

## E.1.5.10 TECHNICKÁ ZPRÁVA SO.03 - SANACE SKALNÍHO SVAHU V KM 85,880 - 86,100

Ochrana trati před pádem horniny – lokalita Prudká



**Praha  
Březen 2017**

Název zakázky: **Ochrana trati před pádem horniny – lokalita Prudká**

Odpovědný řešitel: **Ing. Ondřej Holý**, 724 562 173, holy@geotechnikaholy.cz  
ČKAIT pro obor geotechnika: 0012237

Číslo zakázky: E 617-S-182/2017

## **E.1.5.10 TECHNICKÁ ZPRÁVA - SO.03**

### **OBSAH:**

|   |    |
|---|----|
| <b>E.1.5.10.1</b> Odstranění vzrostlého náletu .....      | 3  |
| <b>E.1.5.10.2</b> Skalní stěny .....                      | 3  |
| <b>E.1.5.10.3</b> Odtěžení nestabilních bloků .....       | 3  |
| <b>E.1.5.10.6</b> Ochranný plot .....                     | 5  |
| <b>E.1.5.10.7</b> Závěrečné zhodnocení a doporučení ..... | 5  |
| Příloha 01 Přehled sanačních prací na objektu SO.03 ..... | 6  |
| Příloha 02 Fotodokumentace .....                          | 7  |
| Příloha 03 Statické a dynamické posouzení .....           | 9  |
| DB4 .....   | 13 |

### **PŘÍLOHA:**

- 01 Přehled souborů prací v jednotlivých objektech**
- 02 Fotodokumentace**
- 03 Statické a dynamické posouzení**

**Praha, Březen 2017**

## E.1.5.10 TECHNICKÁ ZPRÁVA – SO.03

V rámci stavby budou tedy provedeny níže uvedené sanační opatření, které jsou rozdělené do příslušných souborů prací. Při realizaci stavby bude v souladu s čl. 50 dílu X, předpisu SŽDC S3 ochráněno kolejové lože před znečištěním, a to překrytím ochrannou geotextilií.

### E.1.5.10.1 Odstranění vzrostlého náletu

Po provedení zajištění prostoru, budou zahájeny práce na odstranění vegetace ve vymezeném rozsahu. Bude odstraněna vegetace, křoviny, náletové dřeviny a vzrostlé stromy tam, kde dochází k silnému narušení skalního masívu a tam, kde brání provedení sanačních prací. Vegetace bude na skalních stěnách a strmých svazích odstraněna s použitím horolezecké techniky. Během realizace bude dřevní hmota na místě zpracována štěpkováním anebo rozřezáním na manipulační díly a odvezena na skládku odpadu nebo na místo trvalého uložení.

Ve vymezené ploše dojde také k odstranění travin a náletu, včetně kořenového systému. Náletem jsou míněny dřeviny do průměru kmene cca 150 mm. Kácení stromů nad průměr kmene 150 mm bude prováděno jen v odůvodněných případech, kde je prokázána jejich negativní a narušující činnost na skalní svahy. K odstranění kořenů bude použito mechanických prostředků.

### E.1.5.10.2 Skalní stěny

Současně s pracemi určenými pro odstranění vegetace budou probíhat práce na skalním svahu. Rozsah těchto prací na svahu bude na místě řízen geotechnikem dle aktuálně zjištěného stavu zvětrání. Práce musí být vedeny tak, aby nedošlo k necitelnému a hloubkovému zásahu do skalního masívu. Předmětem prací není odstranění veškerého zvětralého materiálu, ale jen takových částí, které jsou zcela odděleny od mateřského masívu. Práce na skalních stěnách budou provedeny pomocí horolezecké techniky a ručního nářadí, ve vybraných partiích svahů také pomocí pneumatického nářadí. Odtěžené hmoty skalního svahu budou odvezeny na skládku odpadů.

V rámci uvedených prací na skalních stěnách budou odstraněny svahové pokryvy a povrchově narušené partie uvedených ploch. Práce na vybraných plochách budou provedeny v mocnosti zásahu do hloubky 0,35 m. Práce není nutné chápat tak, že celé vymezené plochy budou odstraněny v mocnosti 0,35 m. V místech kde bude zastiženo málo narušený masív, tam k významnému odtěžení nebude docházet a naopak v maloplošných partiích bude provedeno odstranění v mocnosti větší než 0,35 m.

