

Ing. Zdeněk Čížek, Palivový kombinát Ústí, s. p., Ústí nad Labem - Ladislav Předota, Palivový kombinát Ústí, s. p., Ústí nad Labem - Wolfgang Doubek; Palivový kombinát Ústí, s. p., Ústí nad Labem - Ing. Evžen Pichler, CSc., Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a. s., Most

Revitalizace území východní části SHP v letech 1998 - 2006, 3.část

Přijato: 3. 5. 2007, recenzováno: 24. 5. 2007

V této části příspěvku, navazující na předcházející HU 4/2006 a HU 1/2007, jsou podrobně popsány technické parametry budovaných stabilizačních prvků v oblasti zbytkové jámy Chabařovice – **RABENOV**.

Stabilizace svahu Rabenov je v současné době realizována. Byla zahájena v 10/2006 vytýčením a úpravou pracovní plošiny pro vrtání pilot a betonáž dilatačních celků. V současné době jsou všechny piloty odvrtny a probíhá dokončování prací na realizaci kotev. S ukončením popisovaných stabilizačních lavic, terénních úprav a odvodňovacích prací se podle zpracovaného harmonogramu počítá ve 12/2007.

Zhodnocení dosud provedených opatření ke stabilizaci svahu Rabenov

V důsledku předčasného ukončení těžby (usnesením vlády č. 331/1991) nebyly dokončeny plánované výsypkové etáže v patě konečného svahu, které by tuto oblast lomu dlouhodobě stabilizovaly. V letech 1994 – 1995 byl podél severního okraje lesa vybudován hloubkový drén, který měl zadržovat přítoky vody z jižního směru a odvádět je mimo sesuvné území. Tento drén dnes již není plně funkční, je částečně poškozen sesuvem. Vzhledem k malému spádu terénu vznikají bezodtoké deprese. Již dříve byly realizovány kamenné žeberní bloky (min. 26 ks), jejichž cílem bylo odvodnění a zvýšení pevnosti zemin ve vznikajících smykových plochách. Jejich účinnost nebyla z hlediska stability celého svahu dostatečná, nicméně byly v rámci dalšího projektu navržené sanace zachovány a jejich pozitivní vliv bude využit v kombinaci s dalšími navrženými stabilizačními prvky. V letech 2000 – 2005 byla v oblasti svahu Rabenov realizována četná dílčí sanační a provozní opatření vyplývající z nařízení OBÚ Most. Tyto stavební činnosti byly zajišťovány PKÚ, s. p., v rámci územního rozhodnutí.

V průběhu roku 2005 byl v rámci dalších připravovaných stabilizačních prací aktualizován rozsah aktivního sesuvného území a potvrzeno progresivní porušování svahu, vyjádřeno vektorově řádově několika decimetry za rok (úhrnem v desítkách metrů) za sledované období. Bylo zjištěno, že dochází i nadále k rozšiřování sesuvného území. Z výsledků dlouhodobých měření – geotechnického kontrolního sledování a rizikové analýzy vyplynulo, že v případě nerealizování sanačních opatření může sesuvnými pohyby reálně dojít k ohrožení:

- a k definitivnímu zmaření již dříve realizovaných sanačních prací, s jejichž spolupůsobením s další navrženou sanací při její realizaci počítáme (žeburní bloky, hloubkové drény, zpevněné příkopy);
- přeložky vodovodního řadu – ocel DN 500 – realizované v roce 2003 (přiváděč pitné vody pro město Ústí nad Labem);
- sousedních, již dříve rekultivovaných ploch (východní a západní oblast zbytkové jámy).

Postup dalších sanačních prací

Opatření jsou výsledkem optimalizace tvaru pilotové stěny, drenážního systému a rozsáhlých svahových úprav v podobě násypů a zářezů. Generální sklon svahu musí vyhovovat požadovanému stupni bezpečnosti při uvažování reziduálních smykových parametrů $F_s = 1,2$ v převážném rozsahu svahů.

Na základě aktualizovaných podkladů byly zjištěny vstupní údaje, rozsah smykových ploch a úroveň hladiny podzemní vody (HPV). Jako samostatný okrajový zatěžovací stav byla zahrnuta do geotechnického modelu úroveň HPV reprezentující lokálně zjištěný pórový tlak. Bez znalosti jejího vývoje by nebylo možné, jen na základě smykových parametrů zeminy a měření deformací, vypočítat stupeň stability svahu.

