cesty	km 5,460
139-00	Preložka poľnej cesty	km 5,760 – 6,100
140-00	Úprava cesty do Rosiny	km 5,770
143-00	Obchádzka poľnej cesty	km 4,500
145-00	Obchádzka poľnej cesty	km 5,440
146-00	Obchádzka cesty do Rosiny	km 5,750
201-00	Most nad údolím	v km 2,45
202-00	Most nad údolím	v km 3,100
203-00	Most nad poľnou cestou	v km 3,705
210-00	Most na poľnej ceste nad privádzačom	v km 4,745
212-00	Most nad poľnou cestou	v km 5,460
213-00	Most nad potokom	v km 5,560
214-00	Most na ceste do Rosiny	v km 5,770
217-00	Most nad IV. Okružnou	v km 7,090
218-00	Most na privádzači	v km 0,810
219-00	Most na privádzači	v km 1,546
221-00	Zárubný múr - vpravo	km 2,560 – 2,850
223-00	Zárubný múr - vpravo	km 3,260 – 3,565
224-00	Zárubný múr - vľavo	km 3,320 – 3,655
225-00	Oporný múr pri obj. 132-00	
226-00	Zárubný múr na preložke poľnej cesty	km 3,200 – 3,765
227-00	Oporný múr na privádzači	km 0,525 – 0,555
241-00	Protihluková stena - vľavo	km 3,672 – 3,812
243-00	Protihluková stena - vľavo	km 4,787 – 5,105
244-00	Protihluková stena - vľavo	km 5,105 – 5,670
245-00	Protihluková stena - vpravo	km 6,209 – 6,887
247-00	Protihluková stena - vľavo	km 6,080 – 7,060
248-00	Protihluková stena - vpravo	km 6,887 – 7,280
249-00	Multifunkčná stena – v okružnej križovatke	km 0,000
250-00	Protihluková stena - vľavo	km 1,400 – 1,860
302-00	Odľučovač ropných látok	km 5,415
303-00	Odľučovač ropných látok	km 5,500
305-00	Odľučovač ropných látok	km 7,040
306-00	Odľučovač ropných látok	km 0,315
307-00	Odľučovač ropných látok	km 1,140
308-00	Odľučovač ropných látok	km 2,300
331-00	Preložka potoka	km 2,460
332-00	Preložka potoka	km 5,575
501-02	Dažďová kanalizácia časti stavby 102-00	
503-00	Dažďová kanalizácia časti stavby 112-00	
504-00	Preložka splaškovej kanalizácie DN 500-PVC	
508-00	Úprava kanalizácie v križovatke Solinky	
522-00	Preložka vodovodu DN 600 + DN 300 v km 2,630 – 3,450	
523-00	Preložka vodovodu DN 700 + DN 200 v km 3,700	

524-00	Preložka vodovodu DN 50 v km 5,455
603-00	Prekládka 22kV vzdušného vedenia VN v km 4,350 – 5,050
604-00	Prekládka 22kV vzdušného vedenia VN v km 5,4525 – 5,800
605-00	Prekládka 22kV vzdušného vedenia VN v km 6,100 – 6,380
608-00	Prekládka vzdušného 22kV vedenia č.253 v km 1,700
609-00	Prekládka vzdušnej 22 kV prípojky k TS Porúbka - obec v km 1,700
610-00	Prekládka vzdušnej 22 kV prípojky k TS Porúbka pri stanici v km 1,210
611-00	Prekládka vzdušného NN vedenia v km 1,020
613-00	Preložka stožiarovej TS 4506 v km 4,805
614-00	Prípojka VN pre stožiarovú TS 4506 v km 4,805
612-00	NN prípojka pre osvetlenie okružnej križovatky
615-00	Preložky NN vedení zo stožiarovej TS 4506
624-00	Osvetlenie okružnej križovatky v km 0,000
625-00	Verejné osvetlenie križovatky Solinky
661-00	Preložka vzdušného telekomunikačného vedenia Slovak Telekom
670-00	Preložka zabezpečovacích káblov ŽSR
671-00	Informačný systém diaľnice - stavebná časť
671-11	Informačný systém diaľnice - technologická časť
702-00	Preložka NTL plynovodu
801-00	Obchádzkové komunikácie
803-00	Prístupová cesta na stavenisko v km 2,000
811-01	Obnova živičných krytov na ceste I_64
811-02	Obnova živičných krytov na miestnych komunikáciách

### **1.3 Účel geotechnického monitoringu**

Monitoring je z geotechnického hľadiska definovaný ako dohľad a kontrola nad stavbou budovanou v interakcii s horninovým prostredím. Geotechnické objekty je potrebné monitorovať z dôvodu vysokej miere neistôt, vyplývajúcich z nehomogenity a anizotropie prírodných materiálov, závislostí ich vlastností od prítomnosti vody a náročnej kontroly skutočného prevedenia stavebných prác. Geotechnický návrh konštrukcie vychádza zo vstupných údajov zisťovaných len v jednotlivých bodoch horninového prostredia a to zväčša nie in situ, ale na modeloch v laboratóriu. Taktiež samotný výpočtový model je len myšlienkovým zjednodušením komplexných procesov odohrávajúcich sa v samotnom horninovom prostredí.

Najdôležitejšie úlohy geotechnického monitoringu (GTM) spočívajú v:

- overení projektových parametrov počas výstavby (hospodárnosť - bezpečnosť),
- získaní informácií k prispôsobeniu stavebného projektu alebo postupu výstavby,
- vytvorení podkladov pri rozhodovaní o spôsobe sanácie stavby,
- zaobstaraní podkladov pre prípad právnych sporov,
- overovaní nových technológií a validácii nových teórií,
- získavaní databázy skúseností v miestnych pomeroch.

Geotechnický monitoring sa z hľadiska prístupu projektanta aplikuje ako:

- a) *kontrolný*, ktorý sa uplatňuje pri konzervatívnom prístupe k návrhu geotechnického objektu, kedy projektant uvažuje s najhoršími možnými geologickými a hydrogeologickými podmienkami a stavba sa potom realizuje bez zvláštneho ohľadu na odchýlky predpokladaných vlastností horniny, čomu zodpovedajú vysoké stupne bezpečnosti,

b) *operatívny*, ktorý sa uplatňuje pri pozorovacom prístupe k výstavbe, spočívajúcej v tom, že rozhodnutia o detailoch projektu, dimenziách stavebnej konštrukcie a postupe výstavby sú vykonávané až na základe nameraných veličín, čím dochádza k optimalizácii návrhu.

Výstavba privádzača bude založená na operatívnom geotechnickom monitoringu, aplikáciou ktorého možno zamedziť nadmerným investíciám na základe poznania miery rizika na jednej strane a vylúčiť neočakávané havarijné situácie na strane druhej.

Geotechnický monitoring sa bude z hľadiska časového postupu výstavby realizovať *v období pred výstavbou* pre získanie vstupných údajov a okrajových podmienok, *v priebehu výstavby diela* pre overenie zhody aplikovaného geotechnického modelu so skutočnosťou ako aj pre bezpečnosť výstavby a *po jej ukončení* pre kontrolu a posúdenie správnej a bezpečnej prevádzky.

Najvýznamnejším prostriedkom geotechnického monitoringu sú geotechnické merania. Koncepcia geotechnického monitoringu v zmysle pozorovacej metódy výstavby pozostáva z inštalácie meracích miest, vykonávania meraní a sledovaní, zberu nameraných dát a poznatkov, ich vyhodnotenia a následného rozhodovacieho procesu vychádzajúceho z definície varovných stavov a opatrení v rovine technickej, technologickej a bezpečnostnej. Geotechnický monitoring si vyžaduje rozsiahle skúsenosti zhotoviteľa GTM, jeho zodpovedný prístup a technicky vyspelé prístrojové vybavenie na úrovni súčasného svetového poznania.

Geotechnický monitoring sa metodicky riadi podľa TP Technicko – kvalitatívne podmienky, časť 35: Geotechnický monitoring pre objekty líniových častí pozemných komunikácií (SSC/MDPT, jún 2010).

## **2. GEOTECHNICKÝ MONITORING**

### **2.1 Charakteristika územia stavby**

#### **2.1.1 Geomorfologické údaje**

Podľa geomorfologického členenia Slovenska patrí skúmané územie do subprovincie vnútorných Západných Karpát a oblasti Fatransko-Tatranskej. Je súčasťou celku Žilinská kotlina a predstavuje geomorfologický podcelok Žilinskú pahorkatinu. Územie je súčasťou hlavného povodia Váhu a patrí do čiastkového povodia Rajčianky.

#### **2.1.2 Klimatické údaje**

Geografická pozícia územia sa odráža v jeho klimatických pomeroch. Záujmové územie je súčasťou mierne teplej klimatickej oblasti MT-5. Oblasť charakterizuje normálne až krátke leto, mierne až mierne chladné, suché až mierne suché. Prechodné obdobie je normálne až dlhé, s miernou jarou a jeseňou, zima je normálne dlhá, mierne chladná, suchá až mierne suchá s normálnou až krátkou snehovou pokrývkou. Údaje charakteristické pre oblasť sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.



<b>Klimatické charakteristiky</b>	<b>MT-5</b>
Počet letných dní	30 - 40
Počet let. dní s teplotou 10 ° a viac	140 - 160
Počet mrazových dní	130 - 140
Počet ľadových dní	40 - 50
Priemerná teplota v januári °C	-4 - -5
Priemerná teplota v júli °C	16 - 17
Priemerná teplota v apríli °C	6 - 7
Priemerná teplota v októbri °C	6 - 7
Priemerný počet dní so zrážkami 1 mm a viac	100 -120
Zrážkový úhrn vo vegetačnom období	350 - 450
Zrážkový úhrn v zimnom období	250 - 300
Počet dní so snehovou pokrývkou	60 - 100

Hĺbka premrznania stanovená podľa ON 73 6196 je nasledujúca:

$$h_{pr} = \sqrt{2 \cdot a_0 \cdot T_m} = \sqrt{2 \cdot 57 \cdot 140} = 126 \text{ cm} \quad (a_0=57, T_m=140 - \text{počet mrazových dní})$$

### **2.1.3 Geologická stavba územia**

V zmysle inžinierskogeologickej rajonizácie Západných Karpát patrí územie na začiatku trasy do nasledovných regiónov a oblastí :

#### **A. Región jadrových pohorí s oblastami**

- oblasť jadrových stredohorí

##### **A-b-9 Strážovská hornatina**

Územie trasy je situované v severovýchodnom výbežku Strážovskej hornatiny. Táto časť územia je budovaná horninami križňanského príkrovu, ktorý je zastúpený slienitými vápencami a slieňovcami. Križňanský príkrov má dominantné postavenie v oblasti Lietavskej Lúčky a Porúbky. Vytvára súvislý 2-3 km pás smeru SV-JZ s odkryvmi pozdĺž pravého svahu údolia Rajčianky. Chočský príkrov buduje vrcholové časti západne od obce Turie a do hodnoteného územia priamo zasahuje na začiatku úseku.

Križňanský príkrov tvoria šedé slienité vápence, slieňovce, miestami piesčité vápence veku titón-apt. Chočský príkrov budujú triasové masívne dolomity, ktoré vystupujú na svahoch Slnečných skál. Celý komplex mezozoických hornín je intenzívne zvrásnený a porušený tektonickými líniami väčšinou šmykového, menej poklesového charakteru. Staršie tektonické línie násunového charakteru majú smer S-J a vznikli pravdepodobne v priebehu nasunutia príkrovov. Mladšie tektonické poruchy vznikli v priebehu popaleogénnych pohybov a tektonické porušenie sa prejavuje existenciou drvených zón šírky niekoľko metrov. Tektonicky porušený horninový masív je na styku paleogénnych hornín s mezozoickými horninovými komplexami a medzi príkrovmi.

#### **D. Región tektonických vkleslín (depresií)**

- oblasť vnútrohorských kotlín tektonického pôvodu

##### **D-g-53 Žilinská kotlina**

Táto oblasť reprezentuje väčšinu úseku privádzača. Územie privádzača v úseku od Lietavskej Lúčky do konca trasy privádzača je budované paleogénnym pieskovcovo-ílovcovým súvrstvom. Územie v oblasti južného okraja Žilinskej kotliny, na kontakte s masívom mezozoika je budované bazálnym súvrstvom podtatranskej skupiny, ktorý je v priestore križovatky Lietavská Lúčka reprezentovaný súvrstvom lavicovitých až masívnych karbonátových brekcií s polohami hrubozrnných, doskovitých pieskovcov, ktoré sa na báze striedajú s výrazne vápnitými, prachovcovými ílovcami. Ílovce smerom k severu prevládajú.