### E.1.5.10.3 Odtěžení nestabilních bloků

Na místě budou geotechnikem popř. projektantem stavby na základě aktuálního geotechnického stavu určeny lokální rizikové části masívu a tyto partie budou následně odtěženy. Jedná se hlavně o oddělené struktury od mateřského masívu a bloky s potencionální nestabilitou a mírou rizika skalního řícení.

I zde je třeba zdůraznit, že práce smí být prováděny pouze nad zajištěným prostorem a pod realizovanou částí objektu nesmí probíhat pohyb osob ani jiná realizace. Odtěžení nestabilních bloků do objemu 1,5 m<sup>3</sup> bude provedeno s použitím ručního nářadí, popř. pomocí pneumatického nářadí. Odtěžené hmoty skalního svahu budou odvezeny na skládku odpadů.

Odtěžování bude na místě řídit geotechnický dozor stavby. Odtěžování bude prováděno jen u těch bloků, které jsou výrazně postiženy zvětřením a plochami odlučnosti.

**E.1.5.10.4 Obnova akumulčního prostoru** Z prostoru paty skalního svahu, popřípadě z prostoru za ochrannými prvky bude odtěžena napadaná suť, a to jak stávající, tak ta z odtěžení během sanačních prací. Dojde tak k výraznému a nutnému obnovení a zvýšení kapacity akumulčního prostoru. Odtěžení bude provedeno jak strojní odkopávkou s naložením na dopravní prostředek, tak manuálně. Odtěžený materiál bude přesunut na skládku či určenou mezideponii. Mocnost a rozsah odtěžení na místě řídí geotechnik stavby či projektant.

**E.1.5.10.5 Dynamické bariéry** Dynamické bariéry představují konstrukci, která je schopná zachytit padající skalní blok. V rámci tohoto stavebního objektu SO.03 je navrženy dynamické bariéry DB4, DB5 a DB6 a všechny o kinetické energii 500 kJ. Dynamická bariéra DB4 bude složená ze dvou polí o celkové délce 24,0 m a výšce 4,0 m, dynamická bariéra DB5 bude složená ze sedmi polí o celkové délce 78,0 m a výšce 4,0 m a dynamická bariéra DB6 bude složená z pěti polí o celkové délce 58,0 m a výšce 4,0 m. U všech bariér bude použito ocelové pletivo s velikostí oka 102 x 177 mm a průměrem drátu 4 mm.

Poloha bariér je určena vytyčovacími souřadnicemi jednotlivých patek sloupů, viz viz *I.2 Vytyčovací výkres*. Rozmístění pomocného kotvení se řídí instalačním manuálem dodávaných bariér.

Vlastní práce na vybudování dynamických bariér budou zahájeny vrty pro kotvení sloupků. Na kotvení budou použity 2 ks svorníků o průměru 28 mm, osazených do vrtů o průměru 38 mm. Napnuty budou momentovým klíčem na 30 kN. Vrty pro kotvy dynamických bariér (deviační kotvení atd.) budou provedeny bezjádrovým vrtáním o průměru do 156 mm se vzduchovým výplachem. Projekt předpokládá použití mobilní hydraulické vrtací soupravy s odděleným hydraulickým agregátem (např. LUMESA SIG Mounty) apod.), nebo pro menší průměry použití pneumatických vrtacích kladiv. Úvodní 1 m vrtu bude dle potřeby zapažen pracovní pažnicí. Injektáž - zálivka kotev s centrátořmi bude provedena v celé jejich délce cementovou injekční směsí. Pro stavbu je navrženo použití cementu CEMII/B-M (V-LL) 32,5R.

V projektem stanovených místech bude provedeno odtěžení bloků skalního masívu, které by kolidovaly s budovanou konstrukcí. Skalní hornina bude rozpojena pomocí sbíjecích kladiv, případně hydraulických klínů. Zemina či skalní hornina musí být v trasách navržených bariér odstraněna všude tam, kde by docházelo při vypnutí spodního podélného lana k jeho zdvihu o terén - lana musí mezi ocelovými patkami procházet volně položené na terénu.

Jednotlivé sloupky dynamické bariéry a všechna ocelová lana budou instalovány dle instalačního manuálu výrobce bariéry. Spodní podélné lana a ukončovací lana by měla procházet mezi sloupky případně mezi sloupkem a okrajovou kotvou přímo, bez zdvihu na terénních nerovnostech. Sloupky bariér budou instalovány ve sklonech specifikovaných v dokumentacích jednotlivých objektů s upřesněním dle pokynů geotechnického dozoru na místě stavby.