Vybudováním sanačních prvků dojde k požadovanému navýšení stupně stability a k postupné stabilizaci svahu, a tím zpomalování svahových deformací. Statická účinnost sanačních opatření se zvyšuje časem. Z tohoto důvodu je v rámci sanace navržen i potřebný rozsah kontrolních a monitorovacích prvků, jejichž dlouhodobým sledováním bude zjišťována účinnost a postupná aktivace stabilizačních opatření (zpomalování svahových deformací, aktivace kotevních sil, stabilizace a pokles pórových tlaků).

Stabilizace svahů vnitřní výsypky je zajištěna terasovitě uspořádaným zemním valem. Tyto zemní práce jsou realizovány v rozsahu zajišťujícím stupeň bezpečnosti svahu výsypek, s uvažováním snížených (reziduálních) smykových pevností zemin $F_s = 1,2$. Tento stupeň bezpečnosti odpovídá požadavku vyhlášky ČBÚ č. 26/1986 Sb. pro provozní (dočasné) svahy. Dosažení požadovaného stupně bezpečnosti konečných svahů výsypek $F_s = 1,3$ pro reziduální parametry, resp. 1,5 pro vrcholové parametry, se prokázalo jako neekonomické.

Celkové technické řešení

Sanační opatření spočívají v kombinaci dílčích prvků:

- kotvená pilotová stěna se stabilizační lavicí v pasivní oblasti sesuvu – zvýšení pasivních (stabilizačních) sil při úpatí sesuvné oblasti v průběhu smykové plochy;
- odřez 1 : 7 v aktivní (odlučné) oblasti sesuvu – snížení aktivních (sesuvných) sil;
- hloubková drenáž - snížení hladiny podzemní vody ve střední části sesuvu a podchycení vývěrů zastižených v oblasti odřezu 1 : 7;
- otevřené zpevněné příkopy - regulace povrchových vod a jejich odklonění mimo oblast sesuvu;
- vertikální drény a drenážní žebra - snížení pórových tlaků v oblasti paty sesuvu (v místě stabilizační lavice) a urychlení konsolidace přítěžovací stabilizační lavice;

- vytvoření terasovitě uspořádaného zemního valu v oblasti jihovýchodní části paty vnitřní výsypky (176 a 230 m n. m.).

Pilotová stěna

Hlavní částí sanačního zásahu je pilotová stěna, která se významně podílí na zvýšení stupně bezpečnosti sesuvné oblasti. Současně umožňuje vybudování stabilizační lavice opřené o pilotovu stěnu.

V rámci konečných terénních úprav bylo i přesypání (zakrytí) líce stěny zásypem se sklonem svahu cca 1 : 3. Tyto práce budou realizovány v rámci 2. etapy stavby „Stabilitní zajištění jihovýchodní části paty vnitřní výsypky“, návazně na již dokončené HTÚ celé oblasti jižního svahu jezera Chabařovice.

Pilotová stěna je tvořena dilatačními celky (dále jen DC) s pořadovými čísly ve směru staničení. Celkový počet dilatačních celků je 19. DC jsou ve dvou typech, lišících se především výškou úhlové zdi a délkou pilot.

DC 1 – DC 12 jsou výšky 4 m, s pilotami délek 28 a 26 m, označované jako TYP A. DC 13 – DC 19 jsou výšky 3 m, s pilotami délek 26 a 24 m, označované jako TYP B. Tvar pilotové stěny a výškové umístění je definováno vytyčovací osou pilotové stěny (*obr. 1*).



Obr. 1 – Stavba dilatačních celků s průchodkami pro kotvy

Dilatační celek typu A je tvořen úhlovou zdí o výšce 4 m, DC typu B – 3 m s rovnoměrně rozmístěnými výztužnými žebry. Podkladní beton byl proveden v tl. 100 mm na přehutněné podloží z betonu C 12/15. Tloušťka všech prvků (desky, stěny i žebry) je 1,0 m. Úhlová zeď je umístěna na 7 pilotách o průměru 1,2 m. Piloty jsou půdorysně umístěny ve dvou řadách s příčným osovým rozestupem 1,6 m a podélným rozestupem 1,65 m (1,4 m krajní piloty). Piloty v první řadě (blíže k lici zdi) jsou délky 28 m, piloty v druhé řadě délky 26 m. Celková délka dilatačního celku je 11,5 m. Dilatační celek je v úrovni 1,0 m pod vrchní hranou úhlové zdi kotven 4 ks lanových kotev. Rozmístění kotev odpovídá rozmístění žebry, kotvy jsou vedeny průchodkami umístěnými ve výztužných žebrech. Zeď je provedena z monolitického betonu C 30/37 – XA2, s pracovní spárou v úrovni horní strany základové desky. Výztuž celého DC je navržena z oceli 10 505 (R). Hrany monolitických prvků úhlové zdi jsou upraveny (zkoseny) ve sklonu 45° na plošku šířky 30 mm. Celá konstrukce je před zasypáním ochráněna penetračním asfaltovým nátěrem.

