

## E.1.5.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA

Číslo zakázky 16/10

STABILIZACE SKALNÍCH VĚŽÍ V ÚSEKU  
DĚČÍN – STÁTNÍ HRANICE, 3. ČÁST

**CHKO LABSKÉ PÍSKOVCE, LEVÝ BŘEH LABE,  
V K.Ú. DOLNÍ ŽLEB**

OSTRAVA, LEDEN 2011

Název zakázky: Stabilizace skalních věží v úseku Děčín – st. hranice, 2 část  
Odpovědný řešitel: Ing. Jiří Hájovský, CSc.  
Řešitel zakázky: Ing. Stanislav Štábl  
Číslo zakázky: 16/10

## E 1.5.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA

### OBSAH:

E.1.5.1 Technické řešení stavby .....	2
E.1.5.1.1 Odtěžování nestabilních bloků a očištění skalních stěn .....	2
E.1.5.1.2. Zajištění skalních bloků tyčemi s kovaným okem a lany.....	3
E.1.5.1.3.Podezdívky a výplň trhlin, puklin a spár do 500 mm.....	3
E.1.5.1.4.Stabilizace skalních bloků a oblastí svorníky.....	4
E.1.5.1.5.Dynamická bariéra DB 1000 kJ .....	4
E.1.5.1.6.Dynamická bariéra DB 2000 kJ .....	4
E.1.5.2 Technické provádění stavby .....	5
E.1.5.2.1.SO.01 – Zajištění skalních masivů (Babské ucho) .....	5
E.1.5.2.2.SO.02 – Zajištění skalních masivů (Dóm) .....	5
E.1.5.2.4. SO.03 – Zajištění skalních masivů (Protěžová věž) .....	5
E.1.5.2.5.SO.04 – Zajištění skalních masivů .....	6
E.1.5.2.6 .SO.05 – Zajištění masivů a prvky zajištění .....	6

Ostrava, Leden 2011

#### E.1.5.1 Technické řešení stavby

Místo stavby se nachází v úseku celostátní trati Děčín – státní hranice se SRN, u obce Dolní Žleb ve staničení cca km 10,550 – 10,914 a 11,150 – st. hranice. Předmětný úsek se nachází v pásmu tzv. III patra svahů nad železniční tratí, na levém břehu řeky Labem. Výška svahů nad tratí je v rozsahu cca 50 – 120 m. Sklon svahů je cca 45° s přechodem do skalních stěn a věží. Stavební sanační práce jsou koncipovány a členěny do stavebních objektů:

- SO.01 Zajištění skalních masivů (Babské ucho)..... km 10,550 – 10,625,
  - SO.02 Zajištění skalních masivů (Dóm)..... km 10,625 – 10,777,
  - SO.03 Zajištění skalních masivů (Protěžová věž)..... km 11,150 – 11,300,
  - SO.04 Zajištění skalních masivů..... km 11,300 – 11,450,
  - SO.05 Zajištění masivů..... km 11,450 – st. hranice
- a prvky zajištění:
- soubor 501 – ochranný kamenný val ..... km 10,862 – 10,898,
  - soubor 502 – ochranné PA sítě ..... km 10,593 – 11,210,
  - soubor 503 – lanový dopravník..... km 10,825 – 10,892,
  - soubor 504 – monitorovací systém.

Projekt předkládá optimální a ekonomický způsob nezbytné sanace objektů skalních věží a přilehlých skalních svahů. Jiné technologické postupy, než v textu této zprávy uvedené, nebudou na stavbě použity.

Realizace všech stavebních objektů bude probíhat sledností technologických úkonů, které jsou pro stavební objekty společné. Souhrnně budou tedy popsány v této kapitole, rozsahově budou upřesněny v předmětných kapitolách ke každému SO.

Práce budou probíhat horolezeckým způsobem za přímého technického dozoru stavby a projektanta. Práce musí být prováděna nad zajištěným svahem. Pod realizovanou částí objektu nesmí probíhat pohyb osob ani jiná realizace. Pracemi nesmí být v žádném případě ohrožena plynulost a bezpečnost železniční dopravy. Způsob provádění stavby dále řeší část F.