Všechny ocelové prvky dodávaných dynamických bariér musí být opatřeny antikorozií úpravou, která bude splňovat minimálně požadavky EN ISO 1461 a EN 10244-2.



#### **E.1.5.10.6 Ochranný plot**

Ochranné ploty budou liniově instalovány na skalních svazích pro zajištění opadů padajících úlomků ze skalní stěny. Ochranný plot OP3 bude mít délku 44,0 m a výšku 3,0 m a ochranný plot a ochranný plot OP6 bude mít délku 20,0 m a výšku 3,0 m. Ochranné ploty budou složeny z modifikovaných sloupků z ocelových trubek  $\varnothing$  89/10 mm. Sloupky plotů budou osazeny do vrtů či základových patek, a to dle místních podmínek realizace jednotlivých sloupků v osové vzdálenosti 4,0 m. Po osazení sloupku a vycentrování bude vrt zalit cementovou zálivkou. Realizace sloupku bude provedena kombinací vrtu a patky.

Na sloupky ochranného plotu bude nataženo ocelové pletivo - dvojzákrutová síť s antikorozií úpravou a s rozměrem oka 60 x 80 mm. Pás pletiva plotu bude osazen tak, aby pletivo nebylo plně napnuté s maximálním průvěsem 100 mm. Podélně bude pletivo mezi sloupky zpevněno 5 nosnými lany o  $\varnothing$  10 mm. Sloupky plotu budou kotveny kolmo ke skalnímu svahu tyčí s kovaným okem  $\varnothing$  25 mm o délce 1,5 m. Ke svahu budou kotveny krajní sloupky a poté každý druhý sloupek. V místech změny vedení plotu, či v místech s výrazněji porušenou tektonikou svahu budou sloupky kotveny jednotlivě. Tyče s kovaným okem budou v případě skalního podkladu v podloží osazeny do vrtů. V případě zemního svahu či hlubšího horizontu skalního podkladu bude tyč s kovaným okem zabetonována do základové patky. Vrt pro osazení tyče bude zalit cementovou zálivkou. Vlastní kotvení plotu ke skalnímu svahu bude provedeno napnutím ocelového lana přes upevňovací spojky. Bude použito ocelového lana  $\varnothing$  10 mm.

Minimálně jednou za 2 roky je nutné provést revizi ochranných plotů a provést odtěžení napadené suti a vegetace pro zajištění funkce plotů. Všechny použité prvky ochranných plotů musí mít antikorozií úpravu.

Všechny ocelové prvky ochranného plotu musí být opatřeny antikorozií úpravou, která bude splňovat minimálně požadavky EN ISO 1461 a EN 10244-2.

#### **E.1.5.10.7 Závěrečné zhodnocení a doporučení**

Provedením navržených opatření budou ze skalního svahu odstraněny nestabilní části, čím se výrazně eliminuje riziko skalního řícení do prostoru paty předmětného svahu. Opad menších částí navětralé horniny bude však probíhat přirozenou cestou i nadále.

Trvalá funkce sanačních opatření se neobejde bez pravidelné údržby a revize. Doporučujeme min. 1x ročně prohlídku skalního svahu geotechnikem se zhodnocením stavu ochranných opatření. Pravidelná údržba ochranných opatření min. 1x za dva roky.

V Praze, dne 2. 3. 2017

Zpracoval:

## **Příloha 01 Přehled sanačních prací na objektu SO.03**

Odstranění vzrostlého náletu: 1235,5 m<sup>2</sup>

Odklizení skalní stěny: 1853,3 m<sup>2</sup>

Odtěžení nestabilních bloků: 10,0 m<sup>3</sup>

Dynamické bariéry: 847,6 m<sup>2</sup>

Ochranný plot: 220,8 m

## **Příloha 02 Fotodokumentace**



SO.03



Ochranný plot zhotovený v rámci havarijního zásahu v roce 2015, jež bude nahrazen dynamickou bariérou



## Příloha 03 Statické a dynamické posouzení

### Kotvení

#### bloků

Cílem statického výpočtu je posouzení kotevního systému konkrétního (nejrozměrnějšího) horninového bloku. Kotvy – svorníky slouží jako protismykové opatření.

Ve výpočtu je uvažováno pouze s takovým zatížením, které má na horninový blok destabilizující vliv. Jedná se o stálé zatížení od vlastní tíhy bloku s třením podél diskontinuity a zatížení proměnné způsobené hydrostatickým tlakem (extrémním) v diskontinuitě.