Piloty jsou provedeny o průměrech 1,2 m a hloubkách u DC typu A 28 m (1. řada) a 26 m (2. řada) a u DC typu B 26 m (1. řada) a 24 m (2. řada). Rozmístění pilot je provedeno dle předchozího odstavce. Tolerance umístění piloty vztahená ke středu piloty je max. ±50 mm. Piloty jsou prováděny vrtáním s ochranou ocelovými pažnicemi po celé délce vrtu. Piloty jsou navrhovány jako plovoucí na vodorovnou únosnost. Vyztužení pilot bylo provedeno z oceli 10505 (hlavní výztuž) a oceli E 10216 (spirálovitý třmínek a další výztuž). Piloty jsou provedeny z monolitického betonu C30/37 – XA2.

Kotvy jsou u DC typu A délky 49 – 54 m a u DC typu B 52 – 55 m. Jsou tvořeny 9 pramencovými lany o průměru pramence 0,62", z oceli ST 1670/1860, se zatížením na mezi pevnosti min. 2 510 kN/kotvu. Kotvy jsou provedeny kolmo na líc zdi ve sklonech od vodorovné 25, 30 a 35°. Vrtání pro kotvu je provedeno průchodkou v pilotové stěně. Je provedeno s odchylkou od osy max. ±1,5° ve vodorovné a ±2° ve svislé. Délky kořenů kotev u DC typu A jsou odstupňovány dle sklonu kotvy takto:

Označení kotvy	Sklon kotvy	Celková dl. kotvy	Délka kořene	Předepnutí
K 25	25°	54 m	30 m	530 kN
K 30	30°	52 m	30 m	550 kN
K 35	35°	49 m	28 m	580 kN

Délky kořenů kotev u DC typu B jsou odstupňovány dle sklonu kotvy takto:

Označení kotvy	Sklon kotvy	Celková dl. kotvy	Délka kořene	Předepnutí
K 20	20°	55 m	30 m	510 kN
K 25	25°	54 m	30 m	530 kN
K 30	30°	52 m	32 m	550 kN

Ochrana trvalé kotvy proti korozi je provedena ve dvou úrovních. Kořen kotvy opatřený distančními košíky byl osazen v žebrované trubce a injektován tlakem 1,5 MP a cementovou směsí c/v = 2,5/1 a současně bylo provedeno i zalití táhla. Volná část kotev (mimo kořen) byla navíc ochráněna tukem a PE obalem. Kotvy byly po instalaci a zatvrdnutí injektážní směsí předepnuty na sílu - viz tabulka výše. Hlavy kotev byly před korozi ochráněny hlavou s tukovou náplní (obr. 2).



Obr. 2 – Úhlová zeď s rovnoměrně rozmístěnými žebry a průchodkami pro kotvy

Železobetonové prvky kotvené úhlové zdi s pilotami tvoří monolitický celek.

Odvodnění rubu pilotové stěny

K zajištění odvodnění báze hutněného zásypu pilotové stěny je na svah 1 : 2 položena drenážní geotextilie (tl. min. 4 mm, Interdrain GMG 412). Drenážní geotextilie není provedena na celou výšku svahu. Při instalaci byly pásy drenážní geotextilie rozvinuty (pokládány) po svahu s napojením na sousední pás, s překrytím ca 0,2 m, napojení ve směru rozvinu bylo provedeno s přesahem min. 0,5 m. Drenážní geotextilie je plošně uchycena ke svahu (kotvena) ocelovými sponami Ø 6 mm (ocel E10216) ve tvaru obráceného „U“ (1 ks na 5 m²) a zatažena do úrovně drenážní trubky DN 150 za rubem stěny.

Drenážní potrubí za pilotovou stěnou je uloženo ve spádu min. 1 %, v obsypu (400 x 400 mm) ze štěrkopísku, překrytého separační geotextilií s hmotností min. 120 g/m² a přesahem v místě napojení min. 300 mm. Před pilotovou stěnou je drenážní trubka ukončena ve vzdálenosti min. 1,0 m od líce stěny ve zpevněné ploše. Propustnost zpevněné plochy zajistí další drenážní funkci. Do drenáže za rubem pilotové stěny je kolmo zaústěna drenážní trubka z drenážního žebra (pod 1. úrovní zpevněné plochy pro vertikální drény).

