

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**



DIPLOMOVÁ PRÁCE

2017

Bc. Vladislava Konopecká



Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta životního prostředí
Katedra biotechnických úprav krajiny

Protierozní ochrana svahů od zadání po realizaci

Diplomová práce

Vedoucí práce: prof. Ing. Miloslav Janeček, DrSc.

Diplomant: Bc. Vladislava Konopecká

2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Vladislava Konopecká

Regionální environmentální správa

Název práce

Protierozní ochrana svahů od zadání po realizaci

Název anglicky

Erosion protection of slopes from assignment to implementation

Cíle práce

Prioritním cílem diplomové práce je detailní rozbor konkrétně zvolené protierozní ochrany svahů konkrétní stavby, a to od původního záměru až po vlastní realizaci včetně vyhodnocení zvoleného způsobu její realizace v souvislosti s druhem a kvalitou hornin a zemin, profilem terénu a disponibilním prostorem v rámci navrženého projektu, který je základem správné trvanlivosti, funkčnosti, estetiky a hospodárnosti konečného stavebního díla.

Metodika

Diplomová práce se v návaznosti na poznatky k předmětné problematice prezentované v bakalářské práci, kde byly popisovány především jednotlivé metody a materiály používané k zabezpečení svahů líniových staveb, bude zabývat nejen konečným řešením způsobu protierozní ochrany svahů, ale zejména pak všemi podmiňujícími vlivy jako je profil terénu, druh a kvalita hornin a zemin v dotčeném prostoru stavby, okolní zástavba a v neposlední řadě i majetkoprávní vztahy, které mohou podstatným způsobem zasáhnout do návrhu řešení z hlediska náročnosti realizace, trvanlivosti, estetiky a ekonomické náročnosti výsledného stavebního díla. Alfa – omegou prvotní fáze je analýza a vzájemná provázanost problematiky právě pozemkových úprav, protierozních opatření, stavebních postupů v souladu s geologií zvoleného území a zamýšlenou realizací stavebního záměru. Vyhodnocení rizik spojených s touto problematikou na základě terénního šetření, posouzením s platnou právní legislativou, SWOT analýza bude výstupem a návrhem řešení zkoumané oblasti.

Doporučený rozsah práce

40 – 60 stran

Klíčová slova

Eroze, pozemkové úpravy, protierozní opatření, stavební postupy, geologie území

Doporučené zdroje informací

- BLAŽKOVÁ, M. 1996: Geologie životního prostředí, VŠB, Phare, Ostrava;
FORMAN T. T., GODRON, M. 1993: Krajinná ekologie, Praha;
JANEČEK, M. a kol. 2008: Základy erodologie. Česká zemědělská univerzita v Praze;
JANEČEK M., PASÁK V., TIPPL M., PIVCOVÁ J., VÁŠKA J. et TOMAN F., 1999: Nové směry v protierozní ochraně půdy. Studijní zpráva. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha;
KUČERA, V. 2009: Architektura inženýrských staveb, Praha, GRADA;
SKLENIČKA, P. MIMRA, M. 1998. Krajinný ráz – několik námětů pro jeho vymezení a ochranu. In: Sklenička, P., Zasadil, P. (Eds.) Krajinný ráz, způsoby jeho hodnocení a ochrany. ČZU, Praha;
SKLENIČKA, P. 2003: Základy krajinného plánování;
WERNER, E.D., FRIEDMAN, H.P., 2010: Landslides: causes, types and effects, Nova Science Publishers, New York;
WISCHMEIER, W.H., SMITH, D.D., 1978: Predicting Rainfall Erosion Losses. USDA, Washington DC.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FŽP

Vedoucí práce

prof. ing. Miloslav Janeček, DrSc.

Garantující pracoviště

Katedra biotechnických úprav krajiny

Elektronicky schváleno dne 16. 3. 2017

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 17. 3. 2017

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 17. 03. 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma "Protierozní ochrana svahů od zadání po realizaci" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce, s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 17.4.2017

Vladislava Konopecká

Poděkování

Na tomto místě bych ráda vyjádřila své poděkování panu prof. Ing. Miloslavu Janečkovi, DrSc. za cenné rady a připomínky, jeho velkou ochotu, pomoc a odborné vedení při vypracování diplomové práce a panu Ing. Zdeňku Ludvíkovi, řediteli výstavby a zástupci fy. Metrostav, a. s. za poskytnutí podkladů a cenných informací týkající se mojí vlastní práce. Dále bych ráda poděkovala za podporu a trpělivost mému životnímu partnerovi a rodině, která mi vytvářela pevné zázemí při získávání poznatků a podporu při jejím vypracovávání.

Abstrakt

Diplomová práce se v návaznosti na bakalářskou práci s tématem „Nejpoužívanější způsoby ochrany strmých svahů a náspů podél liniových dopravních staveb v ČR“ zabývá detailním rozborem protierozní ochrany svahů realizované na konkrétní stavbě, a to od původního záměru až po vlastní realizaci včetně vyhodnocení zvoleného způsobu její realizace v souvislosti s druhem a kvalitou hornin a zemin, profilem terénu a disponibilním prostorem v rámci navrženého projektu, který je základem správné trvanlivosti, funkčnosti, estetiky a hospodárnosti konečného stavebního díla. Nezbytným předpokladem pro zajištění výše uvedeného je i posouzení a návrh vnitřní stability svahu, disponibilní prostor pro výstavbu, majetkoprávní poměry v místě stavby, existence stávajících staveb, které eliminují návrh zemního tělesa apod.

Klíčová slova:

Eroze, pozemkové úpravy, protierozní opatření, stavební postupy, geologie území.

Abstrakt

Diploma thesis following the Bachelor thesis with the topic "the most widely used ways to protect steep slopes and embankments along the liner traffic constructions in the Czech Republic" deals with a detailed analysis of the erosion control protection to concrete construction realised slopes, from the original intent to implementation including an evaluation of the chosen way of its realization in the context of the type and quality of the rocks and soil, terrain and available profile space within the proposed project that is the basis of good durability, functionality, aesthetics and economy of the final construction works. A prerequisite for ensuring the above and the assessment and design of the internal stability of the slope, the available space for the construction, financial ratios in the site, the existence of the existing buildings, which eliminate the grading proposal, etc.

Keywords:

Erosion, landscaping, erosion control measures, building techniques, the geology of the area.

OBSAH

1. ÚVOD.....	10
2. METODIKA A CÍLE PRÁCE	13
3. EROZE.....	14
3.1 POJEM EROZE	14
3.1.1 Druhy eroze.....	14
3.1.2 Mechanismus vodní eroze	15
3.1.3 Formy vodní eroze.....	16
3.1.4 Projevy vodní a větrné eroze a stékání	18
3.1.5 Hodnocení vodní eroze.....	19
3.1.6 Faktory ovlivňující vodní erozi.....	19
3.1.7 Zjišťování rizik vodní a větrné eroze	24
3.1.8 Vliv přírodních a technických prvků na protierozní opatření	26
3.2 HLAVNÍ PRINCIPY PROTIEROZNÍCH OPATŘENÍ.....	27
3.3 Průběh dopravní stavby v terénu	28
3.3.1 komunikace v úrovni terénu	28
3.3.2 komunikace v zářezu	28
3.3.3 komunikace v násypu	29
3.3.4 komunikace v odřezu.....	29
3.4 POSTUP A ZPŮSOBY PROTIEROZNÍ OCHRANY	30
3.5 DRUHY GEOTECHNICKÉHO PRŮZKUMU.....	32
3.6 METODICKÉ ZÁSADY GEOTECHNICKÉHO PRŮZKUMU	33
3.6.1 Orientační průzkum	33
3.6.2 Předběžný průzkum.....	34
3.6.3 Podrobný průzkum	34
3.6.4 Doplnující průzkum.....	34
3.6.5 Geotechnické sledování výstavby.....	35
3.7 GEOTECHNICKÉ ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PRŮZKUMU	35
3.7.1 Zářez	35
3.7.2 Násyp	36
3.8 VÝSLEDKY GEOTECHNICKÉHO PRŮZKUMU	36
3.9 PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ NA SVAZÍCH POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ.....	37
3.9.1 Technická protierozní opatření.....	37
3.9.2 Biologická protierozní opatření.....	38

3.9.2.1 Zakládání travních ploch	39
3.9.2.2 Vytrvalé byliny	41
3.9.2.3 Dřeviny	41
3.9.3 Kombinovaná biotechnická opatření	42
3.9.3.1 Geotextilie s hydroosevem	42
3.9.3.2 Geosítě z plastů s hydroosevem	43
3.9.3.3 Travní rohože	43
3.9.3.4 Georohože	44
3.9.3.5 Geobuňky	45
3.9.3.6 Lineární textilní vlákno	46
3.9.3.7 Betonové vegetační opevňovací dílce	46
3.9.3.8 Plastové zatravňovací dílce	47
4. METODIKA	48
5. POPIS EXPERIMENTÁLNÍ PLOCHY	52
5.1 Vlastnické poměry	52
5.2 Informace o pozemcích	53
5.3 Geografický, geomorfologický a geologický charakter	55
5.4 Hydrogeologické a hydrologické poměry	57
5.5 Pedologické poměry	57
5.6 Klimatické poměry	58
6. SOUČASNÝ STAV NÁVRHU ŘEŠENÍ	59
6.1 Stavba násypu na 50. km směr Brno	59
6.2 Stavba násypu na 52. km směr Praha	60
7. VÝSLEDKY A VÝPOČTY	62
8. VYHODNOCENÍ	66
8.1 Svah v násypu na 50. km směr Brno	66
8.2 Svah v násypu na 52. km směr Praha	67
9. SOUHRN VÝSLEDKŮ	68
9.1 Vlastnické poměry	68
9.2 Informace o pozemcích	68
9.3 Geografický, geomorfologický a geologický charakter	68
9.4 Hydrogeologické a hydrologické poměry	68
9.5 Pedologické poměry	69
9.6 Klimatické poměry	69
9.7 SWOT analýza	69

10. ZÁVĚR A DISKUZE	71
11. PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ	73
12. PŘEHLED ZDROJŮ OBRAZOVÉ DOKUMENTACE.....	80
13. PŘÍLOHY	82

Seznam použitých zkratk

BPEJ	Bonitovaná půdně ekologická jednotka
ČGS	Česká geologická služba
ČSN	Česká státní norma
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
EIA	Environmental Impact Assessment (Posuzování vlivů na životní prostředí)
GIS	Geografický informační systém
KPÚ	Komplexní pozemkové úpravy
KÚ	Katastrální území
KP	Katastrální pracoviště
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
LPIS	Land Parcel Identification Systém – systém pro vedení a aktualizaci evidence půdy dle užívatelských vztahů dle zák.č. 252/1997 Sb. o zemědělství, rozšířený o další funkční vlastnosti potřebné především pro účely administrace dotací
ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic ČR
TP	Technické podmínky
ÚPD	Územně plánovací dokumentace
ÚSES	Územní systém ekologické stability
USLE	Univerzální rovnice ztráty půdy (Universal Soil Loss Equation)
VÚMOP	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy
VÚV	Výzkumný ústav vodohospodářský
ZCHÚ	Zvláště chráněná území

1. ÚVOD

Tato práce se po úvodní teoretické části zaměřené na předmětnou problematiku cíleně zabývá konkrétním návrhem a vyhodnocením protierozního a stabilizačního opatření u nově realizovaných svahů v násypu, jehož provedení bylo vyvoláno zvoleným systémem opravy dálnice D1, kdy se spolu s komplexní rekonstrukcí konstrukční části vozovky současně i zvětšuje šířka komunikace tak, aby v základním příčném uspořádání byla šířka každého jízdního pásu minimálně 11,5 metru, tedy rozšíření z kategorie D 26,5 na kategorii D 28 (online zdroj ŘSD: www.novad1.cz). Smyslem tohoto opatření, které současně vyvolává potřebu provedení nových svahů komunikace v násypu nebo naopak odtěžení zeminy nebo horniny komunikace v zářezu je, aby v rámci budoucí údržby nebo oprav této strategicky významné komunikace v České republice byl umožněn provoz vždy ve dvou jízdních pruzích v obou směrech.

Na základě výše uvedeného je proto další informační a teoretická část práce zaměřená zejména na erozi vodní a větrnou, která v konkrétně specifikovaném reálném příkladu dopravní stavby představuje stěžejní riziko okamžitého (v rámci výstavby ještě před finálním provedením navržených protierozních opatření) nebo následného ohrožení její stability nově budovaného svahu v násypu a metody zajišťující tzv. vnitřní stabilitu svahu.

Jednoznačně se lze ztotožnit s názorem DUŠKA (1973), že již v souladu se samotným zadáním návrhu a přípravy realizace stavebního záměru v konkrétním případě je věnována zvýšená péče tvarování svahů, která ovšem znamená vícenáklady a časové zdržení při výstavbě, ale na druhé straně přináší úspory v pozdější údržbě, takže finanční ztráty se mohou vyrovnat. Nemluvě o přínosu pro vzhled díla, který bude rozhodující v době, kdy již nejsou zmiňovány finanční náklady s ním spojené. Nenásilně utvářený terén s celkově mírnějšími spády lépe odolává erozi než strmé svahy a umožňuje také snazší rozprostření ornice pro pozdější výsadbu vegetace. Právě vhodnou modelací povrchu vzniknou příznivá stanoviště pro zeleň a podmínky k její přirozené obnově.

Tvarování svahů má být v zásadě odvozeno z forem, které se přirozeně vyskytují v sousedství konečného díla. Tyto formy se obecně vyznačují oblastí, která je výsledkem dlouhodobé eroze, a proto i kontury umělých zemních těles mají být v zásadě zaobleny a jejich přechod do rostlého terénu pozvolný. Pozvolná modelace svahů má v ideálním případě sledovat charakteristické utváření krajiny a odpovídat tvarům přirozených terénních vln. Výsledek takovýchto úprav je v porovnání s dosud stále běžným provedením svahů v geometricky exaktních formách s ostrými hranami až překvapivě příznivý (CROWE, 1960). Tak jako předchozí autor i FORMAN a GORDON poté v roce

1993 považují koridory uplatňované pro liniové stavby jako zdroje i estetickou součást protínající téměř každou krajinu křížem krážem.

V souladu s přirozenou funkcí krajiny jako takové se protínají i sourodá pravidla krajinného plánování, které považuje SKLENIČKA (2003) za obor stojící nejen na rozhraní velkého množství jiných oborů, ale rovněž na rozhraní praxe a teorie celého kolektivu odborníků a specialistů různých profesí a oborů z projekční, realizační i rozhodovací sféry. Vzhledem ke komplexnosti řešení problematiky je nutné respektovat zejména geologické a hydrogeologické podmínky konkrétního staveniště, které mohou pro zajištění stability výsledného díla vyvolat další složité stavební úpravy krajiny a krajinného rázu. (KUČERA, 2009)

Věcně správným rozdělením ochrany krajinného rázu k umisťování a povolování staveb či jiných činností, které by jej mohly změnit nebo snížit akceptují již existující přístupy vesměs preventivní a kauzální formu.