Konkrétní účinky zatížení byly stanoveny výpočtem – silovou metodou. To umožňuje norma ČSN 73 0037, čl. 23 b) a 25. Při takovém postupu nemusí být (v souladu s čl. 27 normy ČSN 73 0037) v plném rozsahu dodrženo ustanovení norem ČSN 73 0031 a ČSN 73 0033 a výsledky řešení je možné vyhodnotit individuálně. Není tedy vhodné použít redukci vstupních parametrů zemin. Individuálním vyhodnocením je pak myšleno, že metodika mezních stavů musí být zavedena alternativním způsobem nebo musí být použit jiný systém posouzení spolehlivosti konzistentní s výsledky výpočtu (např. dovolená namáhání nebo stupně bezpečnosti).

Ve výpočtu byly všechny vstupní veličiny uvažovány svými normovými hodnotami ve smyslu ČSN 73 0035 a ČSN 73 0037, respektive charakteristickými hodnotami ve smyslu ČSN EN 1990 a ČSN EN 1997-1. Výsledné účinky zatížení pak byly individuálním způsobem posouzeny následovně:

- pro dimenzování kotevního systému byly získané účinky zatížení převedeny na výpočtové účinky (ve smyslu ČSN EN 1990) pomocí koeficientů z normy ČSN EN 1997-1, návrhový přístup 2, poznámka 1.

#### 1) Vstupní parametry:

|                           |                        |              |                   |
|---------------------------|------------------------|--------------|-------------------|
| Hornina:                  | $\gamma =$             | <b>26,2</b>  | kN/m <sup>3</sup> |
|                           | $\varphi =$            | <b>55,4</b>  | °                 |
|                           | $R_{hs} =$             | <b>7,20</b>  | MPa               |
| Zemina:<br>(výplň puklin) | $\varphi =$            | <b>18,0</b>  | °                 |
|                           | $c =$                  | <b>5,0</b>   | kPa               |
|                           | <b>orientace =</b>     | <b>255</b>   | <b>66</b> °       |
| Blok:                     | <b>H =</b>             | <b>4,0</b>   | m                 |
|                           | <b>Š =</b>             | <b>2,2</b>   | m                 |
|                           | <b>tl. =</b>           | <b>1,6</b>   | m                 |
| Kotva:                    | <b>A =</b>             | <b>804,2</b> | mm <sup>2</sup>   |
|                           | <b>R =</b>             | <b>800,0</b> | MPa               |
|                           | <b>n =</b>             | <b>1</b>     | ks                |
|                           | <b>d<sub>1</sub> =</b> | <b>32,0</b>  | mm                |

|                                 |            |                |                  |
|---------------------------------|------------|----------------|------------------|
|                                 | $R_{ta} =$ | <b>2,5</b>     | MPa              |
|                                 | $R_{tb} =$ | <b>0,9</b>     | MPa              |
| Únosnost táhla na mezi pevnosti | $F =$      | $A \times R =$ | <b>280,0</b> MPa |
|                                 |            | $S_{bmin} =$   | <b>1,75</b>      |
| Únosnost táhla na mezi kluzu    | $F =$      | $A \times R =$ | <b>230,0</b> MPa |
|                                 |            | $S_{bmin} =$   | <b>1,55</b>      |
| Únosnost kořen x hornina        |            | $S_{bmin} =$   | <b>1,60</b>      |
| Únosnost kořen x ocel           |            | $S_{bmin} =$   | <b>1,60</b>      |

## 2) Stanovení účinků zatížení dle EC7:

|                          |  |  |                    |
|--------------------------|--|--|--------------------|
| <b>Zatížení stálé</b>    |  |  |                    |
| Tíha bloku               | $G =$                                    | $Tl. \times H \times \check{S} \times \gamma =$        | <b>368,90</b> kN/m |
| Třecí síla               | $T_c =$                                  | $H \times c =$   | <b>20,00</b> kN/m  |
| <b>Zatížení proměnné</b> |  |  |                    |
| Hydrostatický tlak       | $U =$                                    | $0,5 \times \gamma_w \times H \times (H/\sin\alpha) =$ | <b>87,57</b> kN/m  |
| <b>Kotevní síla</b>      | $N =$                                    | $G \times \sin(90^\circ - \alpha) =$                   | <b>150,04</b> kN/m |
|                          | $T =$                                    | $G \times \cos(90^\circ - \alpha) =$                   | <b>337,00</b> kN/m |
|                          | $T_f =$                                  | $N \times \tan \varphi =$                              | <b>48,75</b> kN/m  |
|                          | $N_k =$                                  | $F_k \times \cos \omega =$                             | <b>0,914</b> $F_k$ |
|                          | $T_k =$                                  | $F_k \times \sin \omega =$                             | <b>0,407</b> $F_k$ |
|                          | $T_{fk} =$                               | $N_k \times \tan \varphi =$                            | <b>0,297</b> $F_k$ |
|                          | $T_w =$                                  | $U \times \sin \omega =$                               | <b>35,62</b> kN/m  |
|                          | $T - T_f - T_c - T_k - T_{fk} + T_w = 0$ |  |                    |
|                          | $F_{kd} =$                               | <b>431,90</b>  | kN/m               |