V místech průchodu drenážního potrubí přes zed' je zabráněno propadávání zeminy umístěním svisle uložené výztužné geotextilie z PES o pevnosti min. 100/50 kN. Geotextilie je umístěna v rovině rubu zdi a instalována postupně s navyšováním násypu za pilotovou stěnou (hlavní vlákna jsou orientována horizontálně). Rozměr geotextilie je 5 x 3 m, tj. přesah geotextilie na rubu zdi činí min. 2,2 m na každé straně mezery mezi DC. Geotextilie lze alternativně nahradit ztraceným dřevěným bedněním z nehraněného řeziva. Provedení tohoto opatření je pouze dočasné, tj. do doby realizace 2. etapy stavby „Stabilitní zajištění jihovýchodní části paty vnitřní výsypky“.

Zásyp rubu pilotové stěny

Zásyp byl proveden po dokončení drenáže za rubem pilotové stěny z místních kvartérních zemin (spraše, třídy F 5) po vrstvách max. 0,4 m. Jednotlivé vrstvy jsou hutněny na 92 % PS. Násyp za rubem byl od koruny stěny proveden ve sklonu 1 : 6, a to až do úrovně zpevněné plochy pro vertikální drény –

1. úroveň. Násypy (zásypy) za rubem probíhají současně s prováděním sousedících stabilizačních lavic v úrovni pilotové stěny. Kontrola hutnění je prováděna v souladu s ČSN 72 1006, nebo statickou zatěžovací zkouškou v počtu 1 zkouška na 2 000 m³.

Stabilizační lavice v úrovni pilotové stěny

V úsecích mezi pilotovými stěnami bude linie upraveného terénu navazovat na kótu koruny zdi a stabilita svahu zde bude zajištěna vyztuženými stabilizačními lavicemi. Lavice budou provedeny v samostatných krátkých úsecích do úrovně koruny pilotové stěny.

Z důvodu limitovaného prostoru před linií pilotové stěny budou tyto lavice provedeny se sklonem svahu 1 : 2. Protože v oblasti stavby v rámci zemních prací nejsou k dispozici typicky vhodné zeminy do násypu (ve smyslu ČSN 721002), budou do tělesa násypu použity místní, méně vhodné (podmínečně vhodné) zeminy – sprašové hlíny (tř. F5 dle ČSN 731001). S ohledem na využití těchto zemin do lavice bude nutné k zajištění vnitřní stability lavice se sklonem svahu 1 : 2 aplikovat geotextilní výztuhy. Vnější stabilita lavice a navazujících terénních úprav HTÚ bude zajištěna statickým prvkem v patě lavice – řadou již provedených pilot (obr. 3).

Vertikální drény (VD)

VD jsou navrženy v místě pod stabilizační lavicí tak, aby došlo k urychlení konsolidace podloží a snížení pórových tlaků v úrovni smykové plochy při klimatických a srážkových výkyvech. VD budou z technologických důvodů prováděny ve dvou úrovních daných zpevněnými plochami pro VD.

Stabilizační lavice nad pilotovou stěnou

Stabilita svahu nad pilotovou stěnou bude zajištěna vyztuženou stabilizační lavicí. V rámci zemních prací nejsou k dispozici vhodné zeminy do násypu, a proto budou do tělesa násypu použity místní, méně vhodné (podmínečně vhodné) zeminy – kvartérní sprašové hlíny (tř. F5 dle ČSN 731001). S ohledem na využití těchto zemin do lavice bude nutné, k zajištění vnitřní stability lavice se sklonem svahu 1 : 2,5, použít geotextilní výztuhy.