Od križovatky Lietavská Lúčka smerom do centra Žilinskej kotliny prechádzajú do pieskovcovo-ílovcového súvrstvia paleogénu (hutniansky vývoj). Vývoj charakterizujú vrstvy ílovcov s vložkami siltovcov a pieskovcov. Ílovce v súvrství dominujú, vyznačujú sa laminovanou a tenkodoskovitou vrstevnatosťou smeru SV-JZ s miernym úklonom k SZ. Ojedinele sú v prevahe lavicovité až doskovité pieskovce nad ílovcami. Horninový masív je však výraznejšie porušený plošným zvetraním. Geologická stavba a vplyv geodynamických javov sa odráža v plochom reliéfe územia. Svahové deformácie sú významnejšie rozvinuté na území križovatky, na ľavostranných svahoch nepomenovaného, pravostranného prítoku Rajčianky.

Územím budovaným paleogénnymi horninami prechádzajú významné tektonické línie S-J, Z-V a SZ-JV smeru. Tektonické porušenie súvrstvia sa prejavuje väčšími mocnosťami kvartérnych sedimentov a priesakmi podzemných vôd, rozvojom geodynamických javov - eróziou, svahovými deformáciami, výraznejším podmáčaním územia.

Komplex paleogénnych a mezozoických hornín prekrywajú kvartérne sedimenty fluviálnej, deluviálnej, menej proluviálnej a antropogénnej genézy pleistocénneho a holocénneho veku.

Dominujú fluviálne sedimenty, terasové sedimenty stredných a vysokých terás, deluviálne a polygenetické sedimenty na svahoch hornatiny a pahorkatiny.

**Fluviálne sedimenty** sú zastúpené ako výplň údolia Rajčianky. Sú reprezentované štrkovitými a pokryvnými jemnozrnnými zeminami. K fluviálnym sedimentom priradujeme aj výplne údolí bočných prítokov s heterogénnym zastúpením prevažne jemnozrnných zemín, s nerovnomerným zastúpením ílovitých štrkov až hĺn so štrkom. Bočné údolia prítokov sú rôzne široké. Sú vo vývoji úzkych, zarezaných údolí (územie križovatky) až širokých, plytkých depresí (údolie východne od Bytčice). Reprezentujú komplex fluviálnych náplavov horských tokov a v tejto oblasti pahorkatiny ich charakterizujeme ako zmešaný deluviálno-fluviálny komplex.

K aluviálnym sedimentom priradujeme aj **terasové sedimenty**. Sú reprezentované prevažne štrkovitými zeminami s nerovnomerne mocným, ílovitým a hlinitým pokryvom. Na úpätí svahov hornatiny (južne od Lietavskej Lúčky) sú prekryté súvislým a mocnejším pokryvom deluviálnych sutí. Terasový stupeň nízkej a strednej terasy predstavuje erózne plošiny v úpätí pravého svahu údolia, na začiatku navrhovanej trasy až po územie nad areálom cementárne. Stredná terasa buduje územie morfológicky výrazného stupňa od Bytčice smerom k severnému okraju kotliny (územie intravilánu mesta Žilina). Stupeň smerom k severu sa rozširuje. Je reprezentovaný súvislou polohou terasových sedimentov. Je pokrytý nerovnomerne mocným pokryvom deluviálnych a polygenetických jemnozrnných zemín. Štrkové valúny sú čiastočne zvetrané. Smerom k pahorkatine je prekrytý deluviálnymi sedimentami, ktoré tvoria súvislú, ale nerovnomerne mocnú vrstvu. K terasovým sedimentom vysokých terás môžeme priradiť zistené terasové sedimenty v území nad vodojemom Lietavskej Lúčky.

**Deluviálne sedimenty** sú charakteru ílov, hĺn na území budovanom paleogénnym komplexom a sú ojedinele charakteru sutí. V týchto typoch delúvií sú často vyvinuté zosuvné delúvia. Zosuvné delúvia často zasahujú do ich rozloženej a zvetranej zóny. Najvýznamnejšie zosuvné územia sú v oblasti južných svahov križovatky Lietavská Lúčka. Tu je hodnotené zosuvné územie ako recentné (aktívne). Na paleogénnom podloží prevládajú zosuvné delúvia hrúbky do 2 až 7 m.

Sute hlinité až hlinito-kamenité sa vyskytujú najmä na úpätí svahoch v oblasti južne od Lietavskej Lúčky a pri ich úpätí dosahujú väčších mocností.

Proluviálne sedimenty sú vyvinuté len ojedinele pri vyústení bočných tokov pri Porúbke a v Bytčici a vyskytujú sa v trase privádzača len sporadicky.

**Antropogénne sedimenty** sa vyskytujú ako materiály cestných vozoviek a cestných násypov bol zistený pozdĺž cestnej komunikácie od sídliska Solinky po koniec navrhovanej trasy cesty. Rozsiahla haldová skládka TKO je pri južnom okraji CLL v údolí Rajčianky, lokálne sa v navrhovanej trase cesty vyskytujú navážky stavebného a komunálneho odpadu.

Zeminy s organickými látkami sa vyskytujú najmä v údoliach tokov, údoliach a depresiách horských tokov a bočných údolí, ako aj na miernych svahoch v depresiách a úvalinách.

Z geodynamických javov sa v území vyskytujú už spomínané svahové deformácie, neotektonické pohyby, erózia a zvetrávanie.

Najrozsiahlejšie svahové deformácie sú vyvinuté na pravostrannom svahu údolia, na území križovatky Lietavská Lúčka. Svahy s väčšou akumuláciou svahových sedimentov sú náchylné na zliezanie pokryvných kvartérnych útvarov. V údoliach tokov sa uplatňuje bočná a hĺbková erózia.

Eróziou sú postihnuté najmä nárazové brehy povrchových tokov (Rajčianky a jej výraznejšie bočné prítoky). Svahy sú postihnuté výmoľovou eróziou. Svahy na flyšových horninách paleogénu sú citlivé na eróziu v prípade odstránenia vegetačnej vrstvy alebo celého kvartérneho pokryvu. Rozvoj erózie je intenzívny aj na svahoch odrezov a zárezov tohto horninového komplexu.

Zvetrávanie je veľmi výrazné opäť v masíve flyšových hornín paleogénu ale aj flyšoidných, mezozoických hornín so zastúpením slieňovcov. Masív paleogénneho flyšového súvrstvia je na väčšine územia hlboko zvetraný s dosahom zvetrania až viac ako 10m pod úroveň povrchu paleogénu. Súčasné zvetrávanie je viazané na erodované a umelo odkryté časti svahov. Degradácia hornín najmä v paleogénnom súvrství charakteru ílovcov je tu ešte zvýraznené objemovými zmenami rozložených zón masívu, resp. polôh ílovitých zemín aj deluviálneho charakteru. Objemové zmeny pri zväčšení objemu sú viazané na zvýšenie vlhkosti a na zmrašťovanie v období sucha. Horniny sú náchylné aj namŕzavosťou.

Záujmové územie v zmysle STN 73 0036 sa nachádza v zdrojovej oblasti seizmického rizika č.2, ktorej sa priraduje základné seizmické zrýchlenie  $a_g=1,0 \text{ m.s}^{-2}$ . Geologické podložie, tvorené paleogénnym súvrstvím ílovcov a prachovcov s vložkami pieskovcov, zaradujeme podľa citovanej STN do kategórie B. V prípade paleogénnej formácie s výskytom rigidných karbonátových brekcií (zlepencov) a pieskovcov ako aj mezozoickej formácie s vápencami, takéto geologické podložie zaradujeme do kategórie A. Z hľadiska seizmicity územia sa predmetné územie nachádza v oblasti s maximálnou pozorovanou intenzitou 7 až 8° (podľa MSK-64, príloha 2 STN 73 0036). Predpokladá sa, že najintenzívnejšie sa seizmické účinky prejavujú v zvodnených náplavoch, v blízkosti zlomov a na svahoch nestabilných, prípadne aj na svahoch, ktoré sú z hľadiska svahových deformácií na hranici rovnovážneho stavu.

Z hydrogeologického hľadiska majú význam hlavne trvalo zvodnené štrkovité sedimenty v údolí Rajčianky a terasové štrkové sedimenty s hladinou podzemnej vody v hĺbke 2-5 m pod terénom. Podzemná voda je viazaná tiež na rozhranie deluviálneho komplexu a skalného podložia. V území sa lokálne vyskytujú zamokrené územia a prevažne suťové pramene. Pieskovcovo-ílovcové súvrstvie predstavuje nepriepustné prostredie, priepustnejší horninový komplex predstavujú zlepence bazálneho paleogénu a mezozoika.

#### **2.1.4 Inžinierskogeologické pomery územia**

Na základe realizovaných inžinierskogeologických prieskumov v trase diaľničného privádzača v rokoch 1996-2002 boli na území overené tri litologické formácie :

- **formácia kvartérnych pokryvných útvarov**
- **flyšová formácia (paleogén)**
- **pestrá pieskovcovo-slieňovcovo-vápencová formácia (mezozoikum)**
- **formácia karbonatických hornín (mezozoikum)**

#### **Formácia kvartérnych sedimentov**

##### Antropogénny komplex

V skúmanom území je zastúpený materiálom navážok, cestných vozoviek a cestných násypov. Nie je typickým sedimentom v trase privádzača. Mimo trasy privádzača, pri južnom okraji areálu cementárne sa nachádza haldová skládka TKO. Antropogénny komplex je tvorený prevažne ílom a hlinou s úlomkami hornín a štrku, tuhej a mäkkej konzistencie, ďalej hlinito -kamenitou suťou a štrkom ílovitým a hlinitým s úlomkami stavebného materiálu (tehla, asfalt), domového odpadu (sklo, drevo, obaly) a s ojedinelým výskytom organických látok. Antropogénne materiály nie sú vhodnou základovou pôdou.

##### Fluviálny komplex

Najvýraznejšia akumulácia fluvialných sedimentov je v údolnej nive Rajčanky a Turského potoka na začiatku trasy privádzača.

*Povodňové náplavy* reprezentujú jemnozrnné zeminy, ktoré tvoria pokryv korytovej štrkovej výplne. Podľa STN 72 1001 možno povodňové náplavy klasifikovať ako íl piesčitý so symbolom CS, íl s nízkou až strednou plasticitou so symbolom CL, CI, na prechode so štrkovým podložím sa miestami nachádzajú íly štrkovité so symbolom CG. Konzistencia zemín je prevažne tuhá, lokálne mäkká až kašovitá, ojedinele s prímесou organických látok, ktoré nadobúdajú až charakter ílov s vysokou plasticitou so symbolom CH.

*Fluviálne štrky* korytovej fácie sú dominantným fluvialným sedimentom. Ich báza je v úrovni 3,7-6,3m. Zvyčajne ide o štrky s dobre opracovanými valúnami granitoidov, kryštalicích hornín a karbonátov. Veľkosť valúnov je v rozmedzí 1-10 cm, max. 15 cm, miestami sa vyskytujú balvany väčšieho priemeru, celkový obsah štrkových valúnov je v rozmedzí 40-75%. Ojedinele sa v štrkoch nachádzajú polohy hrubých pieskov. Štrky a piesky sú podľa výsledkov dynamických penetračných skúšok prevažne stredne uľahnuté. Podľa STN 72 1001 možno zeminy klasifikovať ako štrk s prímесou jemnozrnnnej zeminy so symbolom G-F, štrk ílovitý so symbolom GC, piesky sú s prímесou jemnozrnnnej zeminy so symbolom S-F.

*Sedimenty horských tokov* ako výplni depresí a údolí pravostranných prítokov v pahorkatinnej časti trasy privádzača ako i rozsiahly komplex terasových sedimentov zachovaný v pravom svahu údolia Rajčanky. Vo fluvialnom komplexe dominujú íly, ílovité štrky, ojedinele sa vyskytujú aj organické zeminy. Náplavové íly sa vyznačujú pestrým a premenlivým charakterom čo do typu i plasticity. Zodpovedajú jemnozrnným ílovitým a hlinitým zeminám nízkej až extrémne vysokej plasticity CL-CI-CS-CG-CH-MH-MV, ktoré lokálne sú s prímесou štrku a piesku a v bazálnych polohách až ako štrkovité íly tuho-mäkkej až pevnej konzistencie s výskytom aj organických látok.

### Terasový komplex

Terasové íly podľa STN 72 1001 terasové íly možno klasifikovať ako íl štrkovitý so symbolom CG, íl piesčitý so symbolom CS a íl so strednou až vysokou plasticitou so symbolom CI, CH. Íly sú svetlej žltohnedej, hrdzavohnedej a sivej farby, tuhej až pevnej konzistencie s lokálnym výskytom organických látok.