Zmíněným způsobem preventivní ochrany krajinného rázu je míněno včasné formulování zásad a způsobů ochrany krajinného rázu formou samostatných elaborátů spočívajících např. v plánech péče o ZCHÚ, koncepcí ochrany a přírody a krajiny krajů, apod. nebo jako součást ÚPD nebo KPÚ. Kauzální ochranou krajinného rázu je pak míněno hodnocení vlivů konkrétních záměrů na krajinný ráz při územním rozhodování a povolování staveb nebo v rámci procesu EIA. (SKLENIČKA, MIMRA, 1998)

Prvopočátkem výše uvedené ochrany jsou jednoznačně pozemkové úpravy, kterými se rozumí prostorové a funkční uspořádání pozemků, a ze kterých vychází vyvolaná stavební činnost vyplývající z práv a povinností v souladu s platnou legislativou o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech (zák. č. 139/2002 Sb.), o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku (zák. č. 229/1991 Sb.), ve znění pozdějších předpisů a prováděcí vyhlášky č. 545/2002 Sb., o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu. (PODHRÁZSKÁ, 2006)

Právě návrh ochrany půdy před zamezením škodlivých účinků vody a větru, neboli opatření proti vodní a větrné erozi je předmětem organizace půdního fondu. (RYBÁRSKY a kol., 1991)

Mezi další kroky legislativního rámce vyplývajícího z uvedených odkazů na zákony a vyhlášky uvádí KADLEC (2014) návrh nového uspořádání pozemků, kterému předchází zpracování plánu společných zařízení, mezi něž patří kromě jiného také protierozní opatření, vodohospodářská opatření a opatření k ochraně, tvorbě životního prostředí a zvýšení ekologické stability krajiny v rámci zachování Územního systému ekologické stability (ÚSES).

Z hlediska retence vody v krajině se navzájem doplňují a prolínají navržené stabilizující a krajnotvorné prvky, které jsou plánem společných zařízení a výsledkem půdoochranných a vodochranných opatření v souladu s územně plánovací dokumentací (ÚPD) pro zajištění trvale udržitelného rozvoje (MARKVART, 2000).

2. METODIKA A CÍLE PRÁCE

Diplomová práce se v návaznosti na poznatky k předemětné problematice prezentované v bakalářské práci, kde byly popisovány především jednotlivé metody a materiály používané k zabezpečení svahů liniových staveb, bude zabývat nejen konečným řešením způsobu protierozní ochrany svahů, ale zejména pak všemi podmiňujícími vlivy jako je profil terénu, druh a kvalita hornin a zemin v dotčeném prostoru stavby, okolní zástavba a v neposlední řadě i majetkoprávní vztahy, které mohou podstatným způsobem zasáhnout do návrhu řešení z hlediska náročnosti realizace, trvanlivosti, estetiky a ekonomické náročnosti výsledného stavebního díla. Alfou – omegou prvotní fáze je analýza a vzájemná provázanost problematiky právě pozemkových úprav, protierozních opatření, stavebních postupů v souladu s geologií zvoleného území a zamýšlenou realizací stavebního záměru. Vyhodnocení rizik spojených s touto problematikou na základě terénního šetření, posouzení s platnou právní legislativou, SWOT analýza bude výstupem a návrhem řešení zkoumané oblasti.

Prioritním cílem diplomové práce je detailní rozbor protierozní ochrany svahů realizované na konkrétní stavbě, a to od původního záměru až po vlastní realizaci včetně vyhodnocení zvoleného způsobu její realizace v souvislosti s druhem a kvalitou hornin a zemin, profilem terénu a disponibilním prostorem v rámci navrženého projektu, který je základem správné trvanlivosti, funkčnosti, estetiky a hospodárnosti konečného stavebního díla. Nezbytným předpokladem pro zajištění výše uvedeného je i posouzení a návrh vnitřní stability svahu, disponibilní prostor pro výstavbu, majetkoprávní poměry v místě stavby, existence stávajících staveb, které eliminují návrh zemního tělesa apod.

3. EROZE

3.1 POJEM EROZE

Pojem slova eroze původně vychází z latinského pojmu – erodere (v překladu - rozhlodávat). Nazývá se jím komplexní proces, který představuje rozrušování půdního povrchu, transport a sedimentaci uvolněných půdních částic působením vody, větru, ledu a jiných tzv. erozních činitelů (JANEČEK a kol., 2008).

Navíc samotný erozní proces je především spojený s něčím nepříjemným, negativním, nebezpečným, cizím a zároveň škodlivým, a to ať už se jedná o změny, které vytvářejí hodnoty nebo je ničí, nic to nemění na skutečnosti, že se jedná o nejvýznamnější krajínotvorný prvek v historii naší planety Země, od jejího vzniku až po současnost. (NOVÁK, VOPRAVIL, 2008).

Všechny dohledatelné definice pojmu eroze však mají jeden společný znak a to, že se jedná o přirozený přírodní proces probíhající na zemském povrchu a zesilovaný činností způsobovanou vlivem člověka. (TOMAN, 1996)

3.1.1 Druhy eroze

Podle erozních činitelů můžeme erozi zejména dělit na (JANEČEK a kol., 2002):

- vodní (akvatickou);
- větrnou (eolickou);
- ledovcovou (glaciální);
- sněhovou.

Podle intenzity dělí (CÁBLÍK, JŮVA, 1963) erozi na:

- normální (přirozenou) – je to proces kdy je vodou nebo větrem odnášena svrchní vrstva půdy přičemž se jedná o velmi pozvolný proces pozorovatelný v průběhu více let. Rovněž případné škody způsobené touto formou eroze nejsou zásadní.
- zrychlenou (mechanická degradace) - tato eroze může být velmi výrazná a nebezpečná v zemědělsky a lesnický intenzívně využívané krajině, ve které je

přirozený průběh erozních pochodů škodlivě porušen a mnohonásobně zrychlen. Během eroze zrychlené, označované též jako abnormální, se splavuje značné a často až katastrofální množství svrchní, humusem obohacované půdní vrstvy a obnažují se spodnější vrstvy, což velmi zhoršuje půdní úrodnost a znehodnocuje půdu pro zemědělství, lesní těžbu i jiné kulturní užívání. Takto probíhající eroze může vést až k úplnému zpuštění půdy.

3.1.2 Mechanismus vodní eroze

Vodní erozi lze určit jako vztah mezi schopností erozních činitelů způsobit erozi (tzv. erozivita) a schopností povrchu půdy tomuto působení odolávat (tzv. erodibilita). Erozními činiteli při procesu vodní eroze jsou zejména dešťové srážky a z nich vzniklý povrchový odtok (DOSTÁL a kol., 1996).



Obrázek č. 1 Ukázka dešťové kapky (URL 1)

Hlavním znakem vodní eroze je to, že tekoucí voda smývá, vymílá, odnáší půdu a přemísťuje ji na jiná místa, kde se takto erodované hmoty usazují (sedimentují) a hromadí (akumulují). Tento erozní jev vzniká nejčastěji v oblastech, v nichž občasné deště přívalového charakteru, popř. náhlé tání sněhu, vyvolávají prudké povrchové odtoky, které pak následně erodují sklonité a náležitě nechráněné polohy (CÁBLÍK, JŮVA, 1963).

3.1.3 Formy vodní eroze

- **kapková eroze** je zapříčiněna kinetickou energií dopadajících dešťových kapek na půdu, jejichž (JANEČEK a kol., 2002) typickým znakem jsou drobné jamky v půdě;



Obrázek č. 2 Ukázka kapkové eroze (URL 2)

- **plošná eroze** (ŠARAPATKA a kol., 2006) je způsobena odtékající vodou, která se již nestačila vsáknout do půdy. Charakteristickým znakem je rovnoměrné oderodování půdy po celé ploše pozemku nebo určité části svahu;



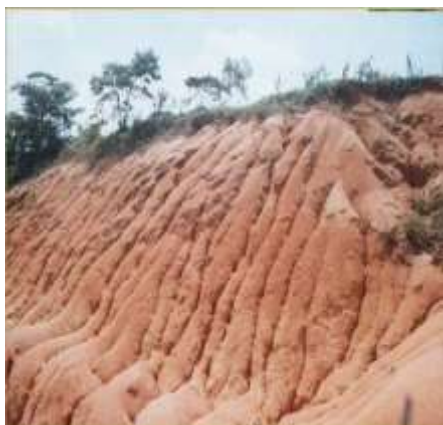
Obrázek č. 3 Ukázka plošné eroze (URL 3)

- **rýžková eroze** vzniká tam, kde dochází k následnému soustředění plošného odtoku a vznikají rýhy o hloubce a šířce několika centimetrů (HOLÝ M., 1978).



Obrázek č. 4 Ukázka rýžkové eroze (URL 4)

- **rýhová eroze** vzniká v případě dešťů větší vydatnosti i intenzity, kdy se odtok brzy koncentruje do rýh, jejichž koryto si voda vyerodovala vlastní silou (CABLÍK, JŮVA, 1963). Podle tvaru příčného řezu rozeznáváme rýhy ploché, úzké, široké a oblé. (HOLÝ M., 1994)



Obrázek č. 5 Ukázky rýhové eroze (URL 5)

- **eroze stržová** vzniká jako další vývojový stupeň rýhové eroze o hloubce a šířce rýh několika metrů. (ŠARAPATKA a kol., 2006)



Obrázek č. 6 Ukázka stržové eroze (URL 6)

3.1.4 Projevy vodní a větrné eroze a stékání

Vodní eroze je způsobena destrukční činností deště a povrchového odtoku s následným transportem půdních částic. Její intenzita je závislá na charakteru srážek včetně povrchového odtoku, morfologii území (především na sklonu a nepřerušené délce svahu), půdních a vegetačních poměrech a způsobu hospodaření na narušovaných pozemcích. (ZACHAR, 1970)

Pro úplnost větrná eroze je přírodní jev, při kterém vítr svou mechanickou silou působí na půdní povrch, rozrušuje půdu a uvolňuje půdní částice, které uvádí do pohybu a přenáší je na různou vzdálenost, kam jsou po snížení jejich rychlosti větrem ukládány. (ŠVEHLÍK, 1985)

Naproti tomu při stékání však dochází k rychlým, ale krátkodobým pohybům půdy, a to zpravidla po přívalových deštích. Unášená půdní hmota je obvykle ve viskózním stavu a od podloží je ostře oddělena. Při stékání vznikají poruchy nazývané zemní proudy, bahenní proudy a mury. Místem vzniku těchto deformací bývají zpravidla erozní rýhy, kde dochází k rozrušování půdního pokryvu a soustředěnému povrchovému odtoku, které jsou předmětem procesu monitoringu eroze. (WERNER a kol., 2010)

Vzhledem k tomu, že je v některých případech velmi složité poznat rozdíl mezi stékáním a sesuvem, je žádoucí, aby byly v systému monitoringu evidovány všechny svahové deformace, u kterých je podezření, že by mohly být předmětem monitoringu. V případech, kdy se potvrdí, že se skutečně jedná o sesuv, budou získané informace postoupeny příslušné organizaci, do jejíž kompetence problematika sesuvů patří, a to České geologické službě (ČGS).

3.1.5 Hodnocení vodní eroze

Existuje několik různých pohledů na vymezení druhů eroze. V nejširším slova smyslu kromě jiných svých náhledů se dělí eroze na přirozenou či naturální a člověkem pozměněnou, ovlivněnou nebo antropogenní. (ZACHAR, 1970)

Stupeň	Intenzita odnosu půdy erozí (mm/rok ⁻¹)	Hodnocení eroze
1	do 0,05	nepatrná
2	0,05 – 0,5	slabá
3	0,5 – 1,5	střední
4	1,5 – 5,0	silná
5	5,0 – 20,0	velmi silná
6	nad 20,0	katastrofální

Tabulka č. 1 Stupně hodnocení eroze (ZACHAR, 1970)

3.1.6 Faktory ovlivňující vodní erozi

Vznik, průběh a intenzitu erozního procesu ovlivňuje celá řada faktorů, které se rozdělují na (JANEČEK a kol., 2002):

a) klimatické a hydrologické, které jsou charakterizovány:

- zeměpisnou polohou;
- nadmořskou výškou;
- množstvím, rozdělením a intenzitou srážek;
- povrchovým odtokem;
- teplotou, osluněním, výparem;
- výskyt, směr a síla větrů.

Pro vznik a intenzitu vodní eroze jsou rozhodující přívalové srážky, charakterizované značnou intenzitou, krátkou dobou trvání, omezeným plošným rozsahem a v podmínkách České republiky převážným výskytem v horkém letním období. (DIRNER a kol., 2007)

Pro erozní proces má základní význam kinetická energie vodních kapek dopadajících na půdu. Ta je příčinou rozbití půdních agregátů, a tím uvolnění půdních částic, jejich přemístění na krátkou vzdálenost rozstříknutím a zvýšení turbulence povrchového odtoku.

K povrchovému odtoku na svahu dochází tehdy, když intenzita dopadajících dešťových srážek překročí schopnost půdy jej vsakovat. Ta je pak závislá na klimatických, fyzikálně geografických (morfologie území, geografické a půdní poměry, druh a složení vegetačního krytu) a antropogenních činitelích působících svými nepříznivými vlivy na vodní režim území. Zároveň klimatické poměry a teploty určují stupeň výparu, který ovlivňuje vlhkost půdy.

Expozice svahu vzhledem ke světovým stranám má vliv na průběh eroze. Sluneční expozice na jižních a západních svazích způsobuje rychlé tání sněhu, tím i větší povrchový odtok, vymrzání vegetace, v létě intenzivnější vysychání a rychlejší rozklad organických látek i usychání vegetace na propustných půdách, což zvyšuje intenzitu eroze ve srovnání se zastíněnými svahy severními a východními. Odtok sněhových vod je značný zejména ze závětrných svahů, na nichž se během zimy nahromadí vysoká vrstva sněhu. (BASLÍK, 2000)

b) morfologické, které jsou charakterizovány:

- sklonem území;
- délkou a tvarem svahu;
- expozicí a polohou k převládajícím větrům.

Sklon, délka a tvar svahu zásadním způsobem ovlivňují vodní erozi. Jedním z rozhodujících erozních činitelů je sklon svahu, který může být ostatními činiteli, např. vlastnostmi půdy, zeslaben, ne však zcela potlačen. Čím delší svah a vyšší sklon, tím větší intenzita erozního procesu. Rovněž tvar svahu ovlivňuje intenzitu erozního procesu, přičemž nejvyšší intenzitu mají erozní procesy na svazích vypouklého tvaru a nejnižší na svazích vydutého tvaru, a to při stejné délce svahu a stejném převýšení. (HUBÍK, 2007)

Zásadním způsobem se na vzniku a průběhu vodní eroze projevuje i velikost plochy, ze které srážkové vody odtékají.

c) geologické a půdní, které jsou charakterizovány:

- půdním druhem a typem;
- povahou horninového substrátu;
- texturou a strukturou půdy, její vlhkostí a zvrstvením, obsahem humusu.

Geologické poměry území a vlastnosti půdy mají vliv na odolnost půdy vůči erozi, a tím i na intenzitu erozních procesů.

Intenzitu projevu eroze ovlivňuje geologický podklad především svou různou schopností převodu povrchově odtékajících srážkových vod do vody podzemní. Tato vlastnost se řídí propustností hornin. Geologické poměry působí přímo odolností obnaženého geologického podkladu a nepřímo působením na vlastnosti půdního substrátu. V zářezech komunikací často dochází i k přímému působení podložní horniny odkryté výkopem. Vznik erozních rýh se pak projevuje zejména na snadno zvětrávajících slepencích, pískovcích a břidlicích. Na našem území jsou příznivé podmínky pro tvorbu půd s protierozní odolností na územích vápencových a dolomitických, méně příznivé v územích vyvřelin, zejména starších a nejméně příznivé na různých sedimentech, zejména písčítých, hlinitých, jílovitých a křídových slínech. Velmi nepříznivé podmínky vytváří flyš (sedimentální komplex tvořený z pískovců a jílu je náchylný i k sesuvům), mimořádně nepříznivé jsou sprašové usazeniny (větreem naváté prachové sedimenty). (BLAŽKOVÁ, 1996)

Struktura půdy, textura, vlhkost a zvrstvení se projevuje působením na velikost a časový průběh infiltrace srážkové vody do půdy. Obsah humusu a nasycenost sorpčního komplexu je rozhodující zejména pro odolnost půdy proti destruktivnímu působení dešťových kapek, povrchově stékající vody a větru. Při zjišťování vlivu půdního druhu na vodní erozi je třeba vyšetřit celý půdní profil. Je-li propustná vrstva vystřídána nepropustnou, může dojít k přesycení vrchní vrstvy vodou a k jejímu smyvu. Tento jev se vyskytuje zejména u podzolů (vyluhovaná málo úrodná půda).