Obr. 3 – Celková situace sanačních prvků svahu RABENOV

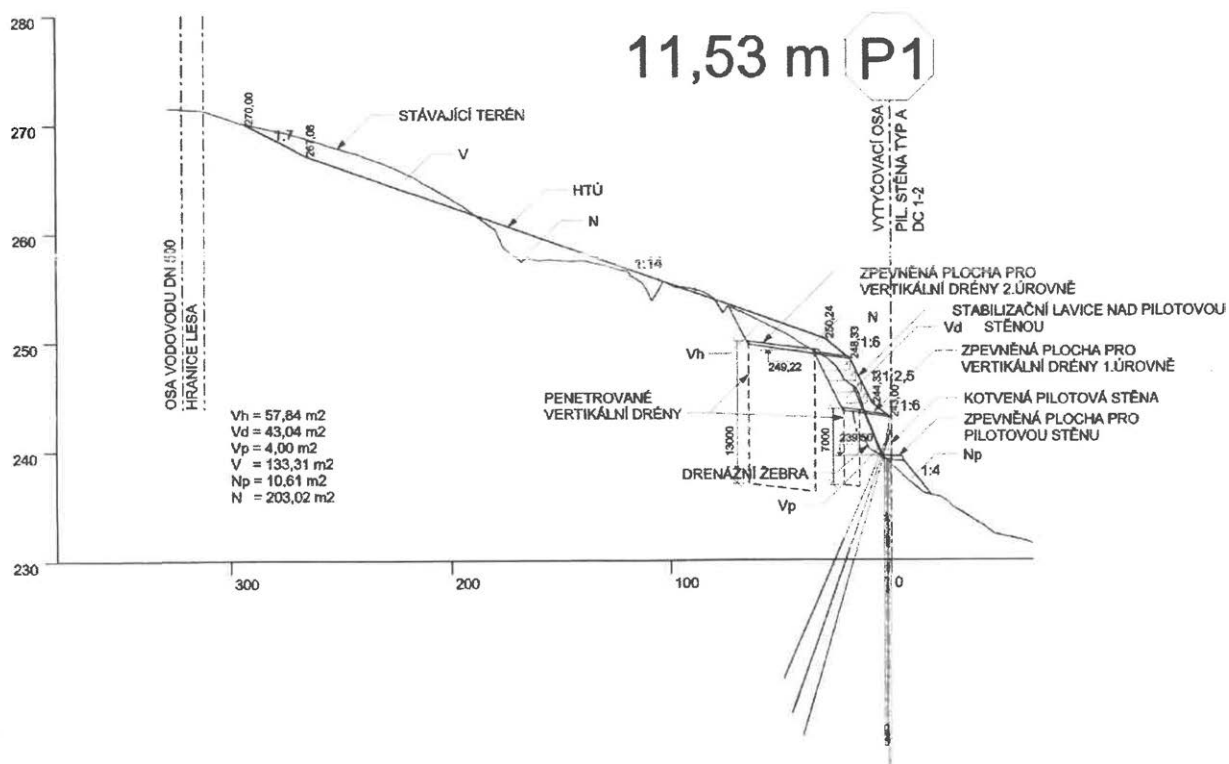
Lavice bude realizována z úrovně zpevněné pracovní polohy pro VD a z úrovně hutněného zásypu za pilotovou stěnou se sklonem svahu nad korunou stěny 1:6. Směrem do svahu budou lavice navazovat na původní terén, resp. svahy výkopů pro VD se sklonem 1:2,5. K zajištění odvodnění báze lavice bude na svah 1:2,5 položena drenážní geotextilie (tl. min. 4 mm, např. Interdrain GMG 412). Při instalaci budou pásy drenážní geotextilie rozvinuty (pokládány) po svahu s napojením na sousední pás s překrytím cca 0,2 m, napojení ve směru rozvinu bude s přesahem min. 0,5 m. Drenážní geotextilie bude plošně uchycena ke svahu (kotvena) ocelovými sponami – Ø 6 mm (ocel E10216) ve tvaru obráceného „U“ (1 ks na 5 m²) a zatažena do zpevněné pracovní plochy (plošného drénu) ze štěrkodrti pro VD.

Plošný drén bude v celé šířce od lavice oddělen položením separační geotextilie (min. 120 g/m²). Vyústění plošného drénu na terén bude zajištěno prodloužením drenážní zpevněné plochy VD plošným drénem z inertního materiálu, s úhlem vnitřního tření $F_i > 25^\circ$ a propustností $k > 10^{-4}$ m/s (např. štěrk,

štěrkodrt, štěrkopísek), tl. 0,2 m, s příčným sklonem 3 %, odděleným na bázi i povrchu separační geotextilií (min. 120 g/m²).

Stabilizační lavice bude realizována coby násyp hutněný po vrstvách tl. max. 0,4 m z místních kvartérních zemin (sprašových hlín tř. F5) získaných z výkopu pro vytvoření zpevněných pracovních ploch a odřezů v rámci HTÚ z jižní části sanované oblasti. Jednotlivé vrstvy násypu budou hutněny na min. 92 % PS. Kontrola hutnění bude provedena v souladu s ČSN 72 1006, nebo statickou zatěžovací zkouškou v počtu 1 zkouška na 2000 m³.