### Kotevní síla dle ČSN EN 1997-1, návrhový přístup 2, poznámka 1

|               |             |   |                    |
|---------------|-------------|---|--------------------|
|               | $F_{kEd} =$ | $F_{kd} \times q_m =$   | <b>583,06</b> kN/m |
|               |             | Síla na 1 kotvu (4 ks) =<br>$(0,22 \times n \times A \times R/Rhs)^{0,5}$ | <b>145,77</b> kN/m |
| Kotevní délka | $l_{u1} =$  | $=$   | <b>0,14</b> m      |
|               |             | $F_k \times S_{bmin} / n \times R_{ta} \times \pi \times$                 |                    |
| Délka kořene  | $l_{u2} =$  | $d_1 =$   | <b>0,93</b> m      |
| Průměr kořene | $d_2 =$     | $F_k \times S_{bmin} / l_{u3} \times R_{tb} \times \pi =$                 | <b>82</b> mm       |
| Délka kotvy   | $l_k =$     | $l + l_{u1} + l_{u2} =$   | <b>2,67</b> m      |

## Posouzení kotvy

|                                 |         |   |                  |              |
|---------------------------------|---------|---|------------------|--------------|
| Únosnost táhla na mezi pevnosti | $F =$   | $R \times A =$  | <b>280,00 kN</b> |              |
|                                 |         |   |                  | $> S_{bmin}$ |
|                                 | $S_b =$ | $F/F_{kEd} =$   | <b>1,92</b>      | <b>1,75</b>  |
| Únosnost táhla na mezi kluzu    | $F =$   | $R_{0,2} \times A =$                                    | <b>230,00 kN</b> |              |
|                                 |         |   |                  | $> S_{bmin}$ |
|                                 | $S_b =$ | $F/F_{kEd} =$   | <b>1,58</b>      | <b>1,55</b>  |
| Únosnost kořen x hornina        | $F =$   | $l_{u3} \times n \times R_{tb} \times \pi \times d_2 =$ | <b>233,23 kN</b> |              |
|                                 |         |   |                  | $> S_{bmin}$ |
|                                 | $S_b =$ | $F/F_{kEd} =$   | <b>1,60</b>      | <b>1,60</b>  |
| Únosnost kořen x ocel           | $F =$   | $l_{u2} \times n \times R_{ta} \times \pi \times d_1 =$ | <b>233,23 kN</b> |              |
|                                 |         |   |                  | $> S_{bmin}$ |
|                                 | $S_b =$ | $F/F_{kEd} =$   | <b>1,60</b>      | <b>1,60</b>  |

**3) Dimenze kotev** 4 ks injektovatelných kotevních tyčí na 14 m<sup>3</sup>; pr. 32 mm; ocel S 670  
H; dl. 2,7 m; cem.  
zálivka, pr. vrtu 82 mm

## Dynamické bariéry

Dynamický posudek používá k výpočtu pádové simulace metodu CRSP (Colorado Rockfall Simulation Program, Pfeiffer&Bowen 1989) a umožňuje modelovat pády horninových bloků na předem definovaném reliéfu ve 2D řezu. Modelovanému prostředí jsou v řezu přiřazeny materiálové konstanty, které vyjadřují drsnost a typ povrchu. Pro jednotlivé bloky je možné zadat jejich objemovou tíhu a počáteční rychlost. Jednotlivé parabolické trajektorie jsou následně během modelového impaktu ovlivněny rotací bloku, jeho tíhou a drsností svahu (koeficienty restituce). Model uvažuje všechny tři možné pohyby bloku (volný pád, odskoky, rotace). Výpočet je možný jak statistickým přístupem, tak v tomto případě deterministicky (pro každý odraz byly počítány parametry přímo ze zadaných hodnot koeficientů restituce) dle základního kvadratického vztahu průsečíku přímky a paraboly:

$$- \frac{1}{2} g t^2 + V_{y0} t - q X_0 = 0$$

kde  $q$  – směrový parametr;  $t$  - čas;  $V$  – rychlost,  $X, Y$  – poloha hmotného bodu a  $g$  – gravitační konstanta. Pro stanovení konkrétních účinků impaktu byl použit strojový výpočet pomocí SW RocFall.