Z hlediska intenzity eroze je důležitá i textura půdy. Skeletové půdy se vyznačují velkou propustností, což spolu se sníženou pohyblivostí půdních částic snižuje intenzitu eroze. Půdy s příznivě vyvinutou strukturou přijímají lépe vodu a lépe vzdorují destruktivní činnosti

stékající vody. Příznivé jsou půdy s drobtovitou strukturou, které mohou přijmout až 85 % srážkové vody, zatímco půdy s prašnou strukturou pouze 30 %. K vytvoření a udržení drobtovité struktury jsou zapotřebí příznivé fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy. Důležitý je zejména obsah vápníkem nasyceného humusu, který stmeluje půdní částice a obsah výměnného vápníku, jenž vyvolává koagulaci půdních koloidů, a tím i tvorbu pevných agregátů.

Důležitý je i půdní typ. Nejlépe vzdorují erozi černoze s drobtovitou strukturou, i když na svazích bez vegetace jsou jí rovněž vystaveny. Méně odolné jsou hnědozemě, obvykle s nedostatečně vyvinutou strukturou a malou soudržností a nejméně pak podzoly s prašnou strukturou.

Intenzita eroze závisí i na vlhkosti půdy. Vysoká vlhkost zmenšuje infiltraci srážkové vody, a tím se zvyšuje odtok a rozplavují se půdní agregáty. Naopak malá vlhkost zmenšuje odolnost půdy zejména vůči větrné erozi a zmenšuje se i odolnost agregátu rozplavování ve vodě.

d) vegetační hustota a délka trvání vegetačního pokryvu:

Intenzitu erozních procesů v souvislosti s působením hustoty vegetace před přímým dopadem dešťových kapek se projevuje pozitivním průběhem ochrany půdního povrchu a před působením větru, podporou vsakování srážkové vody, zpomalením povrchového odtoku, zlepšením chemických, fyzikálních a biologických vlastností půdy a zpevněním půdy kořenovým systémem vegetace. Zastiňováním zmenšuje vegetace výpar z půdy a uchovává jí příznivou vlhkost, což má vliv na stabilitu půdních agregátů.

Při mechanickém zpevněování půdy kořenovým systémem je důležitá hustota kořenového systému, hloubka dosahu v půdním profilu i pevnost kořenů. (MD ČR, 2003)

Příznivý vliv vegetace na průběh a intenzitu erozních jevů se projevuje různě podle druhu, pokryvnosti a stavu vegetace. Z hlediska protierozní účinnosti lze konstatovat následující posloupnost - les s podrostem, travní porost, obiloviny, okopaniny, černý úhor. Podle tohoto pořadí jsou zářezové svahy komunikací, ke kterým se svažují zemědělské pozemky, výrazně ovlivněny pěstovanými zemědělskými plodinami.

e) vegetační jsou charakterizovány:

- hustotou a délkou trvání vegetačního pokryvu;

Působení vegetace na průběh a intenzitu erozních procesů se projevuje ochranou půdního povrchu před přímým dopadem dešťových kapek a před působením větru, podporou vsakování srážkové vody, zpomalením povrchového odtoku, zlepšením fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy a zpevněním půdy kořenovým systémem vegetace. (NORRIS, 2008)

f) způsob využívání a obhospodařování půdy nebo též antropogenní činitelé:

Vedle přírodních jevů se na vzniku a průběhu eroze významně podílí činnost člověka. V krajině se nejvíce projevuje činnost zemědělců (způsob obhospodařování půdy - volba druhů, polohové rozmístění kultur, osevní postup, technické zásahy zemědělců), průmyslová a těžební činnost, výstavba komunikací a urbanizace. (MD ČR, 2003)

Při technických stavebních zásazích do krajiny může nepříznivě ovlivnit vznik a intenzitu erozních procesů již projektant a následně i dodavatel prací. Nejčastější chyby způsobené činností člověka:

- projektant často nerespektuje přirozené svodnice vody v krajině přirozeně vytvořené a budováním komunikace narušené a současně nezvolí potřebná vodohospodářská a protierozní opatření;
- projektant rovněž často citlivě neposoudí nově vzniklé podmínky (půdní morfologické i klimatické) a hlavně jejich vliv na možnost vytvoření nového vegetačního krytu, který nejlépe ochrání svahy komunikací proti erozi;
- často se na vzniku eroze podílejí i dodavatelské stavební organizace, které nechávají nově vybudované svahy dlouhodobě nechráněné proti erozi;
- často dlouho chybí propojení systému odvodňovacího zařízení, a tím je silniční těleso vystaveno erozi;
- svahy bývají špatně upraveny, což vede k tomu, že některá protierozní opatření (geotextilie, travní rohože, ad.) nemohou zcela plnit svoji funkci;
- rovněž zemědělci se podílejí na vzniku eroze silničních svahů v zářezích a souvisejících nadměrných nákladech na údržbu komunikací. Důvodem je, že na zemědělských pozemcích, které se svažují směrem ke komunikaci v zářezu, často chybí záchytná opatření, která by při prudkých deštích zabraňovala smývání orné půdy a usměrňování vody do odvodňovacího zařízení komunikací.

Na základě výše uvedených skutečností je proto třeba při projektování řádně posoudit všechny podmínky, které na daném stanovišti ovlivňují vznik a průběh eroze a tyto respektovat při návrhu celého komplexu protierozních opatření.

3.1.7. Zjišťování rizik vodní a větrné eroze

Běžně používanou rovnicí pro určení ztráty půdy erozí je tzv. Univerzální rovnice ztráty půdy (Universal Soil Loss Equation – USLE), která se stala základní metodou hodnocení intenzity erozního procesu nejen v USA, ale i v mnoha dalších zemích. (WISCHMEIER, SMITH, 1978)

Rovnice je ve tvaru:

$$G = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

přičemž:

G = průměrná roční ztráta půdy v t.ha⁻¹.rok⁻¹;

R = faktor erozní účinnosti srážek, vyjádřený v závislosti na četnosti jejich výskytu, kinetické energii, intenzitě a úhrnu;

K = faktor erodovatelnosti půdy, vyjádřený v závislosti na textuře a struktuře ornice, obsahu organické hmoty a infiltrační schopnosti půdy;

L = faktor délky svahu, vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikost ztráty půdy;

S = faktor sklonu svahu, vyjadřující vliv sklonu na velikost ztráty půdy;

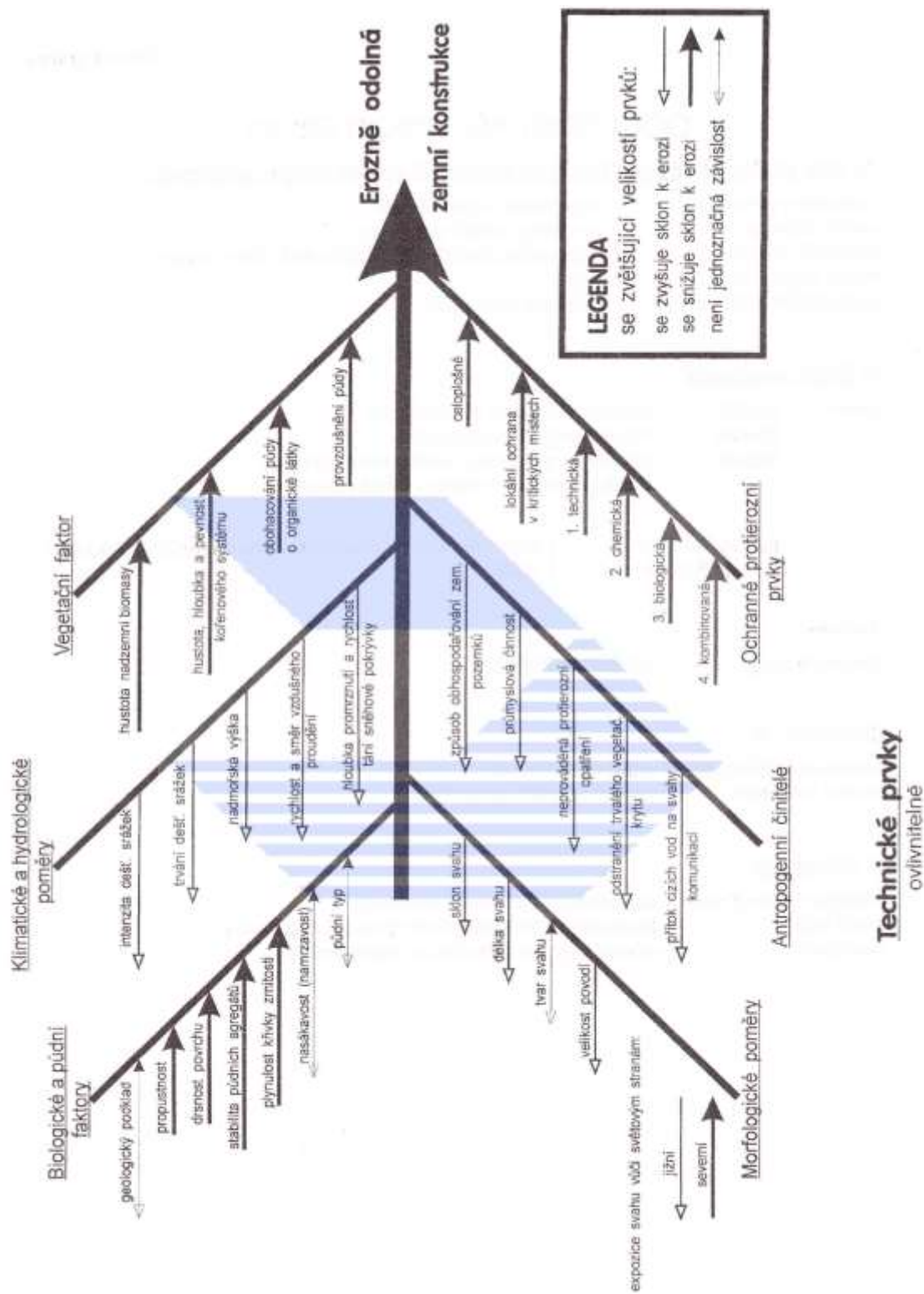
C = faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu, vyjádřený v závislosti na druhu a vývoji vegetace a použité agrotechnice;

P = faktor účinnosti protierozních opatření.

Při použití výše uvedené rovnice USLE se odvozuje ztráta půdy na tzv. jednotkovém pozemku, což je ztráta půdy na konkrétním pozemku, u kterého byly jeho parametry

přesně odvozeny a definovány z rozměrů standardních elementárních výzkumných odtokových ploch o délce pozemku 22,13 m, o sklonu 9 %, přičemž jeho povrch ve směru sklonu svahu jako úhor je udržován mechanickou kultivací po dobu minimálně dvou let. Faktory L, S, C a P jsou rovny 1,0, a to pro každý vybraný jednotkový pozemek. (JANEČEK, 2012)

3.1.8 Vliv přírodních a technických prvků na protierozní opatření



Tabulka č. 2 Přehled vlivů na protierozní opatření (online zdroj)

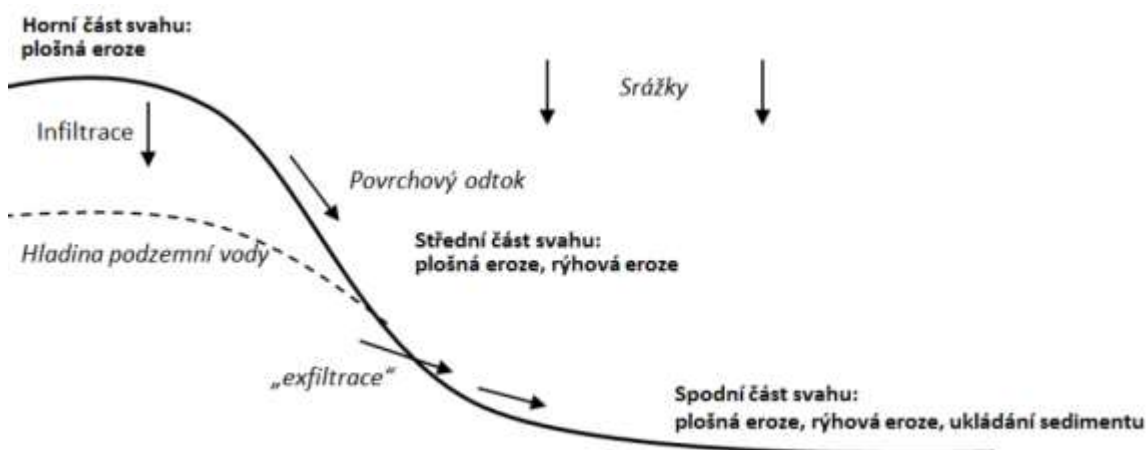
3.2 HLAVNÍ PRINCIPY PROTIEROZNÍCH OPATŘENÍ

Hlavním předpokladem opatření na ochranu půdy před vodní erozí je chránit ji před účinky dopadajících kapek deště, podporovat vsak vody do půdy, zlepšovat soudržnost půdy, omezovat unášecí sílu vody a soustředěného povrchového odtoku a v neposlední řadě neškodně odvádět povrchově odtékající vodu a zachycovat smytou zeminu (JANEČEK a kol., 2002).

Metody protierozní ochrany musí především sledovat vyloučení odstranitelných příčin a jejich kumulace. K tomu je třeba poznat jednotlivé faktory eroze a jejich kvantitativní formy rozšíření (PASÁK a kol., 1984).

Přerušením délky pozemku po spádnicí a bezpečné odvedení soustředěného povrchu příkopy, průlehy, údolnicí, zachycení smyté zeminu a povrchového odtoku, jeho zdržení a neškodné odvedení hrázkami, sedimentačními, retenčními a suchými nádržemi a změna sklonu pozemku terénními urovnávkami, terasováním, historickými mezemi je základním principem technických protierozních opatření. (NOVOTNÝ, 2014)

Právě v prostoru a čase jsou značně proměnlivé hodnoty celkového objemu povrchového odtoku a produkce sedimentů jsou značné. Koncepti variability rozdílů charakteru povrchu půdy jednotlivých svahů v kontextu celých povodí současně závisí i na rozdělení srážek a způsobu samotného využití půdy. (HUANG a kol., 2001).



Obrázek č. 7 Konceptní model vztahu mezi pozicí na svahu, hydrologickými podmínkami a erozními procesy (URL 7)

3.3 Průběh dopravní stavby v terénu

Podle umístění pozemní komunikace (zák. č. 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích, v platném znění) v terénu můžeme rozlišovat (MŠMT, 2009):

3.3.1 komunikace v úrovni terénu

Komunikace v úrovni terénu je s ohledem na profilovou stabilitu svahů nejbezpečnější. Ve sklonu jsou vlastně jen svahy rigolů a příkopů, přičemž tyto mají malou hloubku a musí být ve sklonu, jinak se snadno zanáší. Svahy i dno jsou zpravidla zatravněny a mají velmi dobrý drnový kryt, který bývá poškozen jen při čištění příkopů, avšak rychle regeneruje. Voda se vsakuje nebo odtéká už při nepatrném sklonu a riziko ohrožení svahů je velmi nízké.