##### E.1.5.1.1 Odtěžování nestabilních bloků a očištění skalních stěn

Po zajištění bezprostředně (svým možným pádem) ohrožujících balvanů bude provedeno očištění skalního objektu od kořenů, hlíny a vegetačních nánosů. Očištění bude provedeno výhradně horolezeckým způsobem za pomoci horolezecké techniky.

V návaznosti na čištění skalních stěn budou projektantem označeny bloky určené k přikotvení, ke stabilizaci či odstranění. S ohledem na lokalizaci stavby v CHKO, nebylo možné bloky určené k odtěžení na místě označit během geotechnických průzkumných prací. Ve skalní stěně bude dále posuzován každý jednotlivý blok a způsob jeho konkrétního zajištění.

Budou odtěžovány jen takové bloky, jejichž shoz, rozpojení a další manipulace nevyvolá zvýšení bezpečnostního rizika, nezapříčiní rozvoj nestability sousedních bloků či skalní stěny, či jejichž stabilizace by byla neefektivní s ohledem na krajinný ráz a ekonomické náklady.

Nálet na skalních stěnách bude odstraněn pouze v rozsahu nutném pro realizaci díla v místech, kde porost významně ohrožuje stabilitu skalních stěn a svahů. Z dlouhodobého hlediska nemá význam provádět větší zásah do odstranění náletu, jelikož tento je během několika let v původním rozsahu.

Odtěžování bude prováděno pomocí sbíjecích kladiv, technologií hydraulických trhacích klínů, prováděno při zajištění objektu dočasnou PA sítí, případně i vyztuženou lany a kotveno mimo odtěžovaný objekt.

*Poznámka:* Čistící práce na skalní stěně – očištění skalní stěny, je technický výraz prací, které během sanací skalních stěn probíhají. Pro tento druh prací neexistuje jiný název.

#### *E.1.5.1.2. Zajištění skalních bloků tyčemi s kovaným okem a lany*

Během odtěžování bloků pro zajištění jejich dočasné polohy proti náhlému zřícení, bude použito dočasného zajištění stability pomocí ocelových lan, přičemž lana budou upnuta do tyčí s kovaným okem. Tyče budou z betonářské oceli 10 505 R,  $\varnothing$  22 mm s kovaným okem  $\varnothing$  110 mm a délky 1200 – 2200 mm. Budou osazeny do vrtu  $\varnothing$  32 mm délky 1100 – 2100 mm. Tyče budou lepeny ampulemi s pryskyřicí. Hlavy tyčí budou primárně povrchově ošetřeny antikoročním nátěrem v barvě skalního podkladu.

Na přetažení budou použita ocelová lana  $\varnothing$  10 mm (ČSN 02 4322) s min. pevností 110 kN.

Poloha a provedení osazení tyčí a lan určí na místě projektant stavby. Specifické umístění efektivního zajištění bloků pomocí ocelových lan je nutné definovat na místě dle konkrétních podmínek ve skalní stěně. Po dokončení odtěžení bloku, bude dočasné zajištění odstraněno a místa po kotevních prvcích budou zapravena.

#### *E.1.5.1.3. Podezdívky a výplň trhlín, puklin a spár do 500 mm*

Neodtěžené skalní bloky, jež jsou v nestabilní poloze, budou sanovány podezdívkou, která musí být založena na dostatečně únosném podloží (např. na skalní hornině). V případě nevhodného podloží bude konstrukce založena na betonovém základu tloušťky min. 800 mm pod povrchem stávajícího terénu. Pro základ bude použit pytlovaný beton BP 20 (BP 25).

Samotná podezdívka bude realizována jako spárované zdivo z místního vytěženého – lomařsky opracovaného kamene velikosti 150 – 300 mm. Jako pojivo a na spárování bude použit rovněž BP 20 (BP 25) nebo schválený ekvivalent. Vyzdívka bude provedena v rozsahu zajišťujícím trvalou stabilitu sanovaného skalního bloku.

Případnou nutnost kotvení výplňového zdiva do skalního masivu ocelovými profily z betonářské výztuže určí geotechnický dozor dle aktuálního stavu. Dle potřeby budou stávající podezdívky a nové podezdívky bloků doplněny o odvodňovací HDPE trubky DN 50 mm, avšak potřebu odvodnění podezdívky určí geotechnik anebo projektant přímo na místě.