Terasové štrky sú tvorené dobre opracovanými zdravými až zvetranými granitoidmi, kryštalickými horninami a karbonátmi veľkosti 1,5-10cm o obsahu v rozmedzí 35-60 %. Ojedinele sa vyskytujú balvany až nad priemer vrtu. Štrky miestami obsahujú polohy a šošovky hrubozrnných pieskov. Podľa dynamických penetračných skúšok sú štrky uľahnuté. Podľa STN 7 1001 možno štrky klasifikovať ako štrk s prímесou jemnozrnnnej zeminy so symbolom G-F, štrk ílovitý so symbolom GC, piesky sú ílovité so symbolom SC.

### Proluviálny komplex

Je vyvinutý vo forme proluviálnych kužeľov pri vyústení pravostranných prítokov do údolia Rajčianky. V proluviálnych kužeľoch povrchovú vrstvu reprezentujú proluviálne íly a štrky. Proluviálny komplex reprezentuje hlavne íl strednej a vysokej plasticity prevažne typu CI-CH tuhej, ale lokálne aj mäkkej konzistencie. Obsahuje úlomky a polozaoblené zrná veľkosti 0,5-2-8 cm, obsahu 10-15 %. Vyšší obsah úlomkov a polozaoblených zŕn veľkosti 2-6 cm, max. 15 cm obsahu do 40 % sa nachádza na báze, pričom má charakter ílovitého štrku.

Podľa STN 72 1001 proluviálne sedimenty možno klasifikovať ako íl so strednou plasticitou so symbolom CI. Íly sú hnedé až sivohnedej farby s hrdzavými a čiernymi šmuhami, tuhej až pevnej konzistencie. Najspodnejšiu polohu tvoria zeminy štrkovité s obsahom úlomkov vápencov a slieňovcov, vyššie sa v prolúviu nachádzajú valúny štrku pôvodom z terasy. Podľa STN 721001 možno tieto zeminy klasifikovať ako štrk ílovitý so symbolom GC, pri menšom obsahu klastickej zložky ako íl štrkovitý so symbolom CG.

### Deluviálny komplex

Sedimenty deluviálneho komplexu sú najrozšírenejším komplexom, ktorý tvorí súvislý pokryv na svahoch a priamo prekrýva horniny predkvartérneho podlažia alebo čiastočne prekrýva fluviálne, terasové sedimenty. Deluviálny komplex zastupujú íly, menej hliny, ílovité a ílovito-kamenité sute a zosuvné delúviá.

Deluviálne (svahové) íly sú dominujúcim litologickým typom. Podľa makroskopického vyhodnotenia vrtov, šachtíc a penetračných sond a výsledkov laboratórnych skúšok sú deluviálne íly typu CI-CH stredne až vysokoplastické tuhej aj pevnej konzistencie, hnedé, tmavohnedej a hnedosivej farby. V niektorých úsekoch obsahujú prímес úlomkov hornín a na báze prechádzajú do ílovitých sutí.

Ílovité a ílovito-kamenité sute sú vyvinuté najmä na svahoch budovaných mezozoickými horninami, menej paleogénnymi horninami s vyšším zastúpením pieskovcov, resp. paleogénnymi horninami vo vývoji bazálneho súvrstvia. Polohy sutí sa vyskytujú v podobe šošoviek, vrstiev, iba ojedinele vytvárajú súvislé polohy, hoci sa vyskytujú pod vrstvou deluviálnych ílov. Podľa geologickej dokumentácie a výsledkov pôdnomechanických rozborov v suťovom komplexe sa striedajú polohy ílovitej a ílovito-kamenitej sute tvorenej ostrohrannými úlomkami prevažne vápencov a slieňovcov, menej pieskovcov, veľkosti 5-7 cm, max. 10-12 cm, obsahu do 35 % v ílovitej suti a do 50-60 % v ílovito-kamenitej suti. Výplň tvorí prevažne piesčitý íl strednej až vysokej plasticity pevnej konzistencie.

Výskyt zemín zosuvného delúvia je viazaný na oblasť recentného zosuvného územia v potencionálnom, dočasne ukludnenom stave na pravom svahu údolia bezmenného povrchového



toku v križovatke Lietavská Lúčka. Diaľničný privádzač pretína územie zosuvov v jej západnom ohraničení. Zosuvy sú súčasťou zloženého komplexu viacerých recentných zosuvov prúdového, frontálneho a prevažne plošného tvaru. V súčasnosti nie sú aktívne, ale iba potencionálneho charakteru - dočasne prirodzene mierne stabilizované, s čiastočne zastretými morfológickými tvarmi a prevažne v záverečnom vývojovom štádiu, okrem niektorých častí v odlučných oblastiach, kde lokálne badať ešte prejavy svahových dotvárajúcich sa deformačných procesov. Vznik zosuvov bol v minulosti podmienený popri ig a hg pomeroch územia, hlavne eróznou činnosťou potoka a tektonickou porušenosťou podložného flyšového komplexu. Zeminý zosuvného delúvia tvoria prevažne svahové íly, lokálne aj rozložené ílovce a prachovce, charakteru stredno, ale prevažne vysokoplastických ílov, miestami až ílovitých sutí typu CH, lokálne CI až CG tuhej konzistencie.

### Polygenetický komplex

Polygenetické sedimenty prevažne deluviálno-fluviálnej (splachovej) genézy prekrývajú komplex terasových sedimentov v celom úseku ich výskytu. Ich mocnosť je premenlivá v závislosti na pozícii voči terase. Sú zastúpené prevažne jemnozrnnými zeminami miestami s obsahom valúnov pochádzajúcich zo štrkov terasy. Podľa STN 72 1001 polygenetické sedimenty možno klasifikovať ako íl štrkovitý so symbolom CG, íl piesčitý so symbolom CS a íl so strednou až vysokou plasticitou so symbolom CI, CH. Íly sú svetlej hnedej až sivohnedej farby s hrdzavými a sivými šmuhami, tuhej až pevnej konzistencie.

### **Formácia predkvartérnych hornín**

#### Flyšová formácia - paleogén

Z výsledkov inžinierskogeologického prieskumu vyplýva, že podstatná časť územia diaľničného privádzača je tvorená horninami centrálno-karpatského paleogénu, flyšovou formáciou, ktorú zastupuje pieskovcovo-ílovcový komplex. Z juhu je paleogén reprezentovaný bazálnym súvrstvom, so zastúpením zlepenčov, pieskovcov a brekcií. Vyskytuje sa vo forme malých ostrovov a na povrch vystupujúce na rozhraní centrálno-karpatského paleogénu a mezozoických hornín krížňanského príkrovu.

Pieskovcovo - ílovcový komplex je tvorený súvrstvom ílovcov a pieskovcov s prevahou prachovcov a ílovcov (hutianske súvrstvie). Komplex tvorí podložie kvartérnym sedimentom v úseku od križovatky Lietavská Lúčka. Podľa makroskopického vyhodnotenia sú ílovce často piesčité s polohami prachovcov (siltovcov), najmä v južnej časti územia. Ílovce sú sivej farby, v zóne rozloženia a zvetrania sú hnedé, sivohnedé, hnedosivé až sivozelené, lokálne fialové. Vyznačujú sa laminovanou a tenkodoskovitou vrstevnatosťou so sklonom vrstiev 5-15°, max. 30°. Smer vrstevnatosti je ZZS -VVJ a ZZJ-VVS so sklonom k SSV a SSZ. Prestúpené sú systémami šikmých a strmých priečných puklín smeru SV-JZ a SZ-JV, až S-J a Z-V, ktoré v povrchových zónach vytvárajú spolu s vrstevnými plochami malú až strednú blokovitosť masívu. V zóne zvetrania a v blízkosti tektonických porúch má súvrstvie ílovitý a suťový charakter, pozorovať detailné prevrásnenie horniny s vyhladenými a ryhovanými tektonickými plochami.

Podradné zastúpenie má pieskovcovo-zlepencový komplex paleogénu, ktorý reprezentujú drobnozrnné a hrubozrnné zlepence, brekcie a pieskovce, ktoré vystupujú pri južnom okraji flyšového súvrstvia medzi Bytčicou a Lietavskou Lúčkou. Zlepence a brekcie sú v povrchových častiach zvetrané na piesok a štrk. Sú svetlej, sivohnedej farby, tvorené zaoblenými a ostrohrannými zrnami karbonatických hornín veľkosti 2-7 cm, max. 30-50 cm. Tmel zlepencov a brekcií je vápnitý, premenlivého obsahu.

### Formácia karbonátov mezozoika chočského príkrovu

Horniny tejto formácie tvoria prevažne monotónne súvrstvie wettersteinských a hlavných dolomitov. Dolomity do trasy privádzača zasahujú na začiatku úseku v údolí Rajčanky. Ide o súvrstvie svetlosivých až sivobielych masívnych dolomitov, ktoré sú intenzívne tektonicky porušené až podrvené vplyvom nasúvania príkrovov.

### Pestrá pieskovcovo-slieňovcovo-vápencová formácia mezozoika križňanského príkrovu

Horniny tejto formácie sú zastúpené flyšoidným súvrstvom slieňovcov, slienitých bridlíc a slienitých vápencov a vápencov. Komplex je tvorený slienitými vápencami, slieňovcami, piesčitými a škvrnitými vápencami. Vápence sú tmavosivej až modrosivej farby, škvrnité, lokálne vyhojené kalcitovými žilkami. Vyznačujú sa tenkodoskovitou až doskovitou vrstevnatosťou s mocnosťou vrstiev do 50-150, ojedinele do 200 mm. Doskovitá vrstevnatosť nie je priebežná, vrstvy sú často vyklinené, strácajú. Monoklinálny smer vrstevnatosti je často zvrásnený miernymi vrásami. Slienité bridlice majú laminovanú vrstevnatosť s mocnosťou vrstiev do 5-10 mm. V celom území je dominantný smer vrstiev SZ-JV s rozpätím od Z-V až k S-J, so sklonom k SV s rozpätím od S k V. Sklon vrstiev je prevažne do 10-30°.

## **2.2 Členenie a rozsah geotechnického monitoringu**

Geotechnický monitoring je členený z hľadiska vecného aj časového na 3 etapy:

- pred výstavbou
- počas výstavby (predpokladaná dĺžka výstavby 36 mesiacov)
- počas prevádzky (predpoklad po dobu 1 roka)

Rozsah geotechnického monitoringu pre jednotlivé stavebné činnosti bude pozostávať z:

- kontroly stability zosuvných území,
- kontroly stability zárezov, násypov, oporných múrov
- kontroly stability, sadania a priebehu konsolidácie násypov,
- kontroly stability hlbokých zárezov zabezpečovaných zárubnými múrmi,
- kontroly funkčnosti odvodňovacích vrtov
- kontroly deformácií statickej konštrukcie zárubných a vystužených oporných múrov,
- odborného geologického a geotechnického dohľadu.

### **2.2.1 Identifikácia geotechnických rizík**

Analýza geotechnických rizík je základom návrhu koncepcie monitoringu. Predmetná stavba situovaná v pomerne zložitých geotechnických podmienkach s náročným zakladaním. Zložitosť geotechnických podmienok objasnil podrobný inžinierskogeologický prieskum, ktorého závery a odporúčania boli aplikované pri projektovaní predmetného úseku privádzača.

### **2.2.2 Koncepcia a metódy geotechnického monitoringu**

Geotechnický monitoring zahŕňa inštaláciu meracích miest, vykonávanie meraní a sledovaní, zber nameraných dát a poznatkov, ich vyhodnotenie a následný rozhodovací proces vychádzajúci z definície varovných stavov a opatrení v rovine technickej, technologickej a bezpečnostnej.

Pre účely dlhodobého monitorovania navrhujeme realizovať monitoring, ktorého cieľom bude :

- geodetické sledovanie deformácií bodov na objektoch a príslušnom území - povrchové deformácie
- sledovanie podpovrchových deformácií vo vrtoch pomocou zvislej inklinometrie
- meranie dlhodobého pretvorenia výstužných geomreží extenzometrami
- sledovanie dlhodobej únosnosti kotiev dynamometrami
- sledovanie režimu podzemnej vody - meranie tlaku podzemnej vody v otvorených piezometroch a meranie výdatnosti odvodňovacích vrtov
- sledovanie deformácie násypov vodorovnými inklinometrami
- sledovanie vývoja pórových tlakov v podloží vysokých násypov vibračnými piezometrami
- geologický dozor

### **2.2.2.1 Merania povrchových deformácií**

Merania povrchových deformácií patria medzi dôležité údaje geotechnického monitoringu z hľadiska funkčnej spoľahlivosti a bezpečnosti jednotlivých objektov v krátkodobých aj dlhodobých súvislostiach. Merania, okrem informácií o vplyve statických a dynamických účinkov prostredia na objekty, umožňujú predvídať ich budúce stavy v čase v danej statickej schéme.