3.3.2 komunikace v zářezu

Svahy komunikace v zářezu jsou ohroženy nejvíce, a to kinetickou energií kapek deště dopadajícího přímo na svah a současně přítokem povrchové vody z přilehlého povodí nad zářezem, a to pokud není chráněn záchytným příkopem nebo ochrannou hrázkou. Povrchový přítok z přilehlého povodí se soustřeďuje v různých údolnicových polohách, vytváří erozní rýhy a současně transportuje splaveniny, které zanášejí odvodňovací zařízení, a tím narušují profilovou stabilitu. Míra poškození svahů zářezů je závislá na velikosti sklonu přilehlého povodí, jeho vegetačním pokryvu během roku, na půdních podmínkách, na opevnění svahů a na hydrologických poměrech. Narušený povrch svahu mohou zvýšit výrony podpovrchových vod. Nejvíce je ohrožen svah hlubokého zářezu, do kterého přitékají vody z výše ležícího území zvláště v době, kdy není povrch povodí ještě zpevněn vegetací (jaro, podzim a při pěstování okopanin) a není chráněn záchytnými prvky. (KRAJČOVIČ, JÚZA, 1998)



Obrázek č. 8 Základní tvar zemního tělesa v zářezu (URL 8)

3.3.3 komunikace v násypu

Komunikace v násypu má svahy vystavené účinkům povrchového přítoku z vozovky a účinkům samotného deště nad plochou svahu. Erozní ohrožení násypu je závislé na výšce a tvaru násypu, druhu násypové zeminy, na stavebně technických úpravách svádějících vodu z plochy vozovky, druhu opevnění a na intenzitě deště. Při střešovitém sklonu vozovky (většinou v přímém průběhu trasy) se voda stejnoměrně rozdělí na oba svahy. (KAUN, LEHOVEC, 2000)



Obrázek č. 9 Základní tvar zemního tělesa v násypu (URL 9)

3.3.4 komunikace v odřezu

Komunikace v odřezu má svahy ohrožovány nestejně. Svah zářezu je ohrožován kinetickou energií kapek deště na svahu zářezu a přítokem z přilehlého povodí. Svah násypu je ohrožován pouze účinky dešťů na svazích a vodou přitékající z povrchu vozovky. Při střešovitém sklonu pouze z jedné její poloviny. (KRAJČOVIČ a kol., 1998)



Obrázek č. 10 Základní tvar zemního tělesa v odřezu (URL 10)

3.4 POSTUP A ZPŮSOBY PROTIEROZNÍ OCHRANY

Dle ZÁRUBY a MENCLA (1974) není z geologického hlediska žádný ze svahů trvale stabilní, a proto se inženýrská geologie považuje za důležitý a široký obor, který se mimo jiné zabývá ověřením základových poměrů pozemních i podzemních staveb. Vzniklá porušení stability svahů ať již přírodními faktory, tak činností člověka jsou považovány za porušení stability svahu. Vzniklá narušení, v souvislosti na počtu a druhu faktorů a jejich vzájemného působení způsobují svahové pohyby nejrůznější povahy, a proto je víc než žádoucí jejich eliminace.

Cílem geotechnických průzkumných prací (dle Geologického zákona – inženýrsko – geologický průzkum) je zajistit vyšetření zájmového území pozemní komunikace z inženýrskogeologického hlediska, posoudit stupeň agresivity prostředí jak zemin, tak podzemních vod na betonové konstrukce a beton a zejména zajistit vyšetření geotechnických vlastností hornin jako základové půdy, sypaniny a připravované zemní konstrukce pro bezpečné a hospodárné provedení staveb pozemních komunikací. (ZÁRUBA, MENCL, 1987)

Na jejich výsledky navazují projektanti, rozpočtáři při výpočtech kubatur přesunovaných zemních hmot a klasifikaci tříd těžitelnosti, zástupci dodavatelských firem při návrhu cen za zemní práce v rámci výběrových řízení.

V rámci realizace stavby pak probíhají geologické dozory, které jsou nezbytné zvláště u náročnějších staveb a při velkých přesunech zemních hmot. (MAREK, 2007)

Konkrétně se provádí zejména následující činnosti:

- přebírky základové spáry;
- výběr materiálu do násypů;
- stanovení postupu provádění zemního tělesa v násypu;
- kontrola ukládání vybraného materiálu do zemních těles;
- ověřování míry zhutnění jednotlivých vrstev pomocí terénních geotechnických zkoušek;
- případné překlasifikování nebo potvrzení třídy rozpojitelosti respektive těžitelnosti.

Dle MD ČR, TP 76 mezi důležité pojmy užívané v této problematice patří zejména:

nepříznivé území – z pohledu ohrožení stability, sedání a únosnosti se jedná o území nepříznivé pro vedení trasy komunikace, a to jsou například výsypky, poddolovaná nebo slatinná území, dále území náchylná na svahové pohyby nebo jimi dotčená, apod. Proto pro realizaci staveb vyžaduje toto území zvláštní postupy, opatření průzkumu a přípravy dokumentace; (BLÁHA, 1999)

vysoký násyp – z pohledu vyšetření stupně stability se jedná o násyp, který je vyšší než 6 m či případně násyp nižší, který z důvodu svého umístění v terénu, tvaru a nepříznivým hydrogeologickým a inženýrskogeologickým poměrům vyžaduje jeho vyšetření (ČSN 73 6133) či případně násyp nižší než 3 m a pak násyp výšky 3 - 6 m, které spadají do příslušných kategorií;

hluboký zářez – z pohledu vyšetření stupně stability se jedná se o zářez, který je hlubší než 6 m, případně zářez o menší hloubce, který však vzhledem ke svému umístění v terénu, tvaru, případně nepříznivým hydrogeologickým a inženýrskogeologickým poměrům vyžaduje jeho vyšetření (ČSN 73 6133) či případně zářez mělčí než 3 m nebo v rozmezí hloubky 3 - 6 m spadající rovněž do příslušné kategorie ČSN;

sypanina – navrhovaný materiál, který je vhodný k budování přísypu a násypu svahů a podkladních stabilizovaných vrstev, obsypů a zásypů včetně sanačních vrstev podloží násypu, konsolidačních vrstev nebo přísypu;

zemník – sypanina jako ložisko vhodné nerostné suroviny;

aktivní zóna (podloží vozovky) - horní vrstva zemního tělesa v zářezu i na násypu, do níž zasahují vlivy klimatu a zatížení, a která je zpravidla o tloušťce 0,5 m;

konsolidační vrstva - drenážní vrstva, která je určena pro bezpečné odvedení vody z konsolidujícího podloží násypu, a která zabraňuje negativnímu působení vytlačené vody na zeminy násypu a současně vrstva z nenamrzavého a propustného materiálu, zřizovaná pod násypem na málo únosném podloží a zároveň může sloužit jako ztužující prvek konstrukce násypu.

Právě TKANÝ (1966) doporučuje klást velký důraz zejména na podrobnou geotechnickou průzkumnou činnost, kdy je víc než nutné se už v nejnižší přípravné fázi zaměřit na nepříznivá území a složitější průběhy úseků uvažované trasy komunikace tak, aby v nich bylo možné zajistit včasné provedení podrobnějších průzkumů před samotnou přípravou. Základové poměry mohou potom ovlivnit rozhodnutí o zařazení do příslušné geotechnické kategorie, a proto je nutno ji stanovit pokud možno co nejdříve, neboť ta následně určuje rozsah a charakter průzkumu. Na základě výše zmíněného je proto ve všech fázích geotechnického průzkumu nutná trvalá spolupráce zhotovitele průzkumu s objednatelem, případně s dalšími dotčenými uživateli výsledků průzkumu.

3.5 DRUHY GEOTECHNICKÉHO PRŮZKUMU

Dle MD ČR (2009) rozlišujeme podle druhu výstavby geotechnický průzkum na průzkum pro:

1) nové stavby komunikací;

2) rekonstrukce a opravy komunikací.

Podle předmětu šetření rozlišujeme geotechnický průzkum:

- trasy a jejího bezprostředního okolí;
- materiálových nalezišť – zemníků – mimo trasu komunikace;
- pro objekty.

Podle etapovosti rozlišujeme geotechnický průzkum:

- jednoetapový;
- víceetapový.

Podle podrobnosti etapy rozlišujeme geotechnický průzkum:

- orientační;
- předběžný;
- podrobný;
- doplňující;
- geotechnické sledování výstavby.

3.6 METODICKÉ ZÁSADY GEOTECHNICKÉHO PRŮZKUMU

3.6.1 Orientační průzkum

Průzkum se provádí, jak je z názvu patrné a slouží k orientačnímu posouzení území dotčeného navrhovanou komunikací z inženýrskogeologického a hydrogeologického pohledu. Jeho výsledky jsou pak podkladem pro posouzení vhodnosti či úpravy umístění trasy a ke specifikaci míst, kde je nutné předejít problémům, a která vyžadují podrobnější zkoumání či úpravu. (MD ČR, 2009)

Mezi hlavní metody práce se využívají výpisy literárních a archivních podkladů a využívají se poznatky základního geologického průzkumu ze všech předchozích průzkumných prací (Geofond), a to při studiu zkoumaného území z hlediska geomorfologie a geologie dokumentují umělé i přirozené odkryvy.

TURČEK (1996) v rámci orientačního průzkumu se doporučuje zmapovat a zakreslit tzv. geologické nebezpečí a současně poddolování.

Výsledkem orientačního průzkumu zpravidla je:

- podrobný rozbor hlavních typů pokryvných hornin skalního podkladu a předpokládaná hloubka hladiny podzemní vody a základní přehled morfoloogických, inženýrskogeologických a hydrogeologických poměrů;
- předběžné vymezení úseků a vymezených území nepříznivých z hlediska stability a únosnosti území;
- doporučení dalších jednotlivých průzkumných činností pro následnou etapu;
- posouzení možných forem získání materiálu ke stavbě z místních zdrojů, a to včetně způsobu a možnosti využití druhotných materiálů jako je např. struska, popílek či důlní odvaly apod.;
- souhrnné posouzení vhodnosti realizace stavebního záměru ve zkoumaném prostoru z hydrogeologického a inženýrskogeologického pohledu či případné doporučení vhodnějších variant. (CAPPER, CASSIE, 1976)

3.6.2 Předběžný průzkum

Jak doporučuje LANCELLOTTA (1995), tak předběžný průzkum je nutno provádět již v uvažované a předběžně stanovené trase. Jeho cílem je hydrogeologické a inženýrskogeologické posouzení trasy včetně jejich variant z hlediska posouzení technické realizovatelnosti díla včetně souvisejících prvků.

Jeho výsledky slouží jako podklad pro zpracování dokumentace pro územní rozhodnutí. (LEE, JONES, 2004)

V jeho rámci se provádí například:

- vyšetření hydrogeologických a inženýrskogeologických poměrů v uvažované trase a v jejím dotčeném okolí trasy a jejich geotechnická interpretace;
- orientační výpočet stability svahů násypů a zářezů.

3.6.3 Podrobný průzkum

Získané poznatky slouží jako podklad k podrobnému zpracování dokumentace určené pro stavební povolení (DSP). (MD ČR, 2009)

Provádí se například:

- výpočty stabilitní a časového průběhu sedání;
- shromáždění potřebných údajů pro vyhotovení výpočtů vlivu budovaného stavebního díla na okolní zástavbu, jako např. zvýšení deformací bezprostředně přilehlých objektů a změna vodního režimu, apod.);
- určení základových poměrů stavebních objektů.

3.6.4 Doplnující průzkum

Samostatnou etapou je doplňující průzkum a je zpravidla zvláštní časově oddělenou či prolínající se podetapou podrobného průzkumu. Z tohoto důvodu je zaměřen zejména na vybrané objekty – problémové úseky trasy (hluboké zářezy, vysoké násypy a přechodové oblasti), mosty, a jed určen ke zpřesnění závěrů podrobného průzkumu. (McKYES, 1989)

3.6.5 Geotechnické sledování výstavby

Právě ŘIČICA (2014) zdůrazňuje geotechnické sledování výstavby, které se provádí zejména u vysokých násypů či hlubokých zářezů a v těch místech trasy, kam jsou již v prvopočátku navržena sanační opatření a na poddolovaném území. Geotechnické poměry se dále prověřují i v místech, kde z nějakého důvodu nebylo provedeno odlesnění a nebylo možné uskutečnění průzkumných prací a u vysokých násypů probíhá již ve fázi přetváření svahů opakované měření rozptylu pórových tlaků na měkkém podloží a pod násypy.

3.7 GEOTECHNICKÉ ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PRŮZKUMU

3.7.1 Zářez

Zářez je vyhodnocován jednak jako zemník a také jako zemní těleso, tj. jako zdroj sypaniny do násypu. (ŘEJHA, 2007)

Při vyhodnocení zářezu se stanovují například:

- vlastnosti hornin, které ovlivňují stabilitu svahů:
 - 1) stupeň navětrání,
 - 2) pevnostní charakteristiky,
 - 3) puklinatost, tzn. vzdálenost, orientace a vlastnosti výplně, četnost puklin;
- výpočtem předběžné stability svahů zářezu pro nejvíce pravděpodobné polohy smykových ploch, případně dynamická a jiná zatížení, předpokládaný vývoj pórových tlaků;
- podrobné podmínky pro navrhovaná protierozních opatření v nestabilních a rychle erodujících zeminách (např. spraších).

3.7.2 Násyp

Základním kritériem pro násyp jsou přetvárné a pevnostní charakteristiky. Ostatní údaje nezbytně nutné pro výpočty sedání, stability a časového průběhu spojitosti podloží násypu do hloubky, kde se již neprojeví deformační účinky od zatížení násypem, se stanoví podle ČSN 73 6244 (výpočty sedání a stability jeho časového průběhu mají ve fázi průzkumu informativní charakter a je nutné je provést podrobně pro finální návrh až ve fázi projektové dokumentace)

3.8 VÝSLEDKY GEOTECHNICKÉHO PRŮZKUMU

Výsledky prací geotechnického průzkumu jsou předmětem hodnocení ve zprávě o průzkumu. Pro obecné zásady, jednotlivé druhy zpráv, jejich kontrolu, obsah a členění platí ustanovení příslušných ČSN a TP. Obsah a rozsah těchto zpráv odpovídá předmětu dokumentované etapy průzkumu. (MD ČR, 2003 a 2009)

Na základě výše uvedených skutečností lze konstatovat, že celý proces geotechnického průzkumu je tak nastavený v příslušných zákonech, normách a interních předpisech geotechnických resortů a je to velmi náročná a zodpovědná činnost, na jejíž kvalitě, úplnosti a správnosti přijatých závěrů a navržených opatření značně závisí konečný výsledek díla z hlediska jeho bezpečnosti, trvanlivosti a hospodárnosti.

Na základě informací získaných v rámci sběru informací pro tuto práci však lze přijmout závěr, že činnost inženýrského geologa je mnohdy nevděčná a navíc značně riskantní, neboť většinou pracují s omezenými informacemi o daném území. Důvodem bývá snaha investora uspořít nebo urychlit proces přípravy stavby, kdy geolog pracuje s omezeným množstvím potřebných informací a výsledků průzkumu. Jedná se však o zcela krátkozraký přístup, který se pak v rámci realizace a následného fungování hotového díla může značně prodražit v podobě jeho oprav nebo v horším případě havárií. (BILČIK, 1996)

3.9 PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ NA SVAZÍCH POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ

Dle MD ČR (2003) vodní erozi lze omezit nebo i zcela zastavit opatřeními technického nebo biologického charakteru, zejména pak jejich vzájemnou kombinací.