Pata stabilizační lavice bude navazovat na hutněný zásyp za pilotovou stěnou se sklonem svahu nad korunou stěny 1 : 6 ve vzdálenosti od vytyčovací osy sanace zpravidla 8,5 m. Od této úrovně budou budovány jednotlivé vyztužené vrstvy s příčným sklonem 3,0 %. Vyztužení vrstev násypu bude provedeno výztužnými tkanými geotextiliemi – PES pevnosti 100/50 kN/m, např. Bontec HS 100/50 (obr. 4).



Obr. 4 – Příčný řez stabilizovaným územím

Hrubé terénní úpravy – HTÚ

Hrubé terénní úpravy spočívají ve dvou základních prvcích, které z hlediska vyrovnání bilance zemin na sebe věčně i časově navazují:

- a) snížení sklonu „odlehčení“ – v horní části svahu (odlučná oblast sesuvu) nad stabilizační lavicí bude proveden terénní odřez se sklonem 1 : 7 navazující na upravený sklon zářezu 1 : 14. Zářez 1 : 14 přechází do násypů ve stejném sklonu za stabilizační lavicí. Boční strany výkopu (východní a západní okraj) budou upraveny na konečný sklon 1 : 7.

Z hlediska těžitelnosti jsou sprašové hlíny a jílovité zeminy zařazeny do třídy těžitelnosti 3 dle ČSN 73 3050).

- b) vytvoření vyztužených stabilizačních lavic a násypů – hutněné zásypy navazují na pilotovu stěnu svahem upraveného terénu se sklonem svahu 1 : 6 (šířky zpravidla 8,5 m od vytyčovací osy). Bude vybudována vyztužená stabilizační lavice výšky 4,0 m se sklonem svahu 1 : 2,5. Nad stabilizační lavicí navazuje hutněný násyp HTÚ se sklonem 1 : 6, který přechází do sklonu 1 : 14.

Násypy HTÚ za stabilizační lavicí budou realizovány po vrstvách tl. max. 0,5 m ze zemin z výkopu (odřez HTÚ, výkopy pro zpevněné pracovní plochy a drenážní žebra) a vývrtů pilot a kotev (viz pilotová stěna). Jednotlivé vrstvy násypu budou hutněny pojezdem dozerů souběžně s osou sanace (kolmo na spádnicí). Přebytek zemin (cca 4 900 m³) bude uložen do zemního valu – stabilizace svahu paty vnitřní výsypky (1. etapa HTÚ).

Odvodnění území

Zvýšená úroveň podzemní vody v masivu vede jednoznačně ke snížení stupně bezpečnosti, jejím snížením, tedy snížením pórových tlaků, naopak stabilitu zvýšíme. Dalším negativním vlivem vody, který zasahuje především povrchové nebo obecněji nezatížené či odlehčené vrstvy zemin, je změna vlastností související se změnou obsahu vody (vlhkosti). S narůstajícím obsahem vody v soudržných zeminách se mění konzistence a rovněž její číselné vyjádření ve formě stupně konzistence

Ic. Cílem navrhovaného systému odvodnění je tedy maximálně eliminovat výše uvedené negativní vlivy podzemních a povrchových vod.

Sběrné drény

Sběrné drény jsou navrženy k podchycení případných vývěrů podzemních vod zastížených při provádění odřezu 1 : 7 v odlučné oblasti sesuvu. Poloha a orientace drénů je řešena operativně během zemních prací, v rámci autorského dozoru, se souhlasem investora.

Drény jsou navrženy na hloubku min. 1,0 m s šířkou dna 0,6 m. Sklony stěn výkopu 2 : 1. Drenážní funkce bude zajištěna kamenivem frakce 32 - 63 zabaleného do separační geotextilie 120 g/m² proti zanesení jílovitými zeminami. V úrovni terénu bude drén uzavřen zhutněnou vrstvou tloušťky min. 0,2 m z místní jílové zeminy. Dočasně lze před konečnou úpravou svahu v místech, kde jsou drény umístěny přímo pod povrchem, použít pro zásyp horní separační geotextilie i propustný materiál. Sklon dna drénu je dán sklonem svahu a úhlem napojení na svodný drén, který by neměl být větší než 40°.