Otevřené trhlíny, pukliny a spáry skalního masivu, jež nebude možno sanovat výplňovým zdivem, budou mechanicky očištěny a vyplňovány injektážní aktivovanou směsí cementu a písku nebo jen cementovým mlékem. Rozsah a provedení výplňové injektáže určí geotechnický dozor a projektant stavby přímo na místě dle jednotlivého stavu a rozsahu puklin a nutnosti tohoto způsobu sanace skalního masivu a lokálních podmínek stavby.

#### *E.1.5.1.4. Stabilizace skalních bloků a oblastí svorníky*

Zajištění skalních bloků či oblastí skalních svahů a věží o objemu do 3 m<sup>3</sup> nebo místa kde není možné zajistit dostatečnou kotevní délku kotev, bude provedeno pomocí tyčových ocelových prvků – svorníků (je možné použití zavrtávacích injektážních tyčí, typ R). Svorníky budou provedeny z CKT tyčí  $\varnothing$  22 mm, délky 1200 – 2200 mm, umístěných do vrtů  $\varnothing$  32 mm a délky 1100 – 2100 mm. Úhel vrtů určí projektant na místě dle podmínek ve skalní stěně. Realizace vrtů pro svorníky bude realizováno za pomoci horolezecké techniky, vrtacími vzduchovými kladivy. Minimální požadovaná únosnost svorníků na vytržení je 5 kN.

Upevnění kotvicích tyčí ve skalním masivu bude provedeno pomocí kotvicích směsí (doporučujeme použití kotvicích ampulí umělé pryskyřice) nebo aktivovanou cementovou směsí. Svorníky budou osazeny ocelovou kotevní deskou 200 x 200 x 10 mm (příp. 150 x 150 x 8 mm) a matkou. Hlavy svorníků s podložkou a matkou budou primárně povrchově ošetřeny antikoročním nátěrem v barvě skalního podkladu.

Svorníky budou instalovány mimo plochy poruch a plochy diskontinuity dle určení projektanta na místě dle povahy a stavu každého jednotlivého bloku. Poloha a délka svorníků ve skalní stěně bude specifikována v mezích projektových rámců projektantem po odtěžení a očištění skalní stěny s ohledem na potřebný rozsah zajištění zjištěných oblastí.

#### *E.1.5.1.5. Dynamická bariéra DB 1000 kJ*

Tato dynamická bariéra konstrukčně sestává ze sloupů dynamického plotu svařovaného H profilu, osazené v osové vzdálenosti 10,0 m. Na tyto sloupy jsou instalovány prvky bariéry (viz. *E 1.5.7 Schéma dynamické bariéry DB 1000 kJ*). Sloupy bariéry budou realizovány ve sklonu cca 25° – 28° od svislé. Patky sloupů bariéry budou založeny na ocelových trubkách 108/16 mm osazených do vrtu min. 156 mm. Lokálně bude provedena úprava terénu pro vedení prvků bariéry.

Záchytné sítě dynamického plotu jsou tvořeny lanovým systémem, jež jsou následně spojovány do záchytné sítě. Jedná se o lanové sítě s dvouzákrutového pletiva. Záchytná síť je navázána na ocelová lana, která jsou natažena při okrajích sítí (horní, dolní, boční okraje). Tato lana sítí jsou kotvena do sloupů plotu speciálními kotvicemi a deformačními prvky.

Systém kotvení ke svahu a proti svahu a instalace brzd – deformačních prvků a instalace typu záchytných sítí bude specifikován zhotovitelem v nabídce a dokumentaci pro realizaci systému dynamických bariér. Projekt stanovuje výšku a maximální energii impaktu tělesa do ochranné sítě a rovněž maximální prodloužení bariéry při impaktu maximálního tělesa. Pro bariéru DB 1000 kJ je maximální deformace sítě bariéry 3500 mm od linie bariéry.

Specifikace umístění a provedení ochranných dynamických bariér je uvedena ve výkresové části. Polohu na místě upřesní projektant.

#### *E.1.5.1.6. Dynamická bariéra DB 2000 kJ*

Tato dynamická bariéra konstrukčně sestává ze sloupů dynamického plotu svařovaného H profilu, osazené v osové vzdálenosti 10,0 m. Na tyto sloupy jsou instalovány prvky bariéry (viz. *E 1.5.8 Schéma dynamické bariéry DB 2000 kJ*). Sloupy bariéry budou realizovány ve sklonu cca 25° – 28° od svislé. Patky sloupů bariéry budou založeny na ocelových trubkách 108/16 mm osazených do vrtu min. 156 mm. Lokálně bude provedena úprava terénu pro vedení prvků bariéry.