V rámci meraní povrchových deformácií sa budú dlhodobo sledovať zvislé aj vodorovné pohyby statických konštrukcií podmienené geologickými danosťami v predmetných úsekoch stavby. Pre každú lokalitu (časť stavby), ktorú je potrebné sledovať, je potrebné vybudovať 3-5 vzťažných výškových a polohových bodov (VVPB), ktoré budú využité na meranie deformácií vybraných objektov. Množstvo a umiestnenie pozorovaných bodov, ktoré budú zabudované na vybranom objekte, je definovaný zložitou geotechnickými pomeroch a statickými schémami konštrukcií.

Samotné observačné piliere (VVPB) budú stabilizované oceľovými pažnicami zapustenými 4 - 5 m do terénu. Pre sledovanie sa budú využívať aj existujúce body vytyčovacej siete (BVS) s ťažkou stabilizáciou a nútenou centráciou, pokiaľ vyhovujú požadovaný parametrom. Body sa musia vybudovať v dostatočnom predstihu pred výstavbou, aby bolo možné merať deformácie už na začiatku stavebných prác. Uvedené body je potrebné pred výstavbou - zahájením meraní pozorovaných bodov minimálne v 3 etapách kontrolne premerať a stanoviť vstupné údaje základného merania, ktoré bude východiskovým pre monitoring.

Pre pozorované body (PB) na objektoch sa použijú meracie značky zvislo alebo vodorovne stabilizované, prípadne cieľové značky s reflexnými fóliami. Tieto je potrebné osadiť tak, aby bolo možné merania vykonávať počas výstavby aj počas prevádzky.

Merania pozorovaných bodov (PB) v smere zvislom (sadanie) sa budú vykonávať geometrickou niveláciou - presnou niveláciou podľa metodiky pre veľmi presnú niveláciu v štátnej nivelačnej sieti. Relatívne zmeny budú určené s presnosťou na 2 mm. Na sledovanie polohových zmien bude použitá trigonometrická metóda. Presnosť merania na vzdialenosť do 100 m musí byť do 2 mm, pri vzdialenosti do 500 m musí byť presnosť merania do 3 mm. Uvedené body je potrebné pred výstavbou - zahájením meraní pozorovaných bodov minimálne v 3 etapách kontrolne premerať a stanoviť vstupné údaje základného merania, ktoré bude východiskovým pre monitoring.

### **2.2.2.2 Merania podpovrchových deformácií zvislou inklinometriou**

Digitálny vertikálny inklinometer je vysoko presný prístroj pre meranie podpovrchových posunov alebo deformácií prostredníctvom merania uhlov v meracom profile - vodiacej rúre, zabudovanej do zvislého vrtu. Vlastná meracia sonda je prenosná a merania majú etapový charakter.



Inklinometrické vrty budú zhotovené pred zahájením stavebných prác. Do zapaženého a vyčisteného vrtu priemeru 100 – 150mm hĺbky siahajúcej do stabilnej oblasti sa osadí inklinometrický merací profil s pozdĺžnymi vodiacimi drážkami v dvoch na seba kolmých smeroch. Drážky vodiacich výpažníc treba orientovať v smere predpokladaných posunov. Medzikružie medzi výpažnicou a meracím profilom sa odspodu vyplní bentonitovocementovou zálievkou až po povrch za súčasného odpažovania vrtu. Ústie vrtu sa ochráni uzatvárateľnou oceľovou ochrankou. Prenosná meracia sonda má v sebe integrované dva citlivé servomechanické snímače zrýchlenia, ktorých osi sú vzájomne pootočené o 90°. Počas merania je sonda vedená v drážkach výpažnice pomocou štyroch vodiacich kolies, pričom je ťahaná zdola nahor v intervaloch 0,5m pomocou spojovacieho kábla. V každom hĺbkovom intervale sa odčíta úklon, ktorý je následne konvertovaný na posun. Porovnávaním jednotlivých etapových meraní so základným meraním sa získava diferenciálny a integrálny priebeh vodorovných deformácií. Presnosť odčítania by mala činiť 0,02mm na 500mm. Nakoľko sa jedná o relatívne hodnoty, je potrebné na ústie vrtu nainštalovať polohový geodetický bod.

Všetky vrty budú prevedené na jadro s ukladáním jadra do vzorkovníc. Jadro bude zlikvidované po odvrtaní celého profilu. Každý vrt bude geologicky zdokumentovaný.

#### **2.2.2.3 Meranie úrovne hladiny podzemnej vody**

Meranie úrovne hladiny podzemnej vody bude zabezpečované otvoreným systémom v piezometrických vrtoch zabudovaných otvorenými PVC rúrami priemeru do Ø 110 mm, ktoré sú zakončené v mieste merania filtrom (meranie voľných hladín podzemnej vody v pozorovacích hydrovrtoch). Filtrová časť sa vo vrte obsype štrčíkom a zvyšná časť vrtu sa utesní. Meranie sa bude vykonávať elektrokontaktným hladinomerom s meracím pásmom.

Všetky vrty budú prevedené na jadro s ukladáním jadra do vzorkovníc. Jadro bude zlikvidované po odvrtaní celého profilu. Každý vrt bude geologicky zdokumentovaný.

#### **2.2.2.4 Meranie výdatnosti odvodňovacích vrtov**

Odvodnenie územia je dôležitou súčasťou stabilizácie územia. Sledovanie režimu odvodňovania masívu najmä v zosuvných územiach a hlbokých zárezoch v rámci režimových pozorovaní úrovne hladiny podzemnej vody bude vykonávané meraním výdatnosti horizontálnych odvodňovacích vrtov pomocou kalibrovannej nádoby a časového meradla (stopky).

Odvodňovacie vrty sú súčasťou jednotlivých stavebných objektov a zrealizuje ich zhotoviteľ stavby. Pri ukončení každého vrtu musí byť zrealizované základné meranie výdatnosti.

#### **2.2.2.5 Meranie sadania násypov horizontálnym inklinometrom**

Princíp merania výškových deformácií horizontálnym inklinometrom je založený na preťahovaní meračskej digitálnej inklinometrickej sondy v zabudovanom meracom profile. Merací profil MP tvoria špeciálne chráničky s vodiacimi drážkami. Meracia sonda je vedená v meracom profile, pričom je tlačaná (ťahaná) z jednej strany násypu na druhú a hodnoty sa odčítajú v intervale 1,0 m. Porovnaním jednotlivých etapových meraní sa základným meraním získa priebeh sadania podložja násypu.

Merací profil sa uloží do výkopu ryhy v základovej škáre násypu hĺbky 0,3 m, šírky 0,3 m, na jej dno sa nasype 15 cm lôžko z piesku frakcie 0-4 mm. Do vyrovnaného lôžka sa osadí inklinometrická pažnica spojená manžetami. Následne sa vykoná spätný zásyp ryhy 15 cm vrstvou piesku frakcie 0-4 mm. Zásyp bude zhutnený malou mechanizáciou (ľahká vibračná doska). Na oboch koncoch meracieho profilu sa osadia koncové šachty (betónová skruž) tak, aby merací profil bol výškovo prispôsobený prestupom v stenách šachiet. Medzikružie v prestupoch sa

vyplní cementovou maltou a na konce meracích profilov (plastovej rúry) sa osadia uzávery. Pred poškodením budú šachty na koncoch meracieho profilu chránené polkruhovými betónovými poklopmi.

Meracie zariadenie na meranie sadania - inklinometrická digitálna sonda, ktorá spĺňa nasledujúce technické údaje:

- rozsah náklonu :  $\pm 53^\circ$  od horizontály
- rozlíšenie (citlivosť): 0,02 mm/0,5m
- presnosť:  $\pm 4$  mm

Súčasťou meracieho profilu je aj meranie pórových tlakov (viď nasledujúca kapitola). Inštalácia piezometrov musí byť zosúladená s inštaláciou vodorovného inklinometra. Schematická inštrumentácia meracieho profilu je uvedená v prílohe správy.

#### **2.2.2.6 Meranie pórových tlakov vibračnými piezometrami**

Vzhľadom k potrebe sledovania konsolidácie podložia násypov tvorených prevažne jemnozrnnými zeminami, nie je možné použiť otvorené piezometre z dôvodu ich veľmi dlhého referenčného času. Navrhujeme použiť vibračné piezometre PT inštalované do vrtov hĺbky 10-12 m priemeru 110 mm. V meracom profile MP budú inštalované 3 piezometre situované pod násypom, pričom stredný piezometer bude dvojúrovňový a krajné piezometre budú jednoúrovňové. Schematická inštrumentácia meracieho profilu je nasledovná.

Všetky vrty budú prevedené na jadro s ukladáním jadra do vzorkovnic. Jadro bude zlikvidované po odvrtaní celého profilu. Každý vrt bude geologicky zdokumentovaný a z jednotlivých polôh umiestnenia snímačov budú odobrané dokumentačné vzorky. Vzorky budú uchované zhotoviteľom monitoringu po dobu jedného roku. Vrt je treba podvŕtať 15 až 30 cm pod navrhnutú úroveň piezometra a prepláchnuť dočista. Spodok vrtu sa zasype čistým kremičitým pieskom do výšky 15 cm pod filter piezometra. Piezometer sa spustí do potrebnej hĺbky. Piezometer môže byť vložený do pláteneho sáčku naplneného čistým nasýteným filtračným pieskom a takto spustený na určené miesto. Oblasť nad piezometrom musí byť odizolovaná, aby sa zabránilo prítokom vody z prípadných vyššie položených horizontov podzemnej vody. Odizolovanie vykonáme granulovaným ílom a následne bentonitovou suspenziou a to buď až po povrch terénu, pokiaľ sa zabudováva len jeden piezometer do vrtu, alebo 50 cm pod úroveň vyššej polohy piezometra. V druhom prípade sa znovu opakuje predchádzajúci postup.

Piezometre budú inštalované pri mocnosti nepriepustných vrstiev min. 1 m. Najvyššia úroveň piezometrov v nepriepustnom prostredí bude v hĺbke min. 1 m pod úroveň priepustných zemín.

Pred poškodením budú káble od piezometrov vedené v ochránkách v ryhe, v ktorej je umiestnený aj merací profil pre inklinometrické meranie sadania. Ochrana pred poškodením je zabezpečené vyvedením káblov od piezometrov do poklopom uzavretých koncových šacht meracieho profilu.

Piezometrické snímače musia spĺňať nasledujúce technické údaje:

- rozsah merania: 0 – 500 kPa
- rozlíšenie (citlivosť): min. 0,25 kPa
- presnosť: min. 1 kPa
- filter: 50  $\mu$ m
- materiál: nerezová oceľ

### **2.2.2.7 Meranie napätia v zemných kotvách**

Dlhodobé sledovanie vývoja síl v zemných kotvách bude vykonávané odpočítaním hodnôt na nainštalovaných magnetoelastických dynamometroch, ktoré musia umožňovať jednorazové aj automatizované meranie.

Inštalácia magnetoelastických dynamometrov prebieha pred nasadením hlavy kotvy. Snímač sa nasunie na kotevný prvok a zasunie sa cca 50-100 cm do vrtu. Vyvedenie káblu pre odčítanie sa vykoná cez vyfrézovanú drážku v roznášacej doske kotvy a ďalej v pancierovej chráničke do miesta definitívneho odčítania.

### **2.2.2.8 Meranie dlhodobého pretvorenia výstužných geomreží extenzometrami**

Extenzometre sa aplikujú do navrhovaných meracích profilov vystužených oporných múrov. Navrhované extenzometre budú slúžiť k dlhodobému sledovaniu pretvárania geomreží v čase výstavby a prevádzky. Aplikované extenzometre musia zabezpečiť veľmi presné meranie relatívnych dĺžkových posunov medzi koreňom extenzometra a hlavou extenzometra. Presnosť merania musí činiť min. 0,01mm, rozsah merania min. 50mm. Sú navrhované trojúrovňové extenzometre.

Materiál extenzometra musí odolávať korózii a jeho konštrukcia musí vyhovovať týmto požiadavkám:

- hlava extenzometra musí byť schopná pevného ukotvenia,
- koreň extenzometra musí byť schopný pevného uchytenia na monitorovanú štruktúru, zároveň však musí byť na mieste prestaviteľný v rozsahu determinovanom pozdĺžnym rozmerom otvoru použitej geomreže,
- telo extenzometra musí umožniť prispôbovať sa deformačnému správaniu sa geomreže.