Svodný drén

Svodný drén primárně zajišťuje hloubkové odvodnění terénní deprese na kótě 255 m n. m. a horní oblasti pod svahem odřezu 1 : 7. V horní části bude využit po zaústění sběrných drénů podchycujících zastížené vývěry vod. Svodný drén je řešen obdobně jako drény sběrné, tedy jako příkop vyplněný drenážním kamenivem frakce 32 - 63 a obalený separační geotextilií. Na rozdíl od sběrných drénů bude svodný drén utěsněn ve dně fólií (např. geomembrána Nicoflex, Nicotarp). Celková hloubka drénu je cca 1,4 m, s šířkou ve dně 0,8 m a se sklony výkopu 1 : 1. Drenážní kamenivo, separační geotextilie a těsnicí vrstva budou shodné se sběrnými drény. S ohledem na postup stavby budou svodné drény v první fázi provedeny jako otevřený příkop s těsnicí fólií zajištěnou vrstvou drenážního kamene (32-63) o mocnosti cca 0,3 m. Po zaústění příčných sběrných drénů bude svodný drén dokončen, tedy vyplněn kamenivem se separační geotextilií 120 g/m² a uzavřen vrstvou v úrovni terénu z místní zeminy. Dočasně lze před konečnou úpravou svahu v místech, kde jsou drény umístěny přímo

pod povrchem, použit pro zásyp horní separační geotextilie i propustný materiál.

Otevřený odvodňovací příkop – typ A

Otevřené příkopy **zpevněné lomovým kamenem** (frakce 63 – 200) budou zajišťovat:

- povrchové odvodnění střední části sanovaného území nad pilotovou stěnou (zaústěn do příkopu typ – B);
- odklonění stávajícího příkopu podél západního okraje sanované oblasti (zaústěn do stávajícího zpevněného příkopu obdobné konstrukce);
- vyústění svodného drénu a napojení na stávající systém povrchového odvodnění – zpevněný příkop obdobné konstrukce.

Příkop bude v příčném řezu lichoběžníkového tvaru se sklonem stěn 1 : 1,5, hloubky 1,1 m a šířkou ve dně 0,6 m. Koryto bude zpevněno záhozem z lomového kamene fr. 63 – 200 mm. Od okolních jílovitých zemin bude zához oddělen položením separační geotextilie (120 g/m²). Dno příkopu bude utěsněno fólií (např. geomembrána Nicoflex, Nicotarp).

Kamenný zához s fólií a geotextilií budou tl. 0,25 m a zajistí dostatečnou ochranu dna proti erozní činnosti povrchové vody. V místech směrových lomů a každých cca 50 m bude příkop opatřen stabilizačním prahem tl. 0,4 m z betonu C25/30.

Otevřený odvodňovací příkop – typ B

Otevřený příkop **zpevněný drátokamennými matracemi** bude **navazovat na příkop typu A** zajišťující povrchové odvodnění střední části sanovaného území – nad pilotovou stěnou. Příkop se zpevněním z drátokamenných matrací (typ B) bude proveden v místě křížení se stabilizační lavicí a bude veden přibližně po spádnicí lavice. Příkop bude v příčném řezu lichoběžníkového tvaru se sklonem stěn 1 : 1, výškou 1 m a šířkou dna 1,0 m. Koryto bude zpevněno položením drátokamenných matrací (typ PSB) vyplněných (strojně) kamenivem fr. 63 – 200 mm. Od okolních jílovitých zemin budou matrace odděleny položením separačních geotextilií (120 g/m²). Dno příkopu bude utěsněno fólií (jako u příkopu typu A).

Typizované matrace budou rozměru 2,0 x 1,0 x 0,25. Atypické matrace v místech směrového či výškového zlomu budou dle dispozic upraveny přímo na stavbě.

Příkop typ B bude otevřeným příkopem napojen na stávající systém povrchového odvodnění pod pilotovou stěnou. Tento otevřený příkop pod pilotovou stěnou bude definitivně upraven v rámci 2. etapy stavby „Stabilitní zajištění jihovýchodní části paty vnitřní výsypky“, kdy budou dokončeny HTÚ zbylé oblasti jižního svahu jezera Chabařovice.