Geologický podklad (zák. č. 62/1988 Sb. o geologických pracích) nebo klimatické podmínky ovlivnit nelze, naproti tomu odolnost půdy vůči vodě, reliéf terénu a vegetační kryt se dají vhodnými opatřeními v souladu s principy přírodě blízkými podmínkami (zák. č. 114/92 Sb. o ochraně přírody a krajiny, v platném znění) upravit.

Mezi protierozní opatření patří:

- účinné odvedení přebytečné vody, která nemůže být půdou zadržena;
- zvýšení propustnosti a kapacita půdy;
- omezení rychlosti povrchově odtékající vody;
- ochrana půdy před dopadem dešťových kapek.

Podle charakteru rozlišujeme protierozní opatření na:

3.9.1 Technická protierozní opatření

a) odvodňovací zařízení

Těleso silniční komunikace je třeba chránit proti erozi především správně navrženým, správně provedeným a dobře udržovaným odvodňovacím zařízeními, které bezpečně zachytí a neškodně odvede povrchové i podzemní vody.

Odvodňovací zařízení dělíme na:

- **otevřená** - příkopy, rigoly, skluzy, stupně, prahy, kaskády, vsakovací jámy, nadsvahové příkopy apod.;
- **krytá** - drenáže, odvodňovací potrubí;
- **kombinovaná**.

b) délka, sklon a tvar svahu

Zásady pro projektování silničního tělesa z hlediska sklonů svahů, jejich zpevnění a pro návrh odvodňovacího zařízení uvádí ČSN 73 6133 Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací a ČSN 73 3050 Zemní práce. Dle těchto norem jsou nejvyšší sklony svahů a násypů uváděny v poměru 1 : 1,5. V posledních letech se však stále častěji realizují více zestrmené svahy násypů. Jedním z hlavních důvodů je snaha o minimalizaci zastavěné plochy z hlediska nároků na případné výkupy pozemků nebo soustředění výstavby na území ve vlastnictví investora. Tyto násypy je pak nutno z hlediska udržení jejich stability v určených vrstvách vyztužovat geotextílií.

c) vhodně zvolený druh zeminy, humusování;

d) ochrana horní hrany svahu.

3.9.2 Biologická protierozní opatření

Dle MD ČR (2005) je nejvhodnějším a nejpřirozenějším materiálem pro ochranu svahů proti erozi vegetace. Vedle stromů a keřů jsou travní porosty neúčinnějším prostředkem. Důvodem je vysoký stupeň regenerace, kdy rostliny samy eliminují lokální poškození drnu a přirozený estetický účinek, kterým lze začlenit technické dílo jako je dopravní stavba do okolní krajiny, a to:

a) zatravnění

Travní porost je základem protierozních úprav. Předpokladem správné funkce travních porostů je důležité znát a posoudit hlavní půdní a klimatické faktory, které ovlivňují růst trávy na svazích, neboť podmínky na svazích komunikací jsou zcela jiné než v případě jiných sadovnických úprav. Z tohoto důvodu je nutné vybírat takové druhy trav, které se pro dané podmínky hodí, nebo tyto podmínky zlepšit s cílem, aby navržené ozelenění bylo trvalé.

Hlavní požadavky na trávy do protierozních úprav:

- silný protierozní účinek;
- dostatečně rychlé vzcházení a počáteční růst;
- dobré odnožování;

- nízký vzrůst, nevyžadující časté kosení trávy;
- odolnost vůči slunečnímu úpalu a suchu;
- nenáročnost na živiny a intenzitu ošetřování;
- vytrvalost na stanovišti.

Pro návrh sestavování travních směsí je nutné vycházet z příslušných:

I. stanovištních podmínek:

- půdní podmínky (druh a hloubka půdy);
- vláhové poměry (dešťové srážky v oblasti, hladina podzemní vody, vzlínavost apod.);
- tvar, sklon a délka svahů;
- expozice svahů vzhledem ke světovým stranám;
- klimatické podmínky;
- zásoba živin v půdě;

II. funkce zeleně;

III. předpokládané péči o zeleň - četnost sekání travních porostů;

IV. požadované době životnosti.

3.9.2.1 Zakládání travních ploch

Výsev trav se provádí ručně nebo mechanizovaně.

A) Ruční osévání svahů

Provádí se hlavně na menších plochách nízkých svahů s malým sklonem a na plochách s humusovou vrstvou. Výhodou jsou nízké náklady a možnost realizace bez použití strojního zařízení. Mezi hlavní nevýhody tohoto způsobu patří možnost narušení povrchu pocházením osob po svahu při osévání, nerovnoměrné rozhození osiva, nutnost ručního zapravení osiva do půdy nebo jeho ponechání povětrnostním vlivům a fauně. Až do doby, kdy je vytvořen souvislý travní porost chybí svahu protierozní ochrana. Provedení ručního výsevu se proto mimo jiné doporučuje provádět jen na svazích bez ohrožení erozí za vhodných klimatických, půdních a morfologických podmínek.

B) Mechanizované osévání svahů (hydroosev)

Dle MD ČR (2003) hydroosev lze definovat jako kombinaci chemické a biologické protierozní ochrany svahů. Chemické protierozní přísady tzv. "přikotví" osivo a organické látky k terénu a ochrání je proti erozi a vysychání.

Mezi hlavní výhody této metody patří zejména okamžitá ochrana svahu proti erozi, ochrana osiva před nepříznivými vlivy, úspora humusové zeminy, kdy je pro trvalou úspěšnost zatravnění požadována minimální vrstva humusové zeminy cca 100 mm, vysoká produktivita práce, odstranění pracnosti, osévání velkých a nepřístupných ploch, prodloužení doby pro setí.

Nevýhodou je, že chybí humusová vrstva pro výsadbu dřevin a v extrémních podmínkách nebývá touto metodou, pokud není následně prováděno intenzivní ošetřování formou přihnojování a zálivky, trvalé.

Nároky na vlastnosti protierozních přísad:

- dobrá protierozní účinnost;
- nezávadnost pro životní prostředí;
- nesmí nepříznivě působit na klíčení a růst travních porostů.

Mezi nejpoužívanější protierozní přísady patří:

- asfaltolaterové emulze;
- různé akrylátové disperze;
- upravené sulfitové pryskyřice jako papírenský odpad.

C) Drnování

Spočívá v položení a upevnění vrstvy předem nařezaného drnu na upravený svah. Provádí se po celé ploše, nebo v pásích a roštích. Drn se upevní kolíky a zalije, aby lépe přilnul k terénu a rychle prokořenil. Předpoklad pro úspěch této metody je kvalitní hustý předpěstovaný drn, a proto se v současné době příliš nepoužívá. Alternativou je tzv. armovaný drn. Jedná se o drn vypěstovaný na geotextilii nebo travní rohoži. Pokládá se na místa, kde je třeba dosáhnout okamžitého účinku protierozní ochrany svahu. Podmínkou je kvalitní přilnutí k upravenému svahu a řádné upevnění drnového koberce v horní části svahu.

3.9.2.2 Vytrvalé byliny

Do protierozních opatření lze použít různé vytrvalé byliny, které jsou odolné, snesou extrémní podmínky, mají dobrou protierozní účinnost a nevyžadují pravidelné sekání.

3.9.2.3 Dřeviny

Dřeviny jako jsou keře a stromy jsou vhodným základem pro doplnění vegetačních úprav tvořenými travními porosty. Svah zpevní jak kořeny dřevin, tak i kořeny trav a jejich nadzemní části zmírní kinetickou energii deště.

Jejich vhodná kombinace či volba pro zpevnění svahů se provádí podle určitého rajónu, dalších požadovaných funkcí dřevin, odolností vůči nepříznivým vlivům na daném stanovišti, podle půdních a klimatických podmínek a s ohledem na požadovanou stabilitu svahu podle MD ČR, TP 99 Vysazování a ošetřování silniční vegetace.

Jedním z protierozních opatření na svazích pozemních komunikací je sázení dřevin do vodorovných rýh, jimiž se svah rozčlení, sníží se rychlost proudící vody a současně se dřevinám zajistí i potřebná vláha, která se v rýhách při stékání ze svahu zachytí.

Výsadba dřevin se provádí:

A) ze semen – přímo na svah nebo v rámci hydroosevu;

B) řízky

Použití řízků vrby při protierozní ochraně svahů patří mezi nenákladné, jednoduché, rychlé a účinné úpravy. Vrby patří k nejbohatším rodům dřevin na světě. Vykazují velkou variabilitu a snadno se kříží. Jednotlivé druhy rostou na zamokřených půdách až po půdy vysychavé. Jsou však náročné na přímé oslunění svahu. Patří k pionýrským dřevinám, které obsazují nově vytvořenou nebo uvolněnou půdu. Rychle lokalitu zakryjí, ale jsou postupně vytlačeny dřevinami, které se v jejich stínu uchytí, rychle rostou a zastíní je. Na silniční svahy jsou vhodné keřovité vrby snášející nedostatek vláhy. Řízky vrby se dobře uplatní na čerstvých půdách bez konkurence plevelů a travních porostů. Jsou světlomilné, rostou i na kamenitých svazích bez živin. Naopak na humózních půdách se jim nedaří dobře, neboť je tam silná konkurence rychlerostoucích plevelů, které je zastíní. Řízky vrby je možno použít i ke kotvení geotextilií a travních rohoží na svah. Vhodné je sázet je i do mulčovacího rouna (mulčovací plachetka). Proto je možno řízky vrby využít tam, kde se současně neprovádí humusování svahů, a to na jaře hned po vytvarování svahů, aby nebyla dána možnost vytvoření konkurence plevelů.

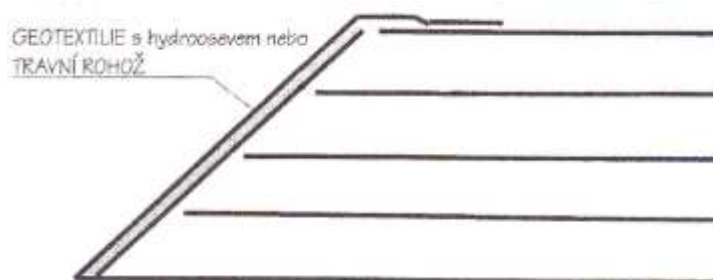
C) sadovnickými výpěstky

Výsadbu sadovnickými výpěstky s balem nebo prostokořenné je možno sázet na svahy zářezů a násypů, které byly předtím řádně zatravněny. Aby nebyla ohrožena stabilita nového svahu, nelze vysazovat dřeviny vzrostlé s velkým balem a je třeba upřednostňovat menší stromy, které svah tolik nezatíží.

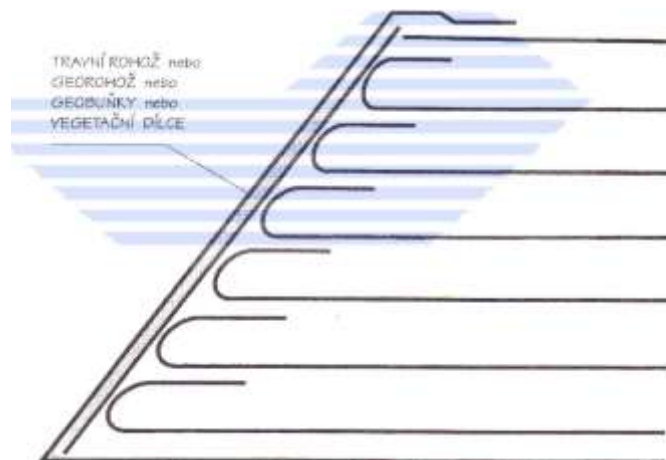
3.9.3 Kombinovaná biotechnická opatření

3.9.3.1 Geotextilie s hydroosevem

Používá se v podmínkách, kde již nestačí pouhé zatravnění pomocí hydroosevu. Podle potřeby se použije řidší nebo hustší geotextilie, která okamžitě chrání svah proti erozi, a to až do doby než tuto funkci převezme souvislý travní porost. I poté geotextilie spolupůsobí s travním porostem a chrání svah, dokud se nerozpadne. Tato metoda se zejména používá na svazích s nesoudržnou zeminou a při sklonech 1 : 1,5 a strmějších. (BRABENEC, 2007)



Obrázek č. 11 Schema ochrany násypu pro sklon svahu do 1 :1,5 (URL 11)



Obrázek č. 12 Schema ochrany násypu svahu větší než 1 : 1,5 (URL 12)

Požadavky na geotextilie do protierozních úprav:

- nezávadnost pro životní prostředí;
- nesmí bránit růstu vegetace;
- tvarová stálost;
- z ekologického hlediska jsou vhodnější přírodní materiály, které však musí splňovat požadovanou dobu životnosti, pro jižní svahy, pro půdy náchylné k erozi a půdy bez humusu a živin je nutno použít geotextilie z materiálu polyethylen, nebo kombinované s přírodními vlákny tak, aby nedošlo k rozpadu dřívě, než se vytvoří souvislý porost vegetace, který následně převezme protierozní ochranu svahu;
- pevnost geotextilie - musí odolávat unášecí síle přívalové vody, poryvům větru a mechanickému namáhání pocházejícím z pocházení pracovníků při pokládce a údržbě;
- dobrá přilnavost k terénu.

Dle BENDY a LIDMILY (2007) jsou technické požadavky na použité geotextilie z ekologického hlediska obdobné jako v případě opačného postupu. Podmínkou je, aby zvolená geotextilie měla takovou hustotu, která umožní prorůstání klíčícího travního porostu.

3.9.3.2 Geosítě z plastů s hydrosevem

Používají se v obdobných podmínkách jako geotextilie. Častěji se však využívají u vodohospodářských staveb a u komunikací, které procházejí v blízkosti vodního toku. Vzhledem k tomu, že v krajině působí cizorodě, se u silničních staveb příliš nepoužívají.

Geosítě jejichž vlastnosti nejsou obdobné geotextiliím, jsou zejména používány pro účely protierozní úpravy svahů pozemních komunikací.

3.9.3.3 Travní rohože

Travní rohože se řadí mezi vyšší stupeň protierozní ochrany oproti geotextiliím. Konkrétně se jedná o vícevrstvé geotextilie, které mají mezi jednotlivými vrstvami osivo. Jsou výborným opatřením, která se používají na místa více ohrožená erozí, jako jsou:

- svahy z nesoudržné zeminy;
- svahy ze zemin s vyšším obsahem prachových částic;
- svahy se zemin s přerušovanou křivkou zrnitosti v obl. do 8 mm;
- svahy se zemin s velikostí zrn do 5 mm bez podílu větších zm;
- strmé a dlouhé svahy;
- svahy se soustředěným přítokem cizích vod;
- oblasti s častým výskytem intenzivních přívalových srážek;
- stavby s polohou nad 700 m n. m.

Travní rohože není vhodné používat:

- na špatně upravený svah, kde nemohou dobře přilnout k terénu, visí ve vzduchu a nedojde tak k vytvoření travního porostu;
- na skalnatých a kamenitých svazích;
- v půdních profilech mělčích než 0,25 m, kde je nelze řádně ukotvit;
- na neúživných svazích bez minimální vrstvy humusové zeminy (cca 100 mm).

Pokládají se obdobně jako ostatní geotextilie, podmínkou pro jejich použití je pečlivě upravený terén, pečlivější pokládka a přikotvení ke svahu. Z důvodu lepšího kopírování terénu je vhodnější pokládka po spádnici shora dolů.