### **2.2.2.9 Meranie teploty**

Väčšina meraných veličín je závislá od teploty, preto je potrebné na vykonanie teplotných kompenzácií merať aj teplotu. Pokiaľ meracie zariadenie pre vyššie uvedené metódy nedisponuje snímačom teploty a pre dodržanie predpísanej presnosti je vplyv teploty potrebné zohľadniť, dodávateľ geotechnického monitoringu je povinný teplotu pri každom meraní sledovať s dostatočnou presnosťou a pri vyhodnotení merania vykonať potrebné korekcie.

### **2.2.2.10 Geologický dozor**

Geologický dozor, ako súčasť monitoringu, je potrebný pri realizácii zárezov a násypov cestných stavieb v náročných inžinierskogeologických a hydrogeologických pomeroch, resp. pri realizácii sanačných opatrení najmä v geotechnicky náročných pomeroch (zosuvné územia, neúnosné podlažie) a zároveň aj pri zakladaní náročnejších objektov súvisiacich s týmito stavbami (oporné a zárubné múry, vystužené oporné konštrukcie a podobne).

Geologický dozor sa zúčastňuje aj pri realizácii prác špeciálneho zakladania (veľkopriemerové piloty, mikropiloty, kotvenie, klincovanie) a prác súvisiacich so zakladaním (stavebné jamy). Prítomnosť geologického dozoru zdôrazňujeme pri zakladaní mostných objektov.

Geologický dozor ďalej posudzuje vhodnosť zemín pre použitie do násypov, technológiu budovania a skladbu zemných konštrukcií, posudzuje kategórie ťažiteľnosti zemín a hornín.

Geologický dozor preberá v spolupráci s projektantom základové škáry stavebných objektov.

Geologický dozor bude počas svojej činnosti zabezpečovať nasledujúce geologické práce a dokumentáciu:

- Záznam skutočných geologických pomerov počas vyššie uvedených stavebných prác vo forme geologickej dokumentácie písomnej alebo grafickej.
- Určuje a spracováva geologickú dokumentáciu prieskumných opatrení počas výstavby (doplňujúce prieskumné vrty).
- Fotodokumentáciu.
- V prípade overenia rozdielnych geotechnických pomerov ako sú predpokladané aj odber vzoriek hornín so záznamom miesta odberu, ich laboratórne spracovanie.

Geologický dozor vykonáva priebežne prvotnú, čiastkovú a súhrnnú geologickú dokumentáciu.

Prvotná geologická dokumentácia bude následne spracovaná v čiastkovej a súhrnnej geologickej dokumentácii (textová a grafická časť) tímom pracovníkov podliehajúcich zodpovednému riešiteľovi (hlavný geológ). Vyhodnotenie a znázornenie celej geologickej dokumentácie musí byť spracované aj v digitálnej forme.

Geologický dozor je zabezpečovaný jedným pracovníkom, v prípade súbežnej požiadavke účasti na viacerých pracoviskách dvomi pracovníkmi v priebehu zmeny. Podľa priebehu, druhu a spôsobu stavebných prác na objektoch realizovaných na povrchu sa uvažuje jeho prítomnosť na stavbe minimálne 2x týždenne.

Geologický dozor môže vykonávať len odborne spôsobilý inžiniersky geológ, resp. geotechnik s minimálne 5 ročnou odbornou praxou a skúsenosťami z realizácie líniových stavieb.

Doba výkonu je viazaná na obdobie realizácie zemných prác a zakladania (spodná stavba) súvisiacich objektov na povrchu.

Po ukončení všetkých uvedených prác a vypracovaní záverečnej geologickej správy, výkon tejto funkcie zaniká. Geologický dozor svojimi odbornými vedomosťami a svojim priamym pôsobením na stavbe prispieva k vytvoreniu optimálneho prostredia pre výstavbu, riadenie, kontrolu a bezpečnosť počas stavebných prác. Geologický dozor sa zúčastňuje na poradách a kontrolných dňoch súvisiacich s výstavbou a úzko spolupracuje so všetkými účastníkmi výstavby. Geologický dozor vykonáva aj poradenskú činnosť pri všetkých stavebných činnostiach podľa požiadaviek stavby. Výkon geologického dozoru a geologickej správy musia byť zabezpečované a spracované v rozsahu podľa príslušnej platnej geologickej legislatívy a STN.

## 2.3 Návrh geotechnického monitoringu

Návrh geotechnického monitoringu je spracovaný podľa častí stavby, ktoré si vzhľadom na technické riešenie a geotechnické podmienky vyžadujú dlhodobé sledovanie deformácií. Podľa členenia stavby geotechnický monitoring navrhujeme pre nasledovné časti stavby:

	Názov časti stavby
102	Diaľničný privádzač Lietavská Lúčka - Žilina
221	Zárubný múr - vpravo km 2,560 - 2,850
223	Zárubný múr - vpravo km 3,260 - 3,565
224	Zárubný múr - vľavo km 3,320 - 3,655
225	Oporný múr pri obj. 132-00
226	Zárubný múr na preložke poľnej cesty km 3,200 - 3,765
136	Preložka poľnej cesty km 4,745, vetva VA a vetva VB

Sledovanie deformácií mostov je navrhnuté mimo projektu geotechnického monitoringu v PD príslušného mostu.

### 2.3.1 102-00 Diaľničný privádzač Lietavská Lúčka - Žilina

Označenie, počet a umiestnenie objektov monitoringu je uvedené v nasledujúcej tabuľke:

	Monitorovací objekt	Počet	Označenie	Realizácia	Poznámka
km 0,0 - 0,6	Observačné geodetické body VVPB	2 ks	GBP1, GBP2	1 ks	1 exist. bod BVS 619 + 1 bod nový
	Geodetické body pozorované PB	2 ks	MPG1/1, MPG1/2	2 ks	nivelačná značka prichytená na koncové šachty meracieho profilu MP1 v km
	Meracie profily sadania – horizontálny inklinometer - pórové tlaky	1 ks 3 ks	MP-1 TP-1-3	35 m 3 x 10m	násyp v km 0,550

	Monitorovací objekt	Počet	Označenie	Realizácia	Poznámka
km 1,5 – 2,3	Observačné geodetické body VVPB	4 ks	GBP3, GBP4, GBP5, GBP6	3 ks	1 exist. bod BVS 616 + 3 body nové
	Geodetické body pozorované PB	8 ks	INKG1, INKG2, INKG3, INKG4, INKG5, VP31G, VP34G, VP36G	8 ks	nivelačná značka privarená k ochrannej ocelevej pažnici inklinometrických vrtov aj existujúcich
		2 ks	MPG2/1, MPG2/2	2 ks	nivelačná značka prichytená na koncové šachty meracieho profilu MP2
	Inklinometrické vrty	1 ks	INK-1	12 m	päta násypu v km 1,575
		2 ks	INK-2, 3	12 + 12 m	zárez v km 1,775
		1 ks	INK-4	15 m	zárez v km 1,950
		2 ks	INK-5, VP31I	15 m	zárez v km 2,025, exist. vrt VP31I (15m)
		1 ks	VP34I		zárez v km 2,150, exist. vrt VP34I (15m)
		1 ks	VP36I		zárez v km 2,225, exist. vrt VP36I (15m)

	Piezometrické vrty	1 ks	PZ-1	15 m	zárez v km 1,950
		2 ks	PZ-2, VP31H	15 m	zárez v km 2,150, exist. vrt VP31H (15m)
		1 ks	VP34H		zárez v km 2,150, exist. vrt VP34H (15m)
		1 ks	VP36H		zárez v km 2,225, exist. vrt VP36H (15m)
	Meracie profily sadania – horizontálny inklinometer - pórové tlaky	1 ks	MP-2	45 m	násyp v km 1,575
		3 ks	TP-1-3	3 x 12m	

	Monitorovací objekt	Počet	Označenie	Realizácia	Poznámka
km 2,5 – 3,8	Observačné geodetické body VVPB	8 ks	GBP7, GBP8, GBP9, GBP10, GBP11, GBP12, GBP13, GBP14	4 ks	4 exist. body BVS 825, 829, 930, 831 4 body nové
	Geodetické body pozorované PB	2 ks	INKG6, INKG37	2 ks	nivelačná značka privarená k ochrannej oceleovej pažnici inklinometrických vrtov
		2 ks	MPG5/1, MPG5/2	2 ks	nivelačná značka prichytená na koncové šachty meracieho profilu MP5
	Inklinometrické vrty	1 ks	INK-6	12 m	päta násypu v km 2,550
		1 ks	INK-37	12 m	päta násypu v km 2,975
	Extenzometre	3 ks	E1, 2, 3	2-4-6 m	násyp v km 2,550
		3 ks	E4, 5, 6	3-6-9 m	násyp v km 2,975
	Meracie profily sadania – horizontálny inklinometer - pórové tlaky	1 ks	MP-5	40 m	násyp v km 2,975
		3 ks	TP-1-3	3 x 12m	



km 5,5 – 6,0	Observačné geodetické body VVPB	5 ks	GBP15, GBP16, GBP17, GBP18, GBP19	2 ks	3 exist. body BVS 697, 698, 699  2 body nové
	Geodetické body pozorované PB	4 ks	INKG33, INKG34, INKG35, INKG36	4 ks	nivelačná značka privarená k ochrannej oceleovej pažnici inklinometrických vrtov
		2 ks	MPG4/1, MPG4/2	2 ks	nivelačná značka prichytená na koncové šachty meracieho profilu MP4
	Inklinometrické vrty	2 ks	INK-33, INK-34	12 + 12 m	päta násypu v km 5,600
		2 ks	INK-35, INK-36	15 + 15 m	zárez v km 5,750-5,850
	Piezometrické vrty	2 ks	PZ-19, PZ-20	15 + 15 m	zárez v km 5,750-5,850
	Odvodňovacie vrty	4 ks	Podľa DSP	4 ks	vyústenia OV
	Meracie profily sadania – horizontálny inklinometer - pórové tlaky	1 ks	MP-4	60 m	násyp v km 5,600
		3 ks	TP-1-3	3 x 12m	

### **2.3.2 136-00 Preložka poľnej cesty km 4,745, vetva VA a vetva VB**

Označenie, počet a umiestnenie objektov monitoringu je uvedené v nasledujúcej tabuľke:

	Monitorovací objekt	Počet	Označenie	Realizácia	Poznámka
Vetva A + vetva B	Observačné geodetické body VVPB	3 ks	GBP20, GBP21, GBP22	1 ks	2 exist. body BVS 693, 694  1 bod nový
	Geodetické body pozorované PB	2 ks	INKG31, INKG32	2 ks	nivelačná značka privarená k ochrannej oceleovej pažnici inklinometrických vrtov
		2 ks	MPG3/1, MPG3/2	2 ks	nivelačná značka prichytená na koncové šachty meracieho profilu MP3

	Inklinometrické vrtý	1 ks	INK-31	12 m	päta násypu v km 0,325 VA
		1 ks	INK-32	18 m	zárez v km 0,175 VB
	Piezometrické vrtý	1 ks	PZ-18	18 m	zárez v km 0,175 VB
	Meracie profily sadania – horizontálny inklinometer - pórové tlaky	1 ks	MP-3	30 m	násyp v km 0,325 VA
		3 ks	TP-1-3	3 x 12m	
	Extenzometre	3 ks	E7, E8, E9	3-6-9 m	násyp v km 0,325 VA

### 2.3.3 221-00 Zárubný múr - vpravo km 2,560 - 2,850

Označenie, počet a umiestnenie objektov monitoringu je uvedené v nasledujúcej tabuľke:

Monitorovací objekt	Počet	Označenie	Realizácia	Poznámka
Geodetické body pozorované PB	8 ks	221G1-221G8	8 ks	nivelačná značka osadená na rímse
	4 ks	INKG7, INKG8, INKG9, INKG10	4 ks	nivelačná značka privarená k ochrannej oceľovej pažnici inklinometrických vrtov
Inklinometrické vrtý	4 ks	INK-7, INK-8, INK-9, INK-10	4 x 15 m	osadené medzi múrom a cestou 133

### 2.3.4 223-00 Zárubný múr - vpravo km 3,260 - 3,565

Označenie, počet a umiestnenie objektov monitoringu je uvedené v nasledujúcej tabuľke:

Monitorovací objekt	Počet	Označenie	Realizácia	Poznámka
Geodetické body pozorované PB	4 ks	INKG11 - INKG14	4 ks	nivelačná značka privarená k ochrannej oceľovej pažnici inklinometrického vrtu
	8 ks	223G1-223G8	8 ks	nivelačná značka osadená na rímse
Inklinometrické vrtý	4 ks	INK-11, INK-12, INK-13, INK-14	4 x 15 m	osadené v pilotovej stene