Konkrétní účinky zatížení byly stanoveny výpočtem – silovou metodou dle dopadové kinetické energie. To umožňuje norma ČSN 73 0037, čl. 23 b) a 25. Při takovém postupu nemusí být (v souladu s čl. 27 normy ČSN 73 0037) v plném rozsahu dodrženo ustanovení norem ČSN 73 0031 a ČSN 73 0033 a výsledky řešení je možné vyhodnotit individuálně. Není tedy vhodné použít redukci

vstupních parametrů hornin. Individuálním vyhodnocením je pak myšleno, že metodika mezních stavů musí být zavedena alternativním způsobem nebo musí být použit jiný systém posouzení spolehlivosti konzistentní s výsledky výpočtu (např. dovolená namáhání nebo stupně bezpečnosti). Ve výpočtu byly všechny vstupní veličiny uvažovány svými normovými hodnotami ve smyslu

ČSN 73 0035 a ČSN 73 0037, respektive charakteristickými hodnotami ve smyslu ČSN EN 1990 a ČSN EN 1997-1. Výsledné účinky zatížení pak byly individuálním způsobem posouzeny následovně:

- pro dimenzování nominální energetické účinnosti byly získané účinky zatížení převedeny na výpočtové účinky (ve smyslu ČSN EN 1990) pomocí koeficientů z normy ČSN EN 1997-1, návrhový přístup 2, poznámka 1.
- pro dimenzování nominální záchytné výšky bylo použito stupně bezpečnosti 1,5

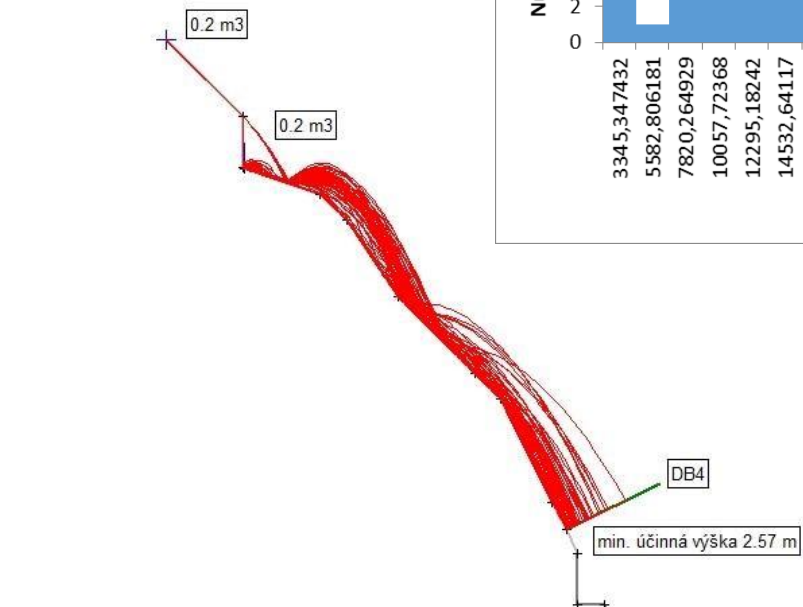
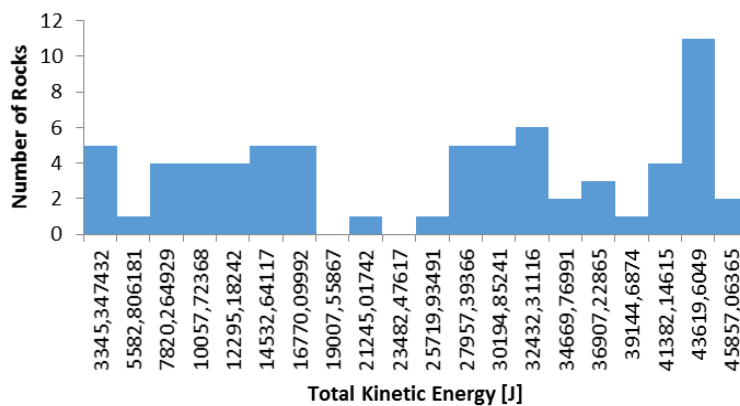
|            | <b>Min. účinná výška</b> | <b>Min. energetická účinnost</b> | <b>Nominální výška</b> | <b>Nominální energie</b> |
|------------|--------------------------|----------------------------------|------------------------|--------------------------|
| <b>DB4</b> | 2,57 m                   | 46 kJ                            | <b>3,86 m</b>          | <b>62 kJ</b>             |
| <b>DB5</b> | 2,63 m                   | 226 kJ                           | <b>3,95 m</b>          | <b>305 kJ</b>            |
| <b>DB6</b> | 2,25 m                   | 73 kJ                            | <b>3,38 m</b>          | <b>99 kJ</b>             |