Kotvení se provádí sponami z betonářské oceli tak hustě, aby rohož přesně kopírovala terén. Dobrou praxí je pohození rohože sypkým materiálem (zeminou, pískem, štěrkem), které zajistí dobrý kontakt s podložím pro vztlínání vody k osivu. Na svazích bez humusové zeminy a živin se doporučuje přihnojení hnojiv.

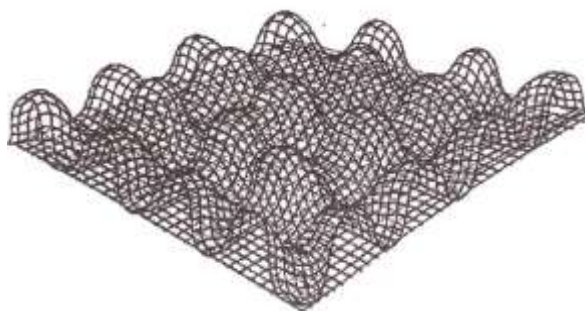
3.9.3.4 Georohože

Jedná se o prostorovou strukturu vytvořenou z plošné sítě, ke které je připojena prostorově uspořádaná síť. Po položení na svah se připevní, zahrne zeminou a oseje se. Používají se jako trvalá ochrana povrchu svahu proti erozi, kdy v počátečním stadiu navíc chrání osivo a mladé rostliny. Jsou finančně náročnější než běžné geotextilie, a proto se používají v podmínkách vyššího rizika ohrožení svahů vodní erozí.

Technické požadavky na georohože jsou obdobné jako pro ostatní geotextilie na protierozní ochranu svahů - nezávadnost pro životní prostředí, tvarová stálost, možnost prorůstání vegetací apod.

Na svah upravený do požadovaného tvaru a sklonu se položí vrstva 50 - 75 mm humusové zeminy. Následně se na svah rozbalí georochož směrem shora dolů a řádně se na horním a dolním konci svahu zakotví.

Povrch se oseje travním osivem a zasype jemnozrnnou humusovou zeminou tak, aby byly všechny prostory zaplněny. Alternativně se může zemina předem promíchat s osivem a až následně se nasype na povrch svahu.

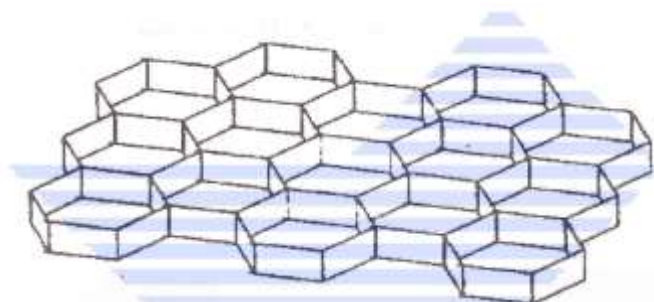


Obrázek č. 13 Ukázka georochože (URL 13)

3.9.3.5 Geobuňky

Geobuňky se používají na strmějších svazích více ohrožených erozí a jedná se o třírozměrné prvky v podobě pásků geomříží, geotextilií, které jsou lokálně pospojované, nebo plné s otvory, tvořící po roztažení na svah prostorové buňky různé velikosti. Podmínkou jejich použití je možnost jejich řádného přikotvení na svah a jsou vyráběny z přírodních materiálů nebo z polymerů.

Po pokládce na svah se jednotlivé otvory (buňky) zahrnují zeminou a osejí travním osivem. Větší geobuňky mohou být osázeny vhodnými dřevinami či bylinami. Aby nedošlo k porušení ve spojích a následně ke zborcení na svahu, musí být geobuňky tvarově stálé.



Obrázek č. 14 Ukázka geobuňky (URL 14)

3.9.3.6 Lineární textilní vlákno

Jedná se o zcela odlišnou technologii ochrany svahu proti erozi než dosud v této práci uváděné. V podstatě se jedná o to, že se krátká lineární vlákna smíchají zeminou, případně i s osivem a nanesou na svah. Zeminy armované textilními vlákny mají vyšší pevnost v tlaku proti zemině bez vláken. Zvětšením délky vláken se úměrně zvyšuje armovací efekt - dochází ke zvýšení pevnosti v prostém tlaku.

Textilní vlákna vytvoří v zemině na svahu zpevnění podobné zpevnění kořeny vegetace a spolu s následným vzrostlým travním porostem trvale zpevní svah a ochrání ho proti erozi.

Výhodou této technologie je, že svah není nutno před položením urovnávat tak pečlivě jako v případě geotextilií a není potřeba realizovat kotvení.

Podstatnou nevýhodou je, že dokonalé rozvolnění vláken a jejich promísení se zeminou je v praxi velmi obtížné.

Samotná technologie pokládky spočívá v tom, že se textilní vlákna délky 20, 40, 60 nebo 100 mm rozvolní a dobře promíchají se zeminou. Tato směs se rozprostře na svah a následně se provede výsev traviny. (MD ČR, 2008)

3.9.3.7 Betonové vegetační opevňovací dílce

Zpevnění svahů betonovými vegetačními dílci se používá v místech silně ohrožených erozí, jako jsou:

- vodoteče;
- místa soustředěného přítoku cizích vod po svazích pozemních komunikací;
- objekty komunikací;
- svahové kužele;
- strmé svahy;
- místa, kde je třeba zajistit stabilitu svahů.

Betonové dílce se vyrábějí jako:

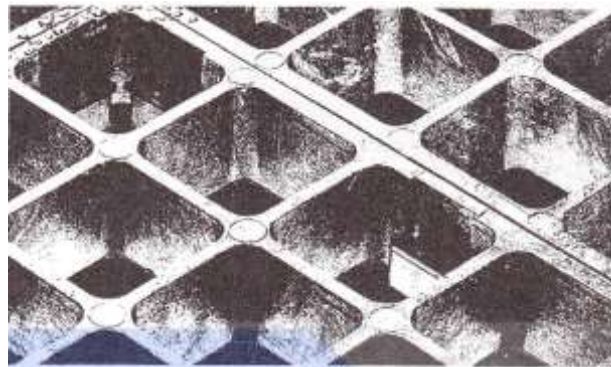
- plné žlabové dílce pro zpevnění dna příkopů, rigolů, skluzů;
- vegetační s různými systémy a tvary otvorů pro růst vegetace;

- skládané z jednotlivých dílů do prostorové stěny, kde se vzniklé prostory vyplní humusovou zeminou pro vegetaci a používají se pro zajištění stability strmých svahů.

Pokládka vegetačních dílců spočívá v tom, že se usadí na svah upravený do předepsaného sklonu, otvory se zahrnou zeminou a osejí travní směsí.

3.9.3.8 Plastové zatravňovací dílce

Plastové zatravňovací dílce se používají obdobně jako betonové, ale pro svoji malou hmotnost nejsou vhodné k použití na zajištění stability svahu. Vzhledem k tomu, že se při jejich použití jedná o větší hmotu plastu v krajíně trvale zabudovanou a nepodléhající degradaci, jsou z ekologického hlediska pro použití na svahy v extravilánu méně vhodné a jejich použití by mělo být výjimečné. (MD ČR, 2008)



Obrázek č. 15 Ukázka plastového zatravňovacího dílce (URL 15)

4. METODIKA

Pro praktickou část diplomové práce byla vybrána stavba – D1 modernizace – úsek 06, exit 49 Psáře – exit 56 Soutice. Konkrétně pak svahy násypů na 52. km směr Praha a 50. km směr Brno. Důvodem této volby byl rozdílný způsob přípravy a vlastní realizace vybraných svahů v násypu, který byl projektantem navržen v přímé souvislosti s jedním z hlavních požadavků investora předmětné rekonstrukce - Ředitelstvím silnic a dálnic ČR (ŘSD) - této nejstarší a nejvytíženější české dálnice. Konkrétně se jedná o požadavek na rozšíření stávající vozovky minimálně o 0,75 m v každém jízdním pásu s tím cílem, aby při případných následných opravách bylo možné vyčlenit vždy dva jízdní pruhy pro každý směr jízdy. Tento požadavek, který mimo jiného vyvolává v řadě úseků potřebu poměrně zásadní úpravy tvaru a sklonu svahů stávajících zemních těles, a další limitující podmínky pro vlastní realizaci rekonstrukce korespondují proto se zadáním diplomové práce, jejímž cílem je provést detailní rozbor protierozní ochrany svahů realizované na konkrétní stavbě, vyhodnocení zvoleného způsobu její realizace v souvislosti s druhem a kvalitou hornin a zemin, profilem terénu a disponibilním prostorem v rámci navrženého projektu, který je základem správné trvanlivosti, funkčnosti, estetiky a hospodárnosti konečného stavebního díla. Nezbytným předpokladem pro zajištění výše uvedeného je i posouzení a návrh vnitřní stability svahu v závislosti na provedeném stavebním zásahu, disponibilní prostor pro realizaci navržených stavebních úprav, majetkoprávní poměry v místě stavby, existence případných stávajících staveb, které by mohly eliminovat návrh zemního tělesa apod.

Kromě výše uvedeného požadavku na rozšíření stávající komunikace a s tím spojenými opatřeními, bylo nutno v rámci projekčních prací a následné realizace nutno řešit ještě další požadavek investora rekonstrukce, a to je aby veškeré práce probíhaly v rámci stávajících pozemků v příslušnosti hospodařit investora nebo maximálně na tzv. dočasných záborech. Nepřekročitelnou podmínkou pak byl požadavek, aby konečné provedení všech stavebních úprav, hlavně však vyvolané rozšíření zemního tělesa v násypu nebo zářezu a doprovodné úpravy odvodňovacích a zabezpečovacích zařízení byly realizovány vždy jen na pozemcích v příslušnosti hospodařit investora bez nutnosti jakýchkoliv výkupů případně dotčených pozemků od stávajících vlastníků.

Uvedená skutečnost znamená v případě nutnosti provedení úprav zemních těles přijetí takových opatření, které ne zcela korespondují s ideálními postupy, jenž jsou pro danou problematiku preferovány vydanou metodikou a teoretickými pracemi na téma začlenění dopravních staveb do okolní krajiny, využití stávajících fyzikálních vlastností materiálů zemního tělesa bez nutnosti kombinace sumělymi stabilizačními a ochrannými prvky proti erozi.

Obecný postup platný pro celý průběh rekonstrukce představuje odstranění stávajícího betonového či asfaltového krytu až na úroveň vrstvy stávající cementové stabilizace (viz URL 16). Od této úrovně je pak realizováno samotné rozšíření zemního tělesa dálnice. V případě zemního zářezu se provádí odtěžení a zestržení stávajícího svahu tak, aby v jeho úpatí byl zajištěn dostatečný prostor pro požadované rozšíření vozovky. Tato úprava se provádí v závislosti na hloubce zářezu buď v celém profilu zářezu nebo jen cca do jeho 1/3 až 1/2. V případě skalních zářezů se provádí odtěžení skalního masivu v nezbytné míře, která je nutná pro dosažení požadovaného rozšíření komunikace. V obou případech se následně provádějí související zabezpečovací úpravy proti ztrátě stability a proti vodní erozi. (viz URL 17). (ŘSD)

V místech, kde komunikace probíhá v násypu je rozšíření zemního tělesa realizováno dosypáním stávajícího svahu ve shodném sklonu nebo jeho zestržením za pomoci výztužných prvků zajišťujících stabilitu nově budovaných násypových těles (viz URL 18). Současně se provádí zazubení se stupni po 0,5 m. Uvedené opatření, přispívá k lepšímu spolupůsobení nového a původního násypového tělesa (dochází k omezení délky svislých stykových ploch na rozmezí nového a původního násypového tělesa). Tento způsob realizace je patrný z pracovních příčných řezů v km 51,720 až 52,040.

Po provedení zemních prací jsou realizovány další práce až po finální pokládku cementobetonového krytu a další dokončovací práce.



Obrázek č. 16 Odtěžení konstrukčních vrstev původní vozovky a rozšíření zemního tělesa dosypáním zeminy ve shodném sklonu (URL 16)

Pro shrnutí:

- 1) pokud dochází k zvyšování sklonů násypových těles nad sklon 1 : 1,5 je násypové těleso realizováno pomocí výztužných prvků Green Terramesh (v místě stavby 50. km - příloha č. 21);
- 2) pokud dochází k realizaci svahů ve sklonu původního svahu nebo v poměru do 1 : 1,5 a tento je pouze rozšiřován, používá se výztužný geokompozit Armatex G55/55 (použito v místě stavby 52. km - příloha č. 20) v posledních dvou vrstvách nového násypového tělesa v úrovni - 0,5 m a -1,0 m pod zemní plání. Povrch svahu je chráněn protierozní kokosovou rohoží;
- 3) v rámci obou variant provedení je povrch svahu opatřen hydroosevem.



Obrázek č. 17 Ukázka realizovaného rozšíření výztužným prvkem (URL 17)



Obrázek č. 18 Odtěžení skalního masivu (URL 18)

Detailní rozbor protierozní ochrany svahů realizované na konkrétní stavbě, a to od původního záměru až po vlastní realizaci včetně vyhodnocení zvoleného způsobu je předmětem vlastního zjištění. Výstupem je SWOT analýza včetně vyhodnocení rizik spojených s touto problematikou na základě terénního šetření, posouzení souladnosti s dotčenou právní legislativou a návrhem řešení zkoumané oblasti.

5. POPIS EXPERIMENTÁLNÍ PLOCHY

Mikroregion Český smaragd se nachází ve Středočeském kraji v okrese Benešov a jeho sídlo Trhový Štěpánov je od města Benešov vzdáleno západním směrem 25 km a zároveň 50 km od Prahy poblíž dálnice D1. Do tohoto mikroregionu patří celkem 10 obcí a byl založen v roce 1999. Celková rozloha území je 2 889 ha, která se dále dělí na 5 katastrů. Nadmořská výška regionu je 407 m. n. m. Katastrem sídelní obce protéká Štěpánovský potok s přírodní rezervací téhož pojmenování a zároveň je levostranným přítokem řeky Sázavy. (ROSENDORF a kol., 2006)

5.1 Vlastnické poměry

Výkres celkové situace stavby v k. ú. Střečov nad Sázavou, obec Trhový Štěpánov, která je předmětem zpracování praktické části diplomové práce ve vybraných úsecích rekonstrukce dálnice D1 s vyznačeným průběhem hranice vlastnických vztahů k pozemkům investora, tj. Ředitelství silnic a dálnic ČR (ŘSD).

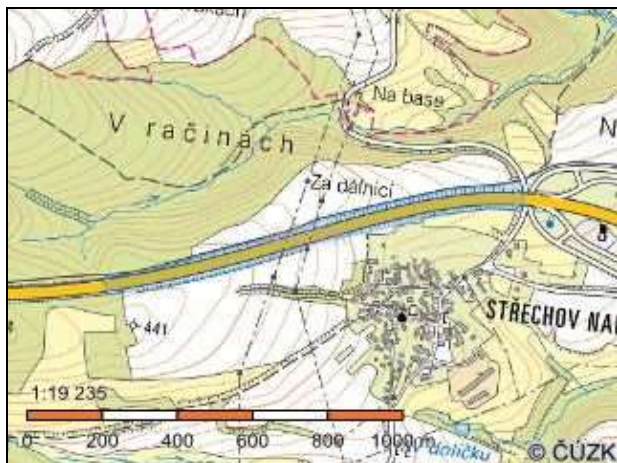


Obrázek č. 19 Celková situace experimentální plochy (URL 19)

V souladu se zvoleným úsekem zkoumané oblasti bylo nutno zmapovat další vlastnické poměry a zajistit následující podklady na základě informačních zdrojů uvedených v dalších úsecích diplomové práce.