Piezometrické vrtý	4 ks	PZ-3, PZ-4, PZ-5, PZ-6	4 x 15 m	osadené v pilotovej stene
Snímače sily v kotvách	4 ks	K223/1, K223/2, K223/3, K223/4	4 ks	umiestnenie podľa DRS
Odvodňovacie vrtý	20 ks	Podľa DSP	20 ks	vyústenia OV

### **2.3.5 224-00 Zárubný múr - vľavo km 3,320 - 3,655**

Označenie, počet a umiestnenie objektov monitoringu je uvedené v nasledujúcej tabuľke:

Monitorovací objekt	Počet	Označenie	Realizácia	Poznámka
Geodetické body pozorované PB	6 ks	INKG23 – INKG28	6 ks	nivelačná značka privarená k ochrannej oceľovej pažnici inklinometrického vrtu
	8 ks	224G1-224G8	8 ks	nivelačná značka osadená na rímse
Inklinometrické vrtý	6 ks	INK-23 - INK-28	6 x 15 m	osadené v pilotovej stene
Piezometrické vrtý	4 ks	PZ-14, PZ-15, PZ-16, PZ-17	4 x 15 m	osadené v pilotovej stene
Snímače sily v kotvách	4 ks	K224/1, K224/2, K224/3, K224/4	4 ks	umiestnenie podľa DRS
Odvodňovacie vrtý	23 ks	Podľa DSP	23 ks	vyústenia OV

### **2.3.6 225-00 Oporný múr pri obj. 132-00**

Označenie, počet a umiestnenie objektov monitoringu je uvedené v nasledujúcej tabuľke:

Monitorovací objekt	Počet	Označenie	Realizácia	Poznámka
Geodetické body pozorované PB	2 ks	INKG29, NKG30	2 ks	nivelačná značka privarená k ochrannej oceľovej pažnici inklinometrického vrtu
Inklinometrické vrtý	2 ks	INK-29, INK-30	2 x 12 m	INK-29 osadený v gabionovom múre INK-30 osadený nad zárezom obj. 132

### 2.3.7 226-00 Zárubný múr na preložke poľnej cesty km 3,200 - 3,765

Označenie, počet a umiestnenie objektov monitoringu je uvedené v nasledujúcej tabuľke:

Monitorovací objekt	Počet	Označenie	Realizácia	Poznámka
Geodetické body pozorované PB	8 ks	INKG15 - INKG22	8 ks	nivelačná značka privarená k ochrannej oceľovej pažnici inklinometrického vrtu
	12 ks	226G1-226G12	12 ks	nivelačná značka osadená na rímse
Inklinometrické vrtý	8 ks	INK-15 – INK-22	8 x 20 m	osadené v pilotovej stene
Piezometrické vrtý	7 ks	PZ-4 – PZ13	7 x 20 m	osadené v pilotovej stene
Snímače sily v kotvách	7 ks	K226/1 - K226/7	7 ks	umiestnenie podľa DRS
Odvodňovacie vrtý	37 ks	Podľa DSP	37 ks	vyústenia OV

Orientačné súradnice inklinometrických vrtov, piezometrických vrtov a vrtov pre meranie pórových tlakov uvádzajú nasledujúce tabuľky:

**Tabuľka súradníc navrhovaných objektov – inklinometrické vrtý**

**Súradnicový systém S-JTSK**

bod	súradnice bodu	
	X	Y
INK-1	444610.941	1179847.924
INK-2	444562.020	1179647.882
INK-3	444595.823	1179647.926
INK-4	444560.509	1179472.436
INK-5	444567.352	1179389.982
INK-6	444734.645	1178889.426
INK-7	444711.600	1178880.534
INK-8	444724.926	1178783.511
INK-9	444736.674	1178698.226
INK-10	444749.250	1178606.975
INK-11	444784.095	1178161.387
INK-12	444758.045	1178093.238
INK-13	444708.763	1178025.401
INK-14	444630.369	1177966.125
INK-15	444725.270	1178241.819

INK-16	444738.728	1178201.816
INK-17	444754.364	1178159.633
INK-18	444744.651	1178099.891
INK-19	444698.330	1178035.590
INK-20	444623.327	1177978.815
INK-21	444572.924	1177957.237
INK-22	444507.541	1177932.638
INK-23	444783.898	1178099.484
INK-24	444758.148	1178054.389
INK-25	444722.935	1178011.114
INK-26	444687.461	1177978.257
INK-27	444640.036	1177947.811
INK-28	444585.940	1177923.410
INK-29	444855.061	1178042.692
INK-30	444838.978	1178046.627
INK-31	444081.415	1177009.335
INK-32	444017.776	1177187.004
INK-33	443479.846	1176469.976
INK-34	443425.031	1176486.541
INK-35	443388.657	1176335.050
INK-36	443381.627	1176220.408
INK-37	444797.926	1178471.959

**Tabuľka súradníc navrhovaných objektov – piezometrické vrty**  
**Súradnicový systém S-JTSK**

bod	súradnice bodu	
	X	Y
PZ-1	444561.165	1179466.802
PZ-2	444568.103	1179384.467
PZ-3	444783.409	1178155.895
PZ-4	444757.147	1178088.226
PZ-5	444706.426	1178021.444
PZ-6	444627.166	1177963.075
PZ-7	444738.076	1178196.284
PZ-8	444757.108	1178154.669
PZ-9	444743.057	1178094.589
PZ-10	444695.001	1178031.643
PZ-11	444619.498	1177975.095
PZ-12	444568.671	1177953.726
PZ-13	444502.616	1177929.471
PZ-14	444755.352	1178049.995
PZ-15	444719.759	1178006.536
PZ-16	444684.237	1177974.960

PZ-17	444636.622	1177943.748
PZ-18	444012.212	1177185.316
PZ-19	443385.611	1176331.335
PZ-20	443380.618	1176214.429

**Tabuľka súradníc navrhovaných objektov – vrty pre meranie  
pórových tlakov**

**Súradnicový systém S-JTSK**

profil	bod	súradnice bodu	
		X	Y
MP1	1-PT1	444864.573	1180759.256
	1-PT2	444857.793	1180767.979
	1-PT3	444848.608	1180779.796
MP2	2-PT1	444604.565	1179847.925
	2-PT2	444585.287	1179847.925
	2-PT3	444568.767	1179847.925
MP3	3-PT1	444079.687	1177012.953
	3-PT2	444075.238	1177022.262
	3-PT3	444070.254	1177032.691
MP4	4-PT1	443475.420	1176471.288
	4-PT2	443452.174	1176478.178
	4-PT3	443430.569	1176484.580
MP5	5-PT1	444793.741	1178471.383
	5-PT2	444778.684	1178469.313
	5-PT3	444763.499	1178467.225

## 2.4 Etapizácia monitoringu a frekvencia meraní

Geotechnický monitoring bude zabezpečovaný v etape pred výstavbou, počas výstavby a počas prevádzky.

V rámci monitoringu **pred výstavbou** budú vybudované všetky monitorovacie objekty, ktoré je možné zrealizovať bez potrebných súvisiacich stavebných prác. Ich prehľad uvádza nasledujúca tabuľka.

Monitorovací objekt	Označenie	Realizácia
Observačné geodetické body VVPB	GBP1, GBP3, GBP4, GBP22,	4 ks
Geodetické body pozorované PB	INKG2, INKG3, VP31G, VP34G, VP36G, INKG31, INKG32, INKG33, INKG35,	9 ks
Inklinometrické vrty	INK-2, INK-3, INK-31, INK-32, INK-33, INK-35	4x12 m 1x15 m 1x18 m

Piezometrické vrty	PZ-18, PZ-19	1x15 m 1x18 m
--------------------	--------------	------------------

**Počas výstavby** bude dobudovaná sieť monitorovacích objektov, pričom ich inštalácia bude koordinovaná podľa postupu stavebných prác. Ich prehľad uvádza nasledujúca tabuľka.

102-00 Diaľničný privádzač Lietavská Lúčka - Žilina

	Monitorovací objekt	Označenie	Realizácia
km 0,0 - 0,6	Geodetické body pozorované PB	MPG1/1, MPG1/2	2 ks
	Meracie profily sadania – horizontálny inklinometer - pórové tlaky	MP-1	35 m
		TP-1-3	3 x 10m

	Monitorovací objekt	Označenie	Realizácia
km 1,5 – 2,3	Observačné geodetické body VVPB	GBP5	1 ks
	Geodetické body pozorované PB	INKG1, INKG4, INKG5	3 ks
		MPG2/1, MPG2/2	2 ks
	Inklinometrické vrty	INK-1	12 m
		INK-4	15 m
		INK-5	15 m
	Piezometrické vrty	PZ-1	15 m
		PZ-2	15 m
	Meracie profily sadania – horizontálny inklinometer - pórové tlaky	MP-2	45 m
		TP-1-3	3 x 12m

	Monitorovací objekt	Označenie	Realizácia
km 2,5 – 3,8	Observačné geodetické body VVPB	GBP9, GBP10, GBP11, GBP12	4 ks
	Geodetické body pozorované PB	INKG6, INKG37	2 ks
		MPG5/1, MPG5/2	2 ks
	Inklinometrické vrty	INK-6	12 m
		INK-37	12 m
	Extenzometre	E1, 2, 3	2-4-6 m
		E4, 5, 6	3-6-9 m
	Meracie profily sadania – horizontálny inklinometer - pórové tlaky	MP-5	40 m
		TP-1-3	3 x 12m

km 5,5 – 6,0	Observačné geodetické body VVPB	GBP16, GBP17	2 ks
	Geodetické body pozorované PB	INKG34, INKG36	2ks
		MPG4/1, MPG4/2	2 ks
	Inklinometrické vrty	INK-34	12 m
		INK-36	15 m
	Piezometrické vrty	PZ-20	15 m
	Odvodňovacie vrty	VV1 - VV4	4 ks*
	Meracie profily sadania – horizontálny inklinometer - pórové tlaky	MP-4	60 m
		TP-1-3	3 x 12m

\*realizácia odvodňovacích vrtovej je v rámci objektu 102

136-00 Preložka poľnej cesty km 4,745, vetva VA a vetva VB

	Monitorovací objekt	Označenie	Realizácia
Vetva A + vetva B	Geodetické body pozorované PB	MPG3/1, MPG3/2	2 ks
	Meracie profily sadania – horizontálny inklinometer - pórové tlaky	MP-3	30 m
		TP-1-3	3 x 12m
	Extenzometre	E7, E8, E9	3-6-9 m

221-00 Zárubný múr - vpravo km 2,560 - 2,850

Monitorovací objekt	Označenie	Realizácia
Geodetické body pozorované PB	221G1-221G8	8 ks
	INKG7, INKG8, INKG9, INKG10	4 ks
Inklinometrické vrtý	INK-7, INK-8, INK-9, INK-10	4 x 15 m

223-00 Zárubný múr - vpravo km 3,260 - 3,565

Monitorovací objekt	Označenie	Realizácia
Geodetické body pozorované PB	INKG11 - INKG14	4 ks
	223G1-223G8	8 ks
Inklinometrické vrtý	INK-11, INK-12, INK-13, INK-14	4 x 15 m
Piezometrické vrtý	PZ-3, PZ-4, PZ-5, PZ-6	4 x 15 m
Snímače sily v kotvách	K223/1, K223/2, K223/3, K223/4	4 ks
Odvodňovacie vrtý		20 ks*

\*realizácia odvodňovacích vrtov je v rámci objektu

224-00 Zárubný múr - vľavo km 3,320 - 3,655

Monitorovací objekt	Označenie	Realizácia
Geodetické body pozorované PB	INKG23 – INKG28	6 ks
	224G1-224G8	8 ks
Inklinometrické vrtý	INK-23 - INK-28	6 x 15 m
Piezometrické vrtý	PZ-14, PZ-15, PZ-16, PZ-17	4 x 15 m
Snímače sily v kotvách	K224/1, K224/2, K224/3, K224/4	4 ks
Odvodňovacie vrtý		23 ks*

\*realizácia odvodňovacích vrtov je v rámci objektu

225-00 Oporný múr pri obj. 132-00

Monitorovací objekt	Označenie	Realizácia
Geodetické body pozorované PB	INKG29, NKG30	2ks
Inklinometrické vrtý	INK-29, INK-30	2 x 12 m

226-00 Zárubný múr na preložke poľnej cesty km 3,200 - 3,765

Monitorovací objekt	Označenie	Realizácia
Geodetické body pozorované PB	INKG15 - INKG22	8 ks
	226G1-226G12	12 ks
Inklinometrické vrtý	INK-15 – INK-22	8 x 20 m
Piezometrické vrtý	PZ-4 – PZ13	7 x 20 m
Snímače sily v kotvách	K226/1 - K226/7	7 ks
Odvodňovacie vrtý		37 ks*