*Tab.1 Získané výpočtové hodnoty dimenzování DB*

- získané trajektorie s podrobnými výsledky jsou vyjádřeny graficky následovně:



## Total Kinetic Energy on Barrier004

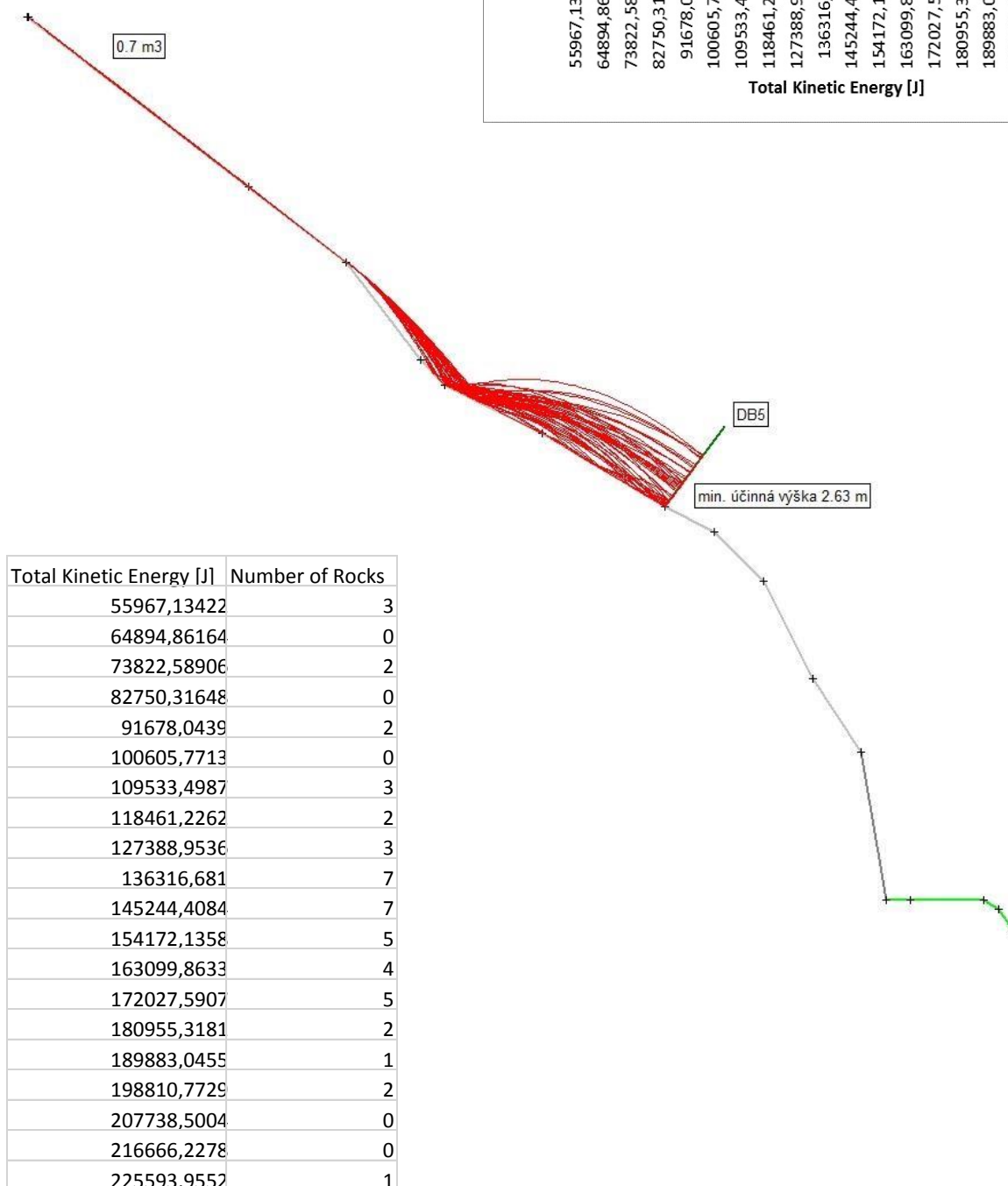
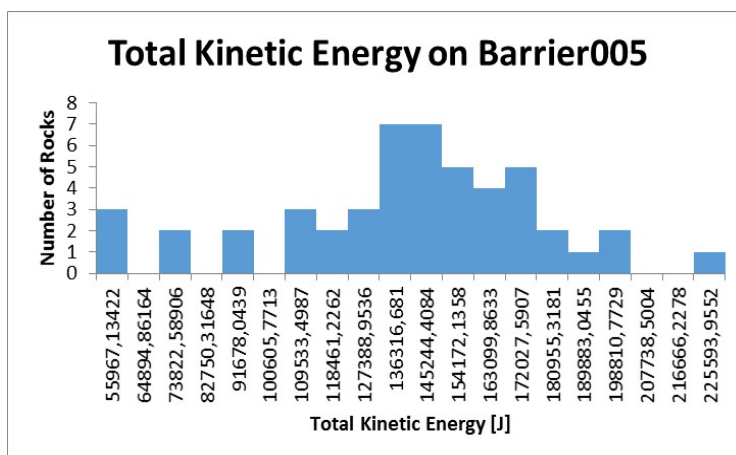