5.2 Informace o pozemcích

Pro praktické zjištění byla zvolena plocha v k. ú. Střechov nad Sázavou, obec Trhový Štěpánov, která je vedena v katastru nemovitostí Katastrálním úřadem pro Středočeský kraj, Katastrální pracoviště Benešov. (ČÚZK)



Obrázek č. 20 Snímek katastrální mapy k. ú. Střechov nad Sázavou (URL 20)

Stávající umístění zvoleného úseku rychlostní komunikace D1 na pozemku parc. č. 2188 v k. ú. Střechov nad Sázavou, Obec Trhový Štěpánov je ve vlastnictví ŘSD. (ČÚZK)

Dle doporučených technických protierozních opatření je pro jakékoliv druhy komunikací velmi účelné využití sítě cestních příkopů jako záchytných příkopů s protierozní funkcí, která tvoří kostru pozemkových úprav a současně s přirozenými i umělými toky hlavním regulátorem povrchového odtoku. Jako součást stávajícího i navrhovaného souboru protierozní ochrany jsou příkopy, které odvádí nejen přebytečnou srážkovou vodu z komunikace, ale i z přilehlých pozemků. Uvažovaná kapacita koryta cestního příkopu je omezena hloubkou, a to 0,4 až 1,0 m vzhledem k šířce vozovky v koruně a bezpečnosti jejího provozu. Samotný návrh koruny vozovky v souvislosti s jejím odvodněním by měla být alespoň 15 cm nad hladinou vody nacházející se v příkopu. V méně svažitém území je možno využít téměř libovolného směru cestní sítě příkopů. Naopak ve více svažitém území je lepší variantou přerušení délky svahu vhodnějším způsobem po vrstevnici, a to i za cenu prodloužení její délky. (JANEČEK, 1992, KVÍTEK, 2005)

Informace o sousedních pozemcích

Vlastnické právo	Pozemek parc. č.	Způsob využití
Město Trhový Štěpánov	2182	silnice, ostatní plocha
Lesy České republiky, s. p.	227/3	lesní pozemek
Vesecká Lenka	283	orná půda
Černíková Lucie	287	orná půda
Provazníková Marie	294/2	orná půda
Vesecká Lenka	294/6	orná půda
Mirovská Vanda, Mirovský Dominik, Mirovský Jaromír, Zdvihalová Petra	294/7	orná půda
Pivný Roman, Pivný Václav, Pivný Václav	294/16	orná půda
Navrátil Pavel	294/17	orná půda
Koktová Jaroslava, Máčalová Jindra	294/18	orná půda
SJM Zeman Miroslav a Zemanová Marie	294/19	orná půda
SJM Chlumský Jaroslav a Chlumská Jindřiška	294/20	orná půda
SJM Koubek Jan a Koubková Vlasta	294/21	orná půda
Vesecká Lenka	294/22	orná půda
Vesecká Blanka	294/23	orná půda
Vesecká Blanka	306/3	trvalý travní porost
Smítka Josef	306/12	trvalý travní porost
Vesecká Blanka	306/13	trvalý travní porost
Smítka Josef	306/14	trvalý travní porost
Město Trhový Štěpánov	2065	ostatní komunikace, ostatní plocha
Středočeský kraj, Krajská správa a údržba silnic Středočeského kraje	2178/3	silnice, ostatní plocha
Město Trhový Štěpánov	2187	jiná plocha, ostatní plocha

Tabulka č. 3 Přehled vlastnictví sousedních pozemků (online zdroj)

5.3 Geografický, geomorfologický a geologický charakter








Z hlediska geografického je území České republiky rozděleno na dvě části, Českou vysočinu a Západní Karpaty. Přičemž z hlediska geomorfologického spadá obec Trhový Štěpánov, katastrální území Střechev nad Sázavou pod Českou Vysočinu, subprovincii Českomoravskou a pahorkatinu Středočeskou, která se v daném území dále potom člení na Vlašimskou a Benešovskou pahorkatinu.

Z hlediska geomorfologického právě střední část oblasti povodí Dolní Vltavy tvoří Středočeská pahorkatina. Vzhledem k tomu, že vývoj této oblasti byl odlišný, a to zvláště tím, že tuto oblast pokrýval pravděpodobně rozsáhlý třetihorní sedimentární plášť, který je dnes silně denudovaný, což je soubor pochodů, který se skládá z odnosu rozrušených hornin jako důsledek erozních vlivů jako je působení vody, větru a mrazu. V těchto místech se i výrazně projevila zpětná eroze Vltavy a jejich přítoků. V této oblasti se nachází jednotvárný reliéf s ojediněle vystupujícími vrchy s výškou okolo 500 m. n. m. Benešovská pahorkatina na severozápadě klesá svým výrazným svahem k Pražské plošině. (ŠIMEK a kol, 1990)

Geologický charakter pak předurčuje i geomorfologické a hydrogeologické poměry v území. Kvarterní pokryv území tvoří zejména deluviální sedimenty s charakterem hlinitých a hlinitokamenitých zemin a místa drobných vodotečí jsou tvořena fluviálními a deluviofluviálními sedimenty. Přičemž fluviální sedimenty jsou zastoupeny písčitohlinitými a jílovitopísčitymi zeminami a deluviofluviální sedimenty (splachy) jsou zastoupené ve velké převaze písčitymi hlínami a písčitymi jíly. (STANEK, KOŘÍNEK, 1991)



Legenda:

	do 2 km od sídla, od 0,5 km od silnice
	do 2 km od sídla, od 1 km od silnice
	do 5 km od sídla, od 0,5 km od silnice
	do 5 km od sídla, od 1 km od silnice
	do 10 km od sídla, od 0,5 km od silnice
	do 10 km od sídla, od 1 km od silnice
	nehodnoceno, do 2 km od sídla, nad 1 km od silnice

 Zastavěná území

 Dálnice

Obrázek č. 21 Parametrizace využitelných ploch pro průmyslovou výstavbu (URL 21)

Příklady druhů zemin	Relativní propustnost zeminy podle ČSN 73 6850	Přibližné rozmezí filtračního součinitele „k“ (m.s ⁻¹)	Třída zeminy podle ČSN 73 1001	
jíly jílovité zeminy	velmi nepropustná	< 10 ⁻¹⁰	F6	
			F7	
			F8	
hlíny jílovité hlíny písčité písčité jíly	nepropustná	10 ⁻⁸ – 10 ⁻¹⁰	F2	
			F4	
			F5	
hlinité písky a štěrky jílovité písky a štěrky písčité a štěrkovité hlíny	málo propustná	10 ⁻⁶ – 10 ⁻⁸	S4	
			F1	S5
			F3	G4
			G5	
písky a štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy (5 až 15 %)	propustná	10 ⁻⁴ – 10 ⁻⁶	S3	
			G3	
Čisté písky a štěrky, písčité štěrky, písky a štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy (≤5%)	velmi propustná	>10 ⁻⁴	S1	G1
			S2	G2

Tabulka č. 4 Orientační hodnoty propustnosti zemin (online zdroj)

5.4 Hydrogeologické a hydrologické poměry

Dle Směrného vodohospodářského plánu ČSR, Povodí Vltavy (1976) zájmové území spadá do povodí Dolní Vltavy. Možnosti zásob podzemní vody a působení na její odtok v souvislosti s jejím využitím vyvozují i základní hydrogeologické poměry. Jednotlivé druhy hornin, uspořádání vrstev ovlivňují pohyb, výskyt, fyzikální a chemické vlastnosti podzemní vody a jejich propustnost. Právě hydrogeologické poměry ovlivňující smotný proces odtoku vody z povodí, informace o horninových vrstvách jsou využívány k posouzení zdrojů vhodných pro odběry, zranitelnosti podzemních vod prostřednictvím vnosu znečištění z území, infiltrace nebo jiným způsobům naplnění podzemních vod. Povodí Sázavy, ve kterém se nachází experimentální plocha, je rajónem Krystalinika. Páteřním tokem oblasti povodí Dolní Vltavy je kromě Sázavy právě i Vltava.



Obrázek č. 22 Odtokové poměry experimentální plochy (URL 22)

5.5 Pedologické poměry

Dle Statistické ročenky ČR z roku 2007 pedologické poměry se v rámci retenční a infiltrační charakteristice podílejí na rozdělení odtoku na základní, povrchový a podpovrchový. Vlastnosti půdy, typ vegetačního pokryvu a svažítost terénu jsou zásadní pro specifikaci faktorů erozního ohrožení. V povodí Dolní Vltavy převažují hnědé půdy (64,2 %), pseudogleje a gleje (17,3 %), černozemě (5,1 %), hnědozemě a fluvizemě (3,4 %) a ostatní. Činností člověka, vegetací, klimatickými podmínkami, reliéfem a povahou podkladového substrátu je dána rozmanitost půd. (WEIGLOVÁ, 2007)

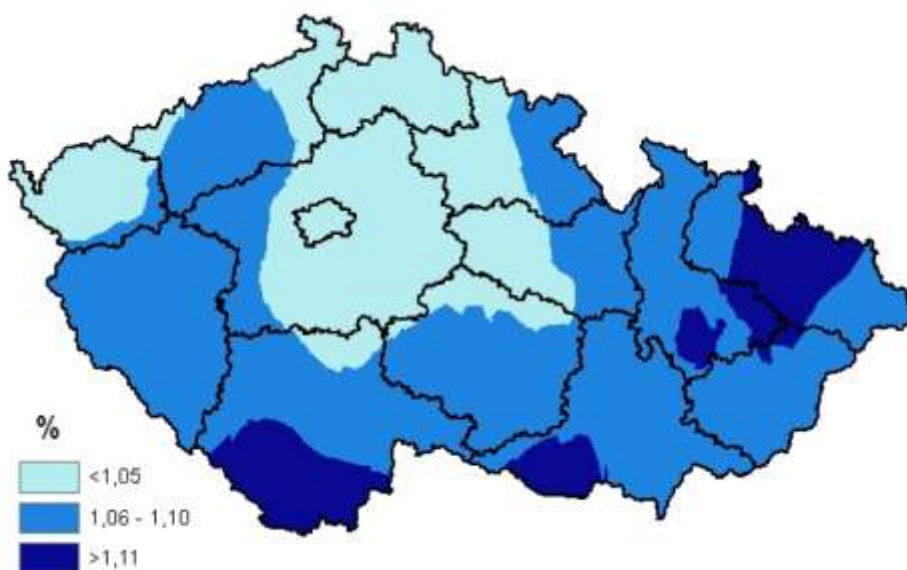
Oblast Středočeské pahorkatiny v povodí Sázavy, bohatá na množství petrografických typů hornin a na půdní typy je poměrně chudá. Podzoly a podzolové půdy jsou vázány též na západní část Benešovské pahorkatiny na středním toku Vltavy.

Ve vyšších polohách podléhají hnědozemě vyluhování a zároveň přechází do rozdílných stupňů podzolovaných půd až podzolů. Vplochých a širokých sedlových plochách nezasažených zpětnou erozí se dochovaly nejúplnější půdní profily. (ROSENDORF a kol., 2006)

5.6 Klimatické poměry

Dle Atlasu podnebí Česka ČHMÚ (2007) zásadně utvářejí vodní režim v území klimatické podmínky včetně 14 klimatologických charakteristik daného území. Zejména na množství, druhu, časovém a plošném rozložení spadlých srážek a zároveň na výparu závisí odtokové poměry, a to spolu s poměry výškovými, expozicí, sklonitostí svahů a dalšími možnými činiteli, kteří ovlivňují a podmiňují klima i druhové složení vegetace. V mírném klimatickém pásu severní polokoule s mírným oceánským vlivem na okraji území a periodickým střídáním ročních období leží celá Česká republika, tak jako i povodí Dolní Vltavy nacházející se v zájmové oblasti.

V převážené většině povodí se vyskytuje mírná teplá oblast, přičemž podél dolního toku Sázavy se vyskytuje oblast teplá s průměrnými ročními teplotami 5 až 7 °C. V této oblasti dosahují roční průměrné srážkové úhrny mezi 600 až 800 mm.



Obrázek č. 23 Rozložení srážkových úhrnů na území ČR až do roku 2030 (URL 23)

6. SOUČASNÝ STAV NÁVRHU ŘEŠENÍ

V současné době je problematika technické protierozní ochrany konkrétně řešené stavby ve vazbě na technické, legislativní, majetkoprávní požadavky, popsané v teoretické části diplomové práce a dle dostupných materiálů poskytnutých fy. Metrostav, a.s. v následujícím stádiu:

6.1 Stavba násypu na 50. km směr Brno

V tomto konkrétním případě byl svah přibližně cca 3 m pod úrovní zemní pláně nastměn ve sklonu 1 : 1. V takovém případě se v rámci této rekonstrukce obecně používají pro výstavbu násypového tělesa výztužné prvky Green Terramesh. (Příloha č. 21)

Z geologického průzkumu úseku, kde se nachází sledovaná změna tvaru zemního tělesa v násypu na 50. km směr Brno lze uvést následující skutečnosti.

V daném úseku je niveleta dálnice vedena na násypu o výšce cca 5 - 8 m.

Geologické poměry kvartérního pokryvu jsou tvořeny převážně deluviálními sedimenty, mají charakter převážně hlinitopísčitých a písčito hlinitých zemin a předkvartérní podklad je budován pararulami moldanubika prekambriického stáří, horniny jsou při povrchu zpravidla silně až zcela zvětralé. Zvětraliny mají charakter ulehlých, hlinitých, silně slídnatých písků.

Konstrukční vrstva vozovky při okraji násypu dosahují do cca 0,60-1,20 m pod úroveň povrchu vozovky. Dle kopaných sond jsou tvořené převážně písčitymi a štěrkovitými zeminami. Písčité zeminy mají charakter písků s příměsí jemnozrné zeminy a písků špatně zrněných. Při okraji násypu jsou písčité zeminy kypré až středně ulehlé. Štěrkovité zeminy mají charakter štěrků s příměsí jemnozrné zeminy a štěrků špatně zrněných. Při okraji násypu jsou štěrky převážně středně ulehlé. Ve všech sondách v úrovni cca 0,3-0,5 m pod povrchem vozovky byla zastižena stabilizace - vrstva stmelená cementovým pojivem (výrazně pevnější než okolní konstrukční vrstvy). V kopaných sondách byla zastižena další vrstva stabilizace u báze konstrukce vozovky. Tato vrstva měla již charakter betonu a byla pro bagr neprostupná. Od úrovně cca 0,60 m pod povrchem vozovky byla kopanou sondou zastižena již konstrukce násypu. Násyp je zde tvořen štěrkem s příměsí jemnozrné zeminy místy až kamenitou zeminou s mezerní písčitou výplní. Zhutněním odpovídají vrstvy násypu středně ulehlým až ulehlým zeminám.

V souladu s ČSN 73 3050 a ČSN 73 6133 budou konstrukční vrstvy vozovky budou spadat do 2.-4./I. třídy těžitelnosti, v případě velmi pevné cementové stabilizace pak spadají do 5./II.-III. třídy těžitelnosti.

Vrstvy konstrukce násypu budou spadat převážně do 3.-4./I. třídy těžitelnosti (ojediněle při výskytu fragmentů velikosti od 10 cm nad 50 % až do 5./II. třídy těžitelnosti).