Záchytné sítě dynamického plotu jsou tvořeny lanovým systémem, jež jsou následně spojovány do záchytné sítě. Jedná se o lanové sítě s dvouzákrutového pletiva.

Záchytná síť je navázána na ocelová lana, která jsou natažena při okrajích sítí (horní, dolní, boční okraje). Tato lana sítí jsou kotvena do sloupů plotu speciálními kotvícími a deformačními prvky.

Systém kotvení ke svahu a proti svahu a instalace brzd – deformačních prvků a instalace typu záchytných sítí bude specifikován zhotovitelem v nabídce a dokumentaci pro realizaci systému dynamických bariér. Projekt stanovuje výšku a maximální energii impaktu tělesa do ochranné sítě a rovněž maximální prodloužení bariéry při impaktu maximálního tělesa. Pro bariéru DB 2000 kJ je maximální deformace sítě bariéry 4300 mm od linie bariéry.

Specifikace umístění a provedení ochranných dynamických bariér je uvedena ve výkresové části. Polohu na místě upřesní projektant.

#### **E.1.5.2 Technické provádění stavby**

##### *E.1.5.2.1.SO.01 – Zajištění skalních masivů (Babské ucho)*

Předmětný úsek skalních svahů se nachází přibližně v km 10,550 – 10,625. Skalní masiv bude nejdříve pročištěn od náletových dřevin a vzrostlé vegetace, která je z důvodu negativního působení na stabilitu masivu nežádoucí. Následně dojde v této části k odtěžení cca 105,0 m<sup>3</sup> skalního materiálu, který byl zde lokalizován jako zcela uvolněné bloky o kubatuře 0,25 – 0,8 m<sup>3</sup>. Veškerý materiál bude použitý pro realizaci kamenného ochranného valu (SO.05 – soubor 501).

Dále zde byly vytipovány bloky ke kotvení svorníky, a to v rozsahu do 32,0 bm. Rozsah prací pro zajištění stability skalních svahů je určen na základě provedeného geotechnického mapování a rekognoskace.

V rámci SO.01 bude v km 10,593 – 10,659 realizována jako trvalá konstrukce dynamická bariéra DB 2000 kJ, celkové délky 70,0 m. Výška bariéry bude 5,0 m a celková záchytná plocha bude 350 m<sup>2</sup>. Bližší specifikace bariéry je popsána v kapitole E 1.5.1.6.

##### *E.1.5.2.2.SO.02 – Zajištění skalních masivů (Dóm)*

Jedná se o úsek v km 10,625 – 10,777. Sanační práce budou zaměřeny do vyšších partií skalního masivu. Opět bude zde všem sanačním pracím předcházet odstranění náletových dřevin a vzrostlé vegetace. Uvolněné skalní bloky, které tvoří potenciální riziko pádu na trať, budou horolezeckým způsobem odtěženy. Jedná se celkem o cca 75,0 m<sup>3</sup> skalního materiálu. Veškerý materiál bude použitý pro realizaci kamenného ochranného valu (SO.05 – soubor 501).

Dále zde byly vytipovány bloky ke kotvení svorníky, a to v rozsahu do 40,0 bm. Rozsah prací pro zajištění stability skalních svahů je určen na základě provedeného geotechnického mapování a rekognoskace.

V rámci SO.02 bude v km 10,659 – 10,777 realizována jako trvalá konstrukce dynamická bariéra DB 2000 kJ, celkové délky 150,0 m. Výška bariéry bude 4,0 m a celková záchytná plocha bude 600,0 m<sup>2</sup>. Bližší specifikace bariéry je popsána v kapitole E 1.5.1.6.

##### *E.1.5.2.4. SO.03 – Zajištění skalních masivů (Protěžová věž)*

V staničení km 11,150 – 11,300 se nachází skalní masiv ve značném stádiu zvětrání. Dojde zde k pročištění od vzrostlé vegetace a odtěžení cca 144,0 m<sup>3</sup> skalního materiálu, který bude rovněž použitý pro realizaci kamenného ochranného valu (SO.05 – soubor 501).