| Total Kinetic Energy [J] | Number of Rocks |
|--------------------------|-----------------|
| 3345,347432              | 5               |
| 5582,806181              | 1               |
| 7820,264929              | 4               |
| 10057,72368              | 4               |
| 12295,18242              | 4               |
| 14532,64117              | 5               |
| 16770,09992              | 5               |
| 19007,55867              | 0               |
| 21245,01742              | 1               |
| 23482,47617              | 0               |
| 25719,93491              | 1               |
| 27957,39366              | 5               |
| 30194,85241              | 5               |
| 32432,31116              | 6               |
| 34669,76991              | 2               |
| 36907,22865              | 3               |
| 39144,6874               | 1               |
| 41382,14615              | 4               |
| 43619,6049               | 11              |
| 45857,06365              | 2               |

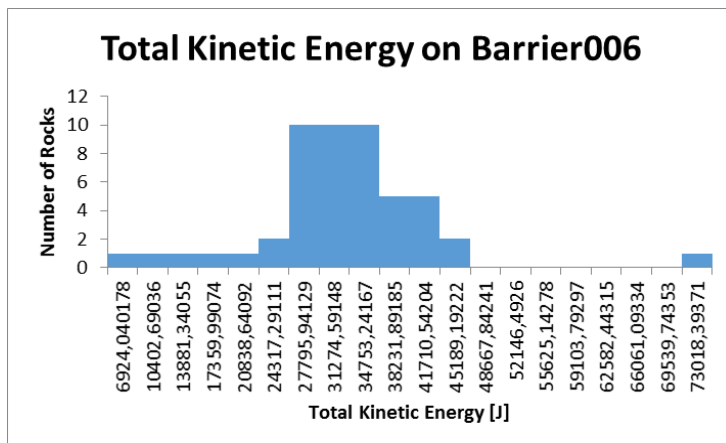
**DB4**



## DB5



## DB6



| Total Kinetic Energy [J] | Number of Rocks |
|--------------------------|-----------------|
| 6924,040178              | 1               |
| 10402,69036              | 1               |
| 13881,34055              | 1               |
| 17359,99074              | 1               |
| 20838,64092              | 1               |
| 24317,29111              | 2               |
| 27795,94129              | 10              |
| 31274,59148              | 10              |
| 34753,24167              | 10              |
| 38231,89185              | 5               |
| 41710,54204              | 5               |
| 45189,19222              | 2               |
| 48667,84241              | 0               |
| 52146,4926               | 0               |
| 55625,14278              | 0               |
| 59103,79297              | 0               |
| 62582,44315              | 0               |
| 66061,09334              | 0               |
| 69539,74353              | 0               |
| 73018,39371              | 1               |