\*realizácia odvodňovacích vrtov je v rámci objektu

**Počas prevádzky** sa budú vykonávať merania na všetkých monitorovacích objektoch.



Navrhovaná frekvencia a počet meraní pred výstavbou, počas výstavby (**doba výstavby 40 mesiacov**) a počas prevádzky (**1 rok**) je nasledujúca:

#### Inklinometrické merania

- pred výstavbou sa vykoná základné a 1 kontrolné meranie vrátane vrtoch existujúcich
- počas výstavby - základné meranie na vrtoch vybudovaných v etape výstavby a 10 kontrolných meraní na všetkých vrtoch počas stavebných prác
- počas prevádzky v prvom roku - 1 kontrolné meranie na všetkých vrtoch

#### Geodetické merania

- pred výstavbou sa vykoná základné a 1 kontrolné meranie
- počas výstavby - základné meranie na bodoch vybudovaných v etape výstavby a 10 kontrolných meraní na všetkých bodoch
- počas prevádzky v prvom roku - 1 kontrolné meranie na všetkých bodoch

#### Meracie profily – sadanie a priebeh konsolidácie, pórové tlaky

- pred výstavbou sa merania nerealizujú
- počas výstavby - základné meranie a 10 kontrolných meraní na všetkých profiloch
- počas prevádzky v prvom roku - 1 kontrolné meranie na všetkých profiloch

#### Merania úrovne hladiny podzemnej vody

- pred výstavbou sa vykoná základné a 1 kontrolné meranie vrátane vrtoch existujúcich
- počas výstavby - základné meranie na vrtoch vybudovaných v etape výstavby a 40 kontrolných meraní na všetkých vrtoch
- počas prevádzky v prvom roku - 1 kontrolné meranie na všetkých vrtoch

#### Dlhodobá únosnosť kotiev

- počas výstavby - základné meranie a 5 kontrolných meraní na všetkých kotvách
- počas prevádzky v prvom roku - 1 kontrolné meranie na všetkých kotvách

#### Výdatnosť odvodňovacích vrtoch

- počas výstavby - základné meranie a 20 kontrolných meraní na všetkých vrtoch
- počas prevádzky v prvom roku - 1 kontrolné meranie na všetkých vrtoch

#### Extenzometrické merania

- počas výstavby - základné meranie a 5 kontrolných meraní na všetkých extenzometroch
- počas prevádzky v prvom roku - 1 kontrolné meranie na všetkých extenzometroch

Prehľad počtu meraní v jednotlivých etapách uvádzajú nasledujúce tabuľky:

(použité skratky: **ZM** - základné meranie, **KM** - kontrolné meranie)

102-00 Diaľničný privádzač Lietavská Lúčka - Žilina

	Monitorovací objekt	Počet	Označenie	Pred	Počas	Po
km 0,0 - 0,6	Observačné geodetické body VVPB	2 ks	GBP1, GBP2	ZM+1KM	10KM	1KM
	Geodetické body pozorované PB	2 ks	MPG1/1, MPG1/2		ZM+10KM	1KM
	Meracie profily sadania – horizontálny inklinometer - pórové tlaky	1 ks	MP-1		ZM+10KM	1KM
		3 ks	TP-1-3			

	Monitorovací objekt	Počet	Označenie	Pred	Počas	Po
km 1,5 – 2,3	Observačné geodetické body VVPB	3 ks	GBP3, GBP4, GBP6	ZM+1KM	10KM	1KM
		1 ks	GBP5		ZM+10KM	1KM
	Geodetické body pozorované PB	5 ks	INKG2, INKG3, VP31G, VP34G, VP36G	ZM+1KM	10KM	1KM
		3 ks	INKG1, INKG4, INKG-5		ZM+10KM	1KM
		2 ks	MPG2/1, MPG2/2		ZM+10KM	1KM
	Inklinometrické vrty	1 ks	INK-1		ZM+10KM	1KM
		2 ks	INK-2, INK-3	ZM+1KM	10KM	1KM
		2 ks	INK-4, INK-5		ZM+10KM	1KM
		1 ks	INK-5		ZM+10KM	1KM
		1 ks	VP31I, VP34I, VP36I	ZM+1KM	10KM	1KM
	Piezometrické vrty	2 ks	PZ-1, PZ-2		ZM+40KM	1KM
		3 ks	VP31H, VP34H, VP36H	ZM+1KM	40KM	1KM
	Meracie profily sadania – horizontálny inklinometer - pórové tlaky	1 ks	MP-2		ZM+10KM	1KM
		3 ks	TP-1-3			

	Monitorovací objekt	Počet	Označenie	Pred	Počas	Po
km 2,5 – 3,8	Observačné geodetické body VVPB	8 ks	GBP7, GBP8, GBP9, GBP10, GBP11, GBP12, GBP13, GBP14		ZM+10KM	1KM
	Geodetické body pozorované PB	2 ks	INKG6, INKG37		ZM+10KM	1KM
		2 ks	MPG5/1, MPG5/2		ZM+10KM	1KM
	Inklinometrické vrty	2 ks	INK-6, INK-37		ZM+10KM	1KM
	Extenzometre	3 ks	E1, 2, 3		ZM+5KM	1KM
		3 ks	E4, 5, 6		ZM+5KM	1KM
	Meracie profily sadania – horizontálny inklinometer - pórové tlaky	1 ks	MP-5		ZM+10KM	1KM
		3 ks	TP-1-3			

	Monitorovací objekt	Počet	Označenie	Pred	Počas	Po
km 5,5 – 6,0	Observačné geodetické body VVPB	3 ks	GBP15, GBP18, GBP19	ZM+1KM	10KM	1KM
		2 ks	GBP16, GBP17		ZM+10KM	1KM
	Geodetické body pozorované PB	2 ks	INKG33, INKG35	ZM+1KM	10KM	1KM
		2 ks	INKG34, INKG36		ZM+10KM	1KM
		2 ks	MPG4/1, MPG4/2		ZM+10KM	1KM
	Inklinometrické vrty	2 ks	INK-33, INK-35	ZM+1KM	10KM	1KM
		2 ks	INK-34, INK-36		ZM+10KM	1KM
	Piezometrické vrty	1 ks	PZ-19	ZM+1KM	40KM	1KM
		1 ks	PZ-20		ZM+40KM	1KM
	Odvodňovacie vrty	4 ks	VV1 – VV4		ZM+20KM	1KM
	Meracie profily sadania – horizontálny inklinometer - pórové tlaky	1 ks	MP-4		ZM+10KM	1KM
		3 ks	TP-1-3			

136-00 Preložka poľnej cesty km 4,745, vetva VA a vetva VB

	Monitorovací objekt	Počet	Označenie	Pred	Počas	Po
Vetva A + vetva B	Observačné geodetické body VVPB	3 ks	GBP20, GBP21, GBP22	ZM+1KM	10KM	1KM
	Geodetické body pozorované PB	2 ks	INKG31, INKG32	ZM+1KM	10KM	1KM
		2 ks	MPG3/1, MPG3/2		ZM+10KM	1KM
	Inklinometrické vrtý	1 ks	INK-31	ZM+1KM	10KM	1KM
		1 ks	INK-32	ZM+1KM	10KM	1KM
	Piezometrické vrtý	1 ks	PZ-18	ZM+1KM	40KM	1KM
	Meracie profily sadania – horizontálny inklinometer - pórové tlaky	1 ks	MP-3		ZM+10KM	1KM
		3 ks	TP-1-3			
	Extenzometre	3 ks	E7, E8, E9		ZM+5KM	1KM

221-00 Zárubný múr - vpravo km 2,560 - 2,850

Monitorovací objekt	Počet	Označenie	Pred	Počas	Po
Geodetické body pozorované PB	8 ks	221G1-221G8		ZM+10KM	1KM
	4 ks	INKG7, INKG8, INKG9, INKG10		ZM+10KM	1KM
Inklinometrické vrtý	4 ks	INK-7, INK-8, INK-9, INK-10		ZM+10KM	1KM

223-00 Zárubný múr - vpravo km 3,260 - 3,565

Monitorovací objekt	Počet	Označenie	Pred	Počas	Po
Geodetické body pozorované PB	4 ks	INKG11 - INKG14		ZM+10KM	1KM
	8 ks	223G1-223G8		ZM+10KM	1KM
Inklinometrické vrtý	4 ks	INK-11, INK-12, INK-13, INK-14		ZM+10KM	1KM

Piezometrické vrtý	4 ks	PZ-3, PZ-4, PZ-5, PZ-6		ZM+40KM	1KM
Snímače sily v kotvách	4 ks	K223/1, K223/2, K223/3, K223/4		ZM+5KM	1KM
Odvodňovacie vrtý	20 ks	Podľa DSP		ZM+20KM	1KM

224-00 Zárubný múr - vľavo km 3,320 - 3,655

Monitorovací objekt	Počet	Označenie	Pred	Počas	Po
Geodetické body pozorované PB	6 ks	INKG23 – INKG28		ZM+10KM	1KM
	8 ks	224G1-224G8		ZM+10KM	1KM
Inklinometrické vrtý	6 ks	INK-23 - INK-28		ZM+10KM	1KM
Piezometrické vrtý	4 ks	PZ-14, PZ-15, PZ-16, PZ-17		ZM+40KM	1KM
Snímače sily v kotvách	4 ks	K224/1, K224/2, K224/3, K224/4		ZM+5KM	1KM
Odvodňovacie vrtý	23 ks	Podľa DSP		ZM+20KM	1KM

225-00 Oporný múr pri obj. 132-00

Monitorovací objekt	Počet	Označenie	Pred	Počas	Po
Geodetické body pozorované PB	2 ks	INKG29, NKG30		ZM+10KM	1KM
Inklinometrické vrtý	2 ks	INK-29, INK-30		ZM+10KM	1KM

226-00 Zárubný múr na preložke poľnej cesty km 3,200 - 3,765

Monitorovací objekt	Počet	Označenie	Pred	Počas	Po
Geodetické body pozorované PB	8 ks	INKG15 - INKG22		ZM+10KM	1KM
	12 ks	226G1-226G12			
Inklinometrické vrtý	8 ks	INK-15 – INK-22		ZM+10KM	1KM

Piezometrické vrtý	7 ks	PZ-4 – PZ13		ZM+40KM	1KM
Snímače sily v kotvách	7 ks	K226/1 - K226/7		ZM+5KM	1KM
Odvodňovacie vrtý	37 ks	Podľa DSP		ZM+20KM	1KM

## 2.5 Plán zberu, spracovania, prezentácie a archivácie výsledkov GTM

Základné meranie pri každej meracej metóde je nevyhnutné vykonať bezprostredne po zabudovaní meracích miest, ak to technológia dovoľuje. K prvotnému zaznamenaniu nameraných údajov slúžia terénne pracovné formuláre, ktorých kópie s nameranými hodnotami musia byť uložené v nezmenenom stave na bezpečnom mieste u dodávateľa monitoringu. Ak má merací prístroj pamäť, zaznamenáva sa do terénneho protokolu odkaz na cestu a názov elektronického súboru s nameranými hodnotami. Terénny pracovný protokol z merania má obsahovať nasledovné údaje:

- názov stavby, názov objektu, názov zhotoviteľa,
- označenie a staničenie meracieho profilu,
- označenie meracieho miesta,
- dátum a čas zabudovania meracieho miesta,
- dátum a hodnotu základného odčítania,
- dátum, poradie a hodnotu (resp. odkaz na súbor) odčítania každého etapového merania,
- typ a výrobné číslo meracieho prístroja,
- meno merača,
- popis stavebnej etapy,
- iné pozorovania pre doplnenie poznatkov (klimatické pomery, poškodenia, ... ).

Všetky vyplnené pracovné formuláre a elektronické dáta zo základných meraní sa kopírujú (zálohujú) bezprostredne po vykonaní merania. Namerané hodnoty z etapových meraní sa zálohujú 1x mesačne na archívnu CD ROM.

Vyhodnotenie merania znamená prevod nameraných hodnôt na sledovanú inžiniersku veličinu (napr. digit → kPa), ich znázornenie v tabuľkovej a grafickej forme v závislosti od času. Meranie musí byť vyhodnotené tak, aby popri nameranej hodnote boli zjavné aj trendy vo vývoji hodnoty s ohľadom na kritéria varovných stavov pre sledovanú veličinu. Meranie je potrebné vyhodnotiť v deň merania a rozoslať po vnútornej sieti kompetentným osobám.