Zde vytipované bloky budou zajištěny kotvením svorníky, a to v rozsahu do 56,0 bm. Rozsah prací pro zajištění stability skalních svahů je určen na základě provedeného geotechnického mapování a rekognoskace.

V rámci SO.03 bude v km 11,150 – 11,230 realizována jako trvalá konstrukce dynamická bariéra DB 2000 kJ, celkové délky 80,0 m. Výška bariéry bude 5,0 m a celková záchytná plocha bude 400,0 m<sup>2</sup>. Bližší specifikace bariéry je popsána v kapitole E 1.5.1.6.

Další konstrukce dynamické bariéry, v rámci tohoto SO, bude instalována v km 11,220 – 11,300. Jedná se o dynamickou bariéru DB 1000 kJ, celkové délky 80,0 m. Výška bariéry bude 4,0 m a celková záchytná plocha bude 320,0 m<sup>2</sup>. Bližší specifikace bariéry je popsána v kapitole E 1.5.1.5.

#### *E.1.5.2.5.SO.04 – Zajištění skalních masivů*

V rámci tohoto SO bude v staničení km 11,300 – 11,440 realizována jako trvalá konstrukce dynamická bariéra DB 1000 kJ celkové délky 140,0 m. Výška bariéry bude 4,0 m a celková záchytná plocha bude 560,0 m<sup>2</sup>. Bližší specifikace bariéry je popsána v kapitole E 1.5.1.6.

#### *E.1.5.2.6 .SO.05 – Zajištění masivů a prvky zajištění*

##### **Soubor 501 – ochranný kamenný val v km 10,846 - 10,914**

Z odtěženého materiálu ze skalních svahů a věží, který nebude použit pro podezdívky, bude provedena realizace ochranného valu jako přirozené bariéry proti případným budoucím volným opadům ze skalních věží a svahů. Tento val bude navazovat po obou stranách na kamenný val navržený v předešlé etapě (ve 2. části) a bude sloužit k trvalému stabilnímu uložení odtěžených hmot na svah do přirozené polohy, a to jak bez rušivého vlivu na okolní krajinný ráz, tak i bez dalšího ohrožení provozu na železniční trati a turistických stezkách ve svahu. Ochranný val bude realizován vyskládáním kamenů na sucho od výškové úrovně 204 m n. m. do cca 210 m n. m. v úseku km 10,846 – 10,862 a km 10,898 – 10,914.

Rozsah realizace ochranného valu je projektován v rozsahu cca 458,0 m<sup>3</sup>. Rozsah prací závisí na skutečně odtěženém množství ze skalní stěny a věží. Není vyloučeno využití stávajících kamenů ze svahu pod skalními svahy a věžemi. Ochranný val bude realizován s ohledem na stávající vzrostlé stromy. Ty budou vhodně obezděny či bude konstrukce valu upravena tak, aby nebyl narušen přirozený růst stromů.

##### **Soubor 502 – ochranné PA sítě v km 10,593 – 11,210**

Všechny práce ve skalní stěně (pročištění, odtěžení, lokální kotvení) budou probíhat horolezeckým způsobem, za přímého dozoru geotechnika nebo projektanta a to jedině nad zajištěným svahem tak, aby byly dodrženy veškeré bezpečnostní předpisy a normy. Samotné zajištění spočívá v instalaci dočasných ochranných konstrukcí, které budou po dokončení stavby odstraněny.

Tedy, ještě před započítím všech sanačních prací budou pod skalními svahy a věžemi instalovány ochranné textilní PA sítě výšky min. 4,0 m. Budou použity sítě z Ø PA šňůrky 3,5 mm a s okatostí 35 – 100 mm. Tyto sítě budou realizovány ve dvou paralelních liniích ve vzájemné vzdálenosti cca 8,0 – 10,0 m. Podélně budou tyto sítě vyztuženy ocelovými lany Ø 10,0 mm a stromy budou v místě úvazu lan chráněny tak, aby nedošlo k poškození kůry stromů.

Textilní sítě primárně zajistí případný pád bloku a pohltí většinu jeho kinetické energie. Tyto sítě nejsou navrženy jako hlavní ochranný prvek. Polohy těchto dočasných konstrukcí jsou zakresleny ve výkresové části této dokumentace na základě vytipovaných míst pod skalním masivem.