Geotechnický monitoring a sledování podzemní vody

Statický návrh v případech stabilizace rozsáhlých svahových pohybů musí být řešen jako kompromis mezi bezpečností a hospodárností, neboť existuje objektivní variabilita faktorů, které mohou významně ovlivňovat reálné chování stavby, a tuto variabilitu nelze ani při sebepodrobnějších statických a stabilitních výpočtech, prováděných v rámci projektové přípravy, plně postihnout. Mezi takové faktory patří nutnost extrapolace výsledků průzkumu a výpočtů z bodových informací (resp. z reprezentativních řezů) na plochu sesuvu při extrémní členitosti terénu a nehomogenitě zemního prostředí, proměnlivosti pevnostních parametrů v prostoru a čase, změnách v úrovni hladiny podzemní vody vlivem dešťových a sněhových srážek, změnách teplot a dalších nejistotách. Za tímto účelem je k uplatnění observační metody ve smyslu evropské normy EC7 zřizován systém monitorovacích prvků, kterými je stavba kontrolována a v některých případech operativně řízena.

Prvky nově budovaného geotechnického monitoringu jsou zaměřeny přednostně na sledování stabilizačního vývoje pilotové stěny s kotvami, terénu svahu a účinků vody v zemině.

V první skupině je navrženo sledování posunů a náklonů v koruně stěny pomocí měření geodetických bodů a náklonoměrných destiček. Na každém z 19 segmentů budou osazeny 2 body pro geodetické měření a 1 náklonoměrná destička. V kombinaci výsledků se získají

informace o prostorových ohybech jednotlivých segmentů.

Chování dvou vybraných pilot bude kontrolováno měřením svislých a vodorovných deformací po celé délce piloty (drážkovanou inklinopažnicí se speciálními spojkami pro měření prostorové změny instalovanou v průběhu instalace armokoše a betonáže). Pažnice bude instalována na vnitřní a vnější straně piloty (orientováno vůči spádnicí generálního svahu). U piloty namáhané ohybem se projeví na tažené části prodloužení a na tlačené zkrácení pažnice. Z velikosti těchto délkových změn se odvodí i příslušná napětí. Mimo to budou tímto způsobem měřeny i vodorovné deformace. Napětí v pilotě bude rovněž měřeno tenzometricky na vnitřní a vnější straně piloty. V každé ze sledovaných pilot budou umístěny dvě dvojice tenzometrů nalepených na očištěnou podélnou výztuž do místa kolem největšího vypočteného namáhání ($\pm 0,5$ m, tj. 1 m od sebe).

U šesti vybraných kotev bude instalováno trvalé měření kotevních sil a dále bude pomocí tlakoměrných podušek měřen skutečný zemní tlak na pilotovou stěnu. Tlakoměrné podušky budou umístěny tak, aby nekolidovaly s kotvami, tj. na žebru cca 15 cm nad otvorem pro kotvu.

Dalšími měřicími prvky jsou čtyři inklinovrty s hloubkou po třiceti metrech.

Sledování tlakových účinků vody ve svahu zahrnuje jednak měření pórových tlaků ve 3 snímačích penetrovaných do hloubky kolem 10 m v oblasti zásypu pilotové stěny (počítá se se snímači typu BAT), jednak měření

ve 4 snímačích pod zemním valem sypaným pod pilotovu stěnou – stabilizace oblasti jihovýchodní části paty vnitřní výsypky (snímače typu Geokon nebo Geomon). Všechny uvažované typy se na lokalitě již osvědčily, rozdíl je mezi nimi v různém poměru mezi náklady na pořízení a režimu měření. Další podstatný rozdíl je v účelu, ve druhém případě bude vývoj pórových tlaků sledován hlavně v průběhu sypání, aby přetížení nevyvolalo v podloží nepřiměřené zvýšení tlaků. Pak není možné použít snímače s ponechaným soutyčím (BAT), ale odečítací místo je třeba umístit mimo dosah zemních prací, tj. kabel snímačů vyvést rýhou v původním terénu do odečítací šachtice.

Dílčí závěr

Klasické způsoby stabilizace svahu Rabenov byly doplněny železobetonovými stavebními prvky – pilotovými stěnami. Piloty s kotvenými úhlovými zdmi, tvořící monolitický celek, budou přenášet zemní tlaky sesuvného území. Účinnost tohoto netradičního způsobu řešení posílení stability zemního masívu bude sledována geotechnickým monitoringem. Očekává se, že tahové síly kotev nepřekročí vypočtenou mez pevnosti 2 510 kN/kotvu.

Literatura:

Rabenov – stabilizace sesuvného území.- AZ Consult, DSP, DZS – 12/2005

Rabenov – stabilizace sesuvného území – Dodatek č. 1.- AZ Consult, DSP, DZS – 04/2006

Rabenov – konsolidační drén stabilizace paty vnitřní výsypky.- AZ Consult, RDS, 06/2006