Databáza geotechnického monitoringu je komplexný súbor poznatkov a dát udržiavaný denne v aktuálnom stave. V databáze sa cez odsúhlasené informačné toky (internou sieťou) sústreďujú vyhodnotené dáta zo všetkých typov meraní a poznatky, ktoré môžu napomôcť k správnej interpretácii týchto výsledkov. K databáze má prístup okrem kompetentných zodpovedných pracovníkov zhotoviteľa geotechnického monitoringu aj zodpovedný pracovník investora, zhotoviteľa, autorského dozoru projektanta a spracovateľa realizačnej dokumentácie. Z databázy GTM sa mesačne vykoná správa, ktorá sa rozpošle uvedeným osobám a archivuje sa zhotoviteľom GTM na archívnom PC. V ročných intervaloch počas výstavby sa vypracuje súhrnná ročná správa. Po ukončení výstavby bude spracovaná záverečná správa GTM (stručný prehľad

realizovaných meraní), v ktorej budú aj odporúčania pre ďalšiu etapu monitoringu počas prevádzky.

## **2.6 Interpretácia meraní, varovné stavy a návrh technicko-bezpečnostných opatrení**

Výsledky meraní zhromažďované v databáze GTM sú podkladom pre opatrenia stanovované na geotechnických poradách a kontrolných dňoch. V prípade dosiahnutia nižšie popísaných varovných stavov informuje zhotoviteľ monitoringu okamžite vedenie stavby a dozor. Základom pre interpretáciu výsledkov meraní sú definované varovné stavy, ktorých návrh predkladá autorský dozor projektanta na základe statických výpočtov. Varovné stavy sú medzné hodnoty sledovaných veličín, pri ktorých je potrebné prispôbiť, resp. prehodnotiť pôvodný návrh projektu t.j. prijať opatrenia organizačné, technické, technologické a bezpečnostné.

Štruktúra varovných stavov musí byť odstupňovaná tak, aby sa rozpoznala oblasť s vysokou mierou bezpečnosti, oblasť s predpokladaným správaním sa, oblasť so symptómami nepredpokladaného správania sa, oblasť kritická a havarijná. V oblasti s vysokou mierou bezpečnosti sa prijímajú rozhodnutia za účelom ekonomického zefektívnenia výstavby. V oblasti s predpokladaným správaním sa postupuje podľa navrhnutého realizačného projektu. Pri zaznamenaní symptómov nepredpokladaného správania sa horninového prostredia skráti sa interval meraní a prijmu sa opatrenia, aby nedošlo ku kritickému stavu. Pri kritickom stave nedochádza k ustáleniu rýchlosti meraných veličín, u stavu havarijného dochádza k zrýchleniu vývoja. Kritéria varovných stavov musia byť detailne rozpracované v realizačnej dokumentácii s ohľadom na očakávané geotechnické riziká. Kritéria varovných stavov sa budú počas výstavby upresňovať (zásady observačnej metódy).

Technicko-bezpečnostné opatrenia pri prekročení navrhnutých kritérií varovných stavov musia byť definované vopred a to v rovine organizačnej, technickej, technologickej a bezpečnostnej.

Limity pre varovné stavy budú spracované v DRS zhotoviteľa na základe upresnenia projektanta DSP.

## **2.7 Návrh systematickej kontroly a dohľadu**

Požaduje sa, aby zhotoviteľ geotechnického monitoringu mal platný audit na systém manažérstva kvality podľa ISO 9001:2001. Vzhľadom na potenciálne geotechnické riziká pri výstavbe odporúčame investorovi zaviesť rizikový manažment adaptovaný na nepriaznivé udalosti majúce pôvod v interakcii budovaných konštrukcií s horninovým prostredím - manažment geotechnických rizík. Geotechnické riziko je súčin pravdepodobnosti výskytu takejto udalosti a jej následkov.

Proces manažmentu geotechnických rizík sa člení na 3 etapy: identifikáciu, analýzu a kontrolu geotechnických rizík.

Na identifikáciu všetkých neistôt a rizík spojených s horninovým masívom je výhodné využiť techniku brainstormingu pri stretnutí geotechnikov zúčastnených na projekte. Nevyhnutným predpokladom úspešnej identifikácie je včasné oboznámenie sa zúčastnených geotechnikov s projektom a všetkými relevantnými informáciami získanými v predošlých fázach prípravy stavby. Okrem identifikácie všetkých možných rizík sa musia identifikovať spôsoby kontroly rizika - opatrenia na zamedzenie a redukciu výskytu rizík, metódy sledovania identifikovaných signifikantných rizík, kritéria prijateľnosti geotechnických rizík. Register geotechnických rizík je záznam všetkých údajov a rozhodnutí, ktorý slúži na zdieľanie informácií medzi analytikmi - geotechnikmi ako aj účastníkmi procesu výstavby. Identifikované geotechnické riziká aj s návrhom kontroly rizík sa zaznamenávajú do registra rizík. V ďalších etapách manažmentu sa register



priebežne dopĺňa. Typický register geotechnických rizík obsahuje tieto položky: číslo rizika, názov/popis rizika, príčinu výskytu, ocenenie rizika pred a po jeho kontrole, spôsob kontroly rizika, náklady spojené s rizikom a vlastník rizika podľa zodpovednosti v zmysle zmluvných podmienok. Manažment geotechnických rizík by sa nemal uplatňovať izolovane od ostatných činností projektového riadenia. Komunikácia o rizikách a konzultovanie s účastníkmi výstavby ako aj tretími osobami má byť obojsmerná a priebežná počas celého procesu výstavby.

Kvantifikácia ako súčasť rizikovej analýzy sa vykonáva riešením jednoduchej rovnice  $R = P \times N(1)$ , kde P je pravdepodobnosť výskytu nepriaznivého javu a N je následok tohto výskytu. Komplikovanejšie býva získanie práve vstupov do tejto rovnice.

Vzhľadom na popis týchto vstupov sú možné dva prístupy ku kvantifikácii:

- Jednoduchý prístup, pri ktorom využijeme číselné odhady pravdepodobnosti a následkov výskytu rizík, tieto čísla dosadíme do rovnice (1) a vypočítame hodnoty rizík, prípadne vypočítame celkové riziko ako sumáciu cez všetky identifikované riziká. Nevýhodou tohto prístupu je, že nepopisuje neistoty spojené s odhadom rizika.
- Komplexným prístupom, pri ktorom následky aj pravdepodobnosť výskytu považujeme za náhodné veličiny. Rozdelenia týchto náhodných veličín môžeme získať odhadom najpravdepodobnejšej hodnoty veličiny – modusu, minima a maxima náhodnej veličiny. Riziko potom vypočítame pomocou niektorej zo simulačných metód, takto získame riziko ako rozdelenie náhodnej veličiny. To nám umožňuje prezentovať riziko v kvantiloch (napr.: 50 %, 75 %, 95 %).

Predpokladom systematickej kontroly rizík je kvalitná databáza výsledkov geotechnického monitoringu. Výsledky geotechnických meraní sa interpretujú na poradiach stavby.

## **2.8 Plánovanie, predvídanie a organizovanie**

Základom plánovania je formulácia cieľov. Cieľom geotechnického monitoringu je vytvoriť databázu informácií umožňujúcich prijímať rozhodnutia tak, aby boli maximálne využité vlastnosti horninového masívu pri zaistení požadovanej bezpečnosti a kvality. Zámerom (stratégiou) je zosúladiť záujmy jednotlivých subjektov zúčastnených na výstavbe a orientovať ich na samotné dielo. Správna interpretácia výsledkov monitoringu vedie k správnym rozhodnutiam, ktoré sa prijímajú na pravidelných poradiach za účasti kompetentných zástupcov všetkých účastníkov výstavby (autorský dozor projektanta, dodávateľ, technický dozor investora, zhotoviteľ monitoringu, externí experti, ...). Zhotoviteľ monitoringu pripravuje pre tento rozhodovací proces výstupy z meraní s hodnotením výsledkov meraní vzhľadom na kritéria varovných stavov. Za týmto účelom zhotoviteľ monitoringu zriadi kanceláriu GTM, kde sa budú namerané hodnoty a sledované údaje zbierať, centrálné evidovať a archivovať. Vedúci kancelárie je zodpovedný za priebežné spracovanie výstupov z meraní a prípravu podkladov pre pravidelné porady.

## **2.9 Návrh spôsobu dokumentácie všetkých zmien a nariadení**

Je dôležité, aby pri GTM boli všetky zmeny a nariadenia systematicky dokumentované, čím sa predíde možným nezhodám medzi jednotlivými subjektmi zúčastnenými na stavbe. Dokumentované budú jednotlivé zmeny a zároveň v jednom prehľadnom dokumente „Zoznam zmien“ všetky zmeny s uvedením ich základných údajov a ich aktuálneho stavu.

Dokument každej jednotlivej zmeny bude obsahovať minimálne tieto údaje:



#### 1. Identifikácia a klasifikácia zmeny:

- číslo zmeny,
- identifikácia objektu / konfigurácie,
- stručný popis obsahu, zdôvodnenie, aktuálny stav, priorita,
- autor požiadavky,
- dátum zadania požiadavky.

#### 2. Návrh a posúdenie zmeny

- zdôvodnenie požiadavky,
- presný popis zmeny,
- dopady zmeny,
- rozhodnutie o vykonaní / nevykonaní zmeny,
- dátum rozhodnutia.

#### 3. Plán a realizácia zmeny

- časový, technologický a finančný plán,
- odkazy na súvisiace problémy,
- dátum dokončenia zmeny,
- verifikácia realizácie zmeny.

#### 4. Podpisy

- autor požiadavky,
- ostatní podľa prijatej organizačnej štruktúry a delegovaných právomocí.

Pre správu dokumentov zmien a nariadení odporúčame použiť systém zo segmentu ECM (enterprise content management). Z pohľadu geotechnického monitoringu by bolo optimálne, aby tento systém integroval podsystém pre ukladanie elektronických dokumentov, podsystém pre procesne orientované riešenia a podsystém pre riadenie projektov. Systém by mal spĺňať predovšetkým tieto požiadavky:

- integrácia štandardne používaných autorských nástrojov – MS Office, CAD, webové nástroje,
- kontextovo závislé ukladanie, bezpečné archivovanie, automatizovaný obeh (workflow) a spätné fulltextové vyhľadávanie dokumentov,
- možnosť zamknutia/odmknutia dokumentu pre editáciu,
- prístupový filter oprávnení užívateľov podľa druhu a stavu dokumentu,
- automatizované riadenie spracovania veľkého množstva dát,
- veľká otvorenosť systémov tretích strán (rôzne monitorovacie systémy),
- podpora tímovej práce.

### **3. ZÁVER**

Rozsah meraní a sledovaní, ktorý je predmetom tejto správy, sa stanovil na základe súčasného stavu poznania. V etape výstavby bude na základe výsledkov meraní a podmienok výstavby analyzovaná skutočná potreba jednotlivých meraní. Pre realizáciu geotechnického monitoringu stavby je nevyhnutné vypracovať realizačnú dokumentáciu GTM.

Rekapitulácia GTM je uvedená v nasledujúcej súhrnnej tabuľke:

Monitorovací objekt	Realizácia	Etapizácia			Frekvencia meraní		
	Počet	Pred	Počas	Po	Pred	Počas*	Počas prevádzky v prvom roku
Observačné geodetické body	Nové: 11 ks	4 ks	7 ks		ZM+1KM	ZM+10KM	1KM
	Exist: 11 ks				ZM+1KM	10KM	1KM
Geodetické body pozorované	86 ks	9 ks	77 ks		ZM+1KM	ZM+10KM	1KM
Inklinometrické vrty	Nové: 568 m; 37 ks	81 m; 6 ks	487 m; 31 ks		ZM+1KM	ZM+10KM	1KM
	Exist: 45 m; 3 ks				ZM+1KM	10KM	1KM
Meracie profily sadania	384 m; 20 ks		384 m; 20 ks			ZM+10KM	1KM
Piezometrické vrty	Nové: 338 m; 20 ks	33m; 2ks	305 m; 18 ks		ZM+1KM	ZM+40KM	1KM
	Exist: 45 m; 3 ks				ZM+1KM	40KM	1KM
Extenzometre	3 ks, (2-4-6 m)		3 ks, (2-4-6 m)			ZM+5KM	1KM
	3 ks, (3-6-9 m)		3 ks, (3-6-9 m)			ZM+5KM	1KM
	3 ks, (3-6-9 m)		3 ks, (3-6-9 m)			ZM+5KM	1KM
Odvodňovacie vrty	84 ks		84 ks			ZM+20KM	1KM
Snímače sily v kotvách	15 ks		15 ks			ZM+5KM	1KM

Poznámka: \* frekvencia kontrolných meraní KM sa vzťahuje aj na objekty vybudované v etape pred výstavbou

Vysvetlivky k súhrnnej tabuľke: ZM-základné meranie, KM-kontrolné meranie

Vypracoval: RNDr. Ivan Jakubis