### **Soubor 503 – lanový dopravník v km 10,825 – 10,892**

Popis lanového dopravníku je uveden v části *F Organizace výstavby (F 1 Technická zpráva)*.

### **Soubor 504 – monitorovací systém**

#### **– Monitoring po dobu stavby – havarijní monitoring stavby**

Monitoring stavby je zaměřen na měření pohybů a deformací skalních objektů po dobu realizace stavby pro varovný systém stavby. Před zahájením prací na stabilizaci objektů, budou na vytypované objekty, jež by svým uvolněním přímo ohrozili bezpečnost prací, bezpečnost a plynulost provozu na trati, či by způsobily změnu stabilizačních podmínek ve skalních věžích a svazích, umístěny snímací čidla pro měření změn vzdáleností mezi jednotlivými objekty. Budou použita vhodná a dostupná čidla, která jsou napojena na elektronickou měřicí ústřednu.

Snímač se skládá z válečku, který obsahuje primární a sekundární vinutí speciálního transformátoru. Váleček má ve své ose dutinu, do které se zasouvá ferromagnetické jádro. Na poloze jádra je pak závislá velikost vzájemné indukčnosti mezi sekundárním a primárním vinutím. Podle polohy jádra v dutině válečku se mění výstupní napětí na sekundárním vinutí. Váleček s transformátorem je upevněn na jedné straně trhliny. Ferromagnetické jádro je spojeno s pružným laminátovým táhlem, které je upevněno na druhé straně trhliny. Obě části snímače jsou upevněny pomocí závitové tyče zavrtané do objektu, které jsou fixované akrylátovým lepidlem. Součástí snímače je také teplotní čidlo určené k eliminaci pohybů způsobených teplotními výkyvy během vlastního sledování. Snímače budou napojeny na měřicí ústřednu sloužící k vyhodnocení stavu a vydání varovného signálu (viz. část *F 1 Technická zpráva*). Dle vyhodnocení stavu bude odeslán varovný signál v případě, že naměřené hodnoty překročí stanovenou mez. Pro každý blok bude definována varovná hranice, kterou ústředna vyhodnotí jako riziko a spustí sirénu na stavbě. Specifikace varovných stavů a součinnost s dotčenými orgány je zpracována v projektové části F. Tato technologie měření v žádném ohledu nezatěžuje životní prostředí.

Počet kusů monitorovacího systému bude v předpokládaném rozsahu max. 10 ks měřících jednotek instalovaných ihned během stavebních prací. K napájení systému bude použito bateriového zdroje. Varovný systém monitoringu bude po dokončení stavby demontován. Varovný monitoring bude zajišťovat zhotovitel stavby. Po zajištění stability monitorovaných bloků, bude tento monitorovací systém demontován a bude použit pro prvky dlouhodobého monitoringu.

#### **– Monitoring po dokončení stavby – sledování stavu sanačních opatření**

Monitoring po dokončení stavby bude zajišťován stejnými monitorovacími prvky, které byly použity při havarijním monitoringu. Bude použito dálkového odečtu naměřených hodnot. Pro napájení prvků monitoringu budou použity solární panely v dostatečném výkonu pro trvalé napájení jednotlivých monitorovacích prvků. Prvky monitoringu budou dle nutnosti ochráněny uzavřenými plastovými boxy – uzamykatelnými. Stav prvků bude v pravidelných intervalech kontrolován a servisován v rámci dlouhodobého monitoringu – dodavatelem této služby. Projekt předpokládá osazení 8 ks těchto samostatných monitorovacích soustav s dálkovým odečtem.

Osazení prvků dlouhodobého monitoringu (60 měsíců) zajistí zhotovitel stavby včetně 0 zaměření dle určení projektanta. Další monitorovací práce budou zajištěny dodavatelsky pro SŽDC, s.o. mimo rámec stavby samostatnou SOD.



V Ostravě 07. 01. 2011

Zpracovali:

ING. MATÚŠ KLINČÚCH

ING. STANISLAV ŠTÁBL

Za věcnou správnost:

ING. JIŘÍ HÁJOVSKÝ, CSc.  
*Jednatel společnosti*