Po odtěžování konstrukce násypu lze materiál charakteru G3 G-FY opět použít do tělesa násypu s poznámkou investora, že navržený poměr sklonu svahu u hlubších zářezů se týká jen nutného zestržení u paty svahu nikoliv svahu v celé jeho výšce. Materiálem použitým pro zajištění stability svahu v násypu je Green Terramesh. (Příloha č. 21)

6.2 Stavba násypu na 52. km směr Praha

V tomto konkrétním případě bude realizován sklon svahu rozšiřovaného tělesa násypu ve sklonu 1 : 1,5. Povrch svahu bude chráněn protierozní kokosovou rohoží ENVIROFELT CO 400. Současně bude, s ohledem na velikost rozšíření stávajícího násypového tělesa, použit výztužný geokompozit v posledních dvou vrstvách nového násypového tělesa v úrovni -0,5m a -1,0m pod zemní plání.

Z geologického průzkumu úseku, kde se nachází sledovaná změna tvaru zemního tělesa v násypu na 52. km směr Praha lze uvést následující skutečnosti.

V daném úseku je niveleta dálnice vedena na násypu o výšce cca 10 m.

Geologické poměry kvartérního pokryvu jsou tvořeny převážně fluviálními a deluviálními sedimenty, které mají charakter hlinitopísčitých, písčitohlinitých a šterkovitých zemin, místy jsou deluviální zeminy tvořeny kamenitými sutěmi a předkvartérní podklad je budován sillimanit-biotitickými a biotitickými pararulami moldanubika, které jsou místy migmatitizované, shora jsou horniny zcela zvětralé charakteru písku hlinitého, dále jsou silně až mírně zvětralé až navětralé odpovídají a zachovávají geologický charakter experimentální plochy.

Konstrukční vrstva vozovky dosahuje cca 0,8 - 1,0 m pod úroveň povrchu vozovky a je tvořena převážně pouze shora pevnou cementovou stabilizační vrstvou o mocnosti cca 0,8 m poté následuje poloha šterků špatně zrněných. Od úrovně cca 0,8 - 1,0 m pod povrchem vozovky je již předpokládána vlastní konstrukce násypu, která je tvořena hlinitým šterkem

shora krytým vrstvou jílovitého písku. Zeminy konstrukce násypu jsou ulehlé s příměsí ostrohranných úlomků a kamenů.

budou konstrukční vrstvy vozovky spadat do 2.-3./I. třídy těžitelnosti, v případě pevné cementové stabilizace pak do 5./II. třídy těžitelnosti. Vrstvy konstrukce násypu pak převážně do 3. - 4./I. třídy těžitelnosti.

Obecná a technická doporučení včetně příčného řezu tělesem násypu jsou v Příloze č. 8. Vyztužený násyp je nutné budovat při klimaticky vhodných podmínkách a základovou spáru bude nutné přehutnit. Materiálem použitým proti vodní erozi na povrchu nově vybudovaného svahu násypu je navržen výztužný geokompozit ENVIROFELT dle sdělení firmy materiál použitý pro zajištění stability svahu.

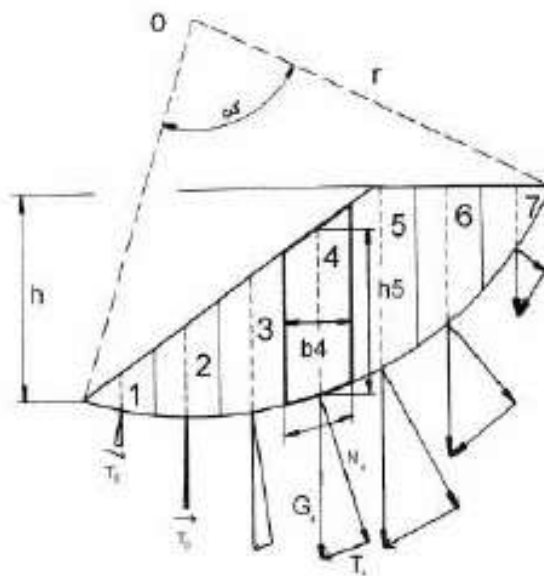
Vlastní fotografie postupného průběhu výstavby je v Příloze č. 22.

7. VÝSLEDKY A VÝPOČTY

Pro účely zhodnocení výsledků využití dostupných metod faktorů ovlivňující stabilitu svahů a způsob bezchybně zvoleného způsobu protierozní jejich ochrany jsou kromě dostupných informací týkající se geografických, geomorfologických, geologických, hydrogeologických, pedologických a klimatických poměrů vhodné metody mezní rovnováhy.

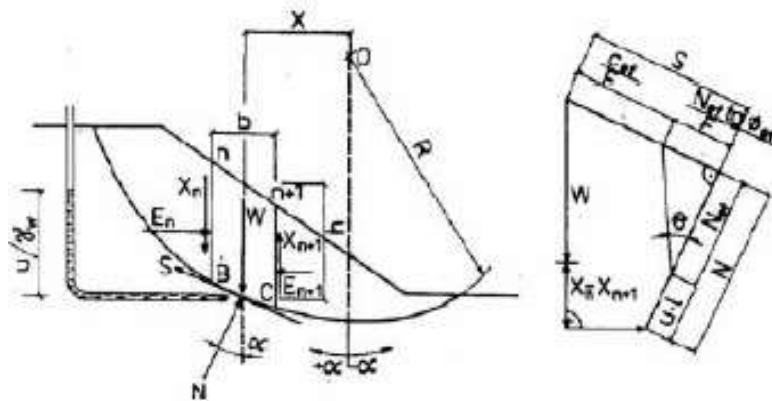
Jedná se o bezchybně zvolený způsob výpočtu mezní rovnováhy, který spočívá například ve vhodně zvoleném způsobu dle metody:

a) Pettersona, kdy se stabilita svahu zjišťuje tak, že se smyková plocha nahradí kruhovým obloukem se středem O a poloměrem R . Úloha se pak řeší jako rovina na 1 m délky svahu, a ten pak rozdělíme na svislé proužky o totožné šířce. Na smykové ploše působí tíha proužku G , kterou opět rozložíme na složky normálové (ke smykové ploše kolmé) a na tangenciální složky (tečna ke kružnici). Tato metoda vzájemnost jednotlivých proužků. (WEIGLOVÁ, 2007)



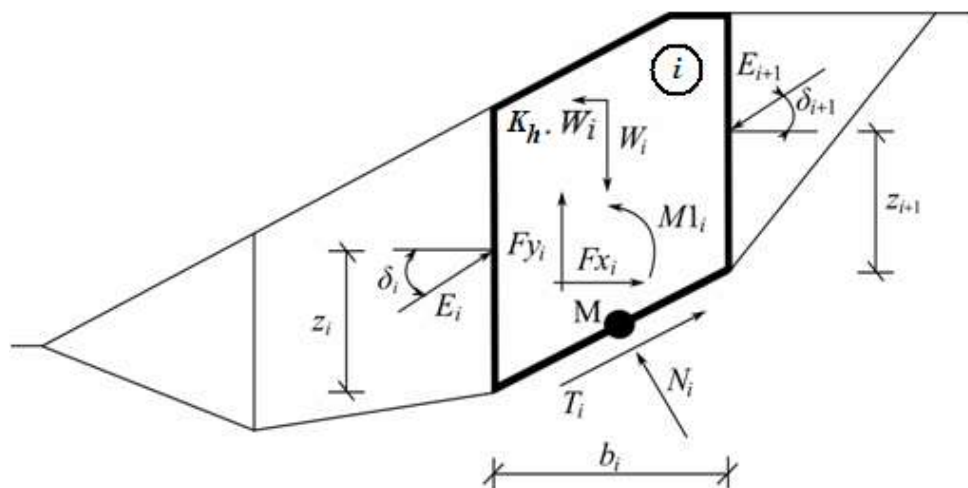
Obrázek č. 24 Pettersonova metoda (URL 24)

b) Bishopova, kdy se svah omezený zvolenou plochou smyku rozdělí na proužky o stejné šířce. Oproti Pettersonově metodě dochází u této metody k větší šíři počtu uvažovaných sil o vertikální a horizontální složce tlaku země, které působí na boční stěny proužků, tzn. vliv proužků je uvažován. (VANÍČEK, 1996)



Obrázek č. 25 Bishopova metoda (URL 25)

c) Janbuova, spočívá v obecné proužkové metodě a zakládá se na splnění sil a momentů jednotlivých bloků, které vzniknou rozdělením v oblasti zeminy nad smykovou plochou prostřednictvím dělicích rovin. (JANBU, 1973)



Obrázek č. 26 Janbuova metoda (URL 26)

Samotné rozlišení či zhodnocení dlouhodobé a krátkodobé stability svahu je velmi úzce spjato se stavem pórových tlaků, které z hlediska podmínek a času na vyrovnání se s danými změnami napjatosti ve svahovém tělese lze z tohoto pohledu i posuzovat.

Právě rozdíl mezi zářezem a násypem je dán rozdílem v čase, při němž je stupeň stability posuzován jako nejnižší. Pro násyp svahu je rozhodující stav krátkodobý, kdy s rostoucím časem se situace zlepšuje, zatímco u svahu v zářezu je rozhodující stav dlouhodobý, kdy změny napjatosti již nejsou ovlivněny pórovými tlaky. (PASEKA, 2014)

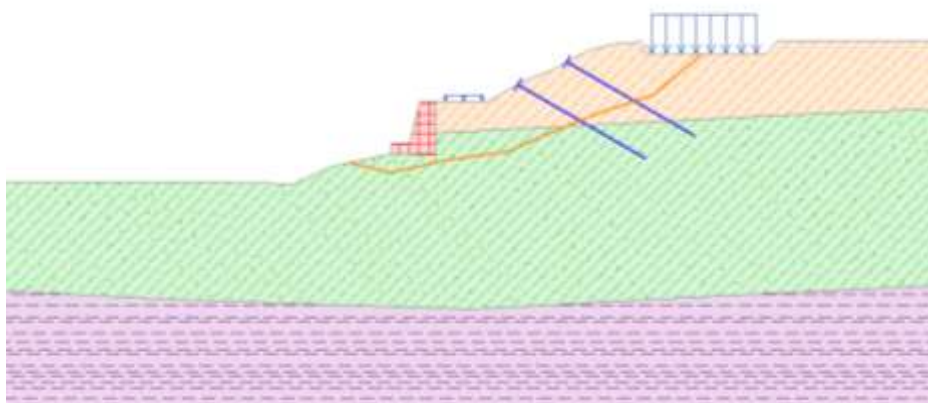
V souladu s podrobným seznámením se s podklady poskytnutými fy. Metrostav, a.s. byla na základě výše uvedených příkladů výpočtů mezní rovnováhy zjištěna možnost využití programu GEO5, který je určen k výpočtu stability svahů obecně vrstevnatého zemního tělesa, a to například násypů, zářezů a kotvených opěrných konstrukcí.

Na základě doporučení a laboratorních zkoušek PASEKA (2014) pro výpočty parametrů zemin využívá typické parametry zemin, které jsou uvedeny v tabulce č. 4.

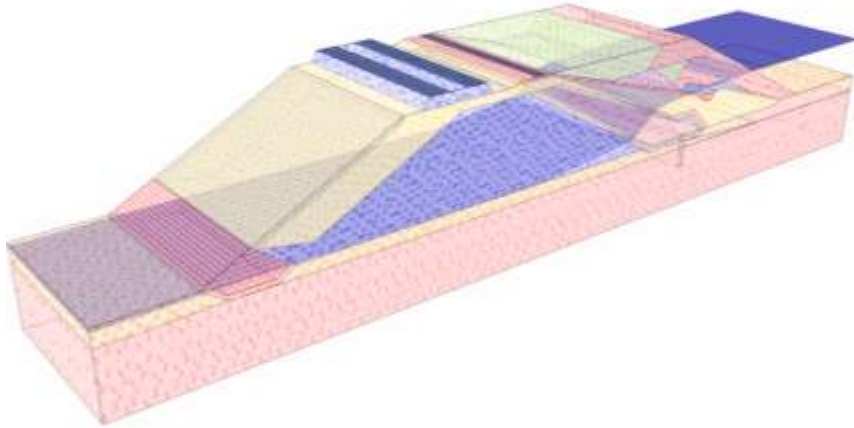
zemina	γ [kN/m ³]	Φ_{ef} [°]	c [kPa]
navážka (I.vrstva)	16	25	0
prachovitý písek (II.vrstva)	18	34	0
jíl (III.vrstva)	18	30	20

Tabulka č. 4 Charakteristické hodnoty zemin pro model v programu GEO5 (online zdroj)

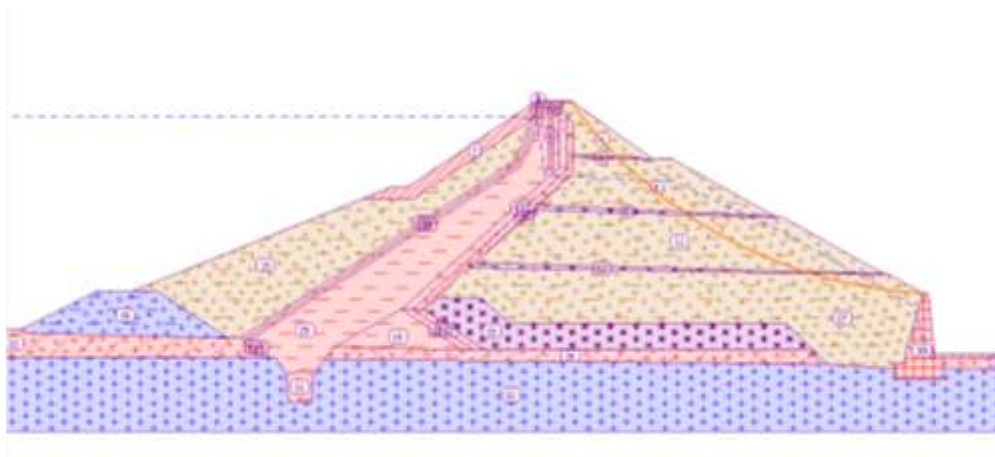
Pro účely výpočtu sedání přísypů násypového tělesa, a tím i hodnocení stability svahu byl tento program využit i v zájmové experimentální ploše. Výsledky posouzení stability svahu na základě poskytnutých vstupních dat jsou zpracovány Bishopovou metodou s výsledky v mezních tolerancích a vyhovují požadované míře stability. (Příloha č. 10)



Obrázek č. 27 Výpočet stability svahu (polygonální smyková plocha) (URL 27)



Obrázek č. 28 Přiřazení zemin do geologického profilu (URL 28)



Obrázek č. 29 Výpočet stability svahu (kruhová smyková plocha) (URL 29)

V souladu s ČSN 73 1001 byly splněny parametry pro zakládání staveb a pro výpočet použity údaje parametry zemin:

- objemová tíha;
- modul přetvárnosti;
- Poissonovo číslo;
- koeficient strukturní pevnosti;
- objemová tíha saturované zeminy.

8. VYHODNOCENÍ

Na předmětné téma, tj. stabilita a protierozní ochrana svahů zemních těles používaných zejména u liniových dopravních staveb je k dispozici velké množství teoretických prací, podkladů, interních předpisů věcně příslušných resortů a norem včetně širokého spektra stavebních materiálů a prvků. Na základě studia všech uvedených podkladů uvedených v rešeršní části této práce lze jednoznačně konstatovat, že se jedná o poměrně složitou, avšak teoreticky i prakticky velmi dobře zmapovanou a popsanou problematiku, která se neustále vyvíjí v souladu s novými poznatky zejména z aktuálně realizovaných staveb a na základě vývoje nových materiálů a stavebních prvků. Vzhledem k těmto skutečnostem by teoreticky bylo možno konstatovat, že každá takováto stavba by měla vykazovat vysokou kvalitu, udržitelnost, estetičnost a stálou užitnou hodnotu bez nároků na zásadní opravy nebo rekonstrukci vlivem dlouhodobého používání.

Aby se však takového výsledku dosáhlo v praxi, musela by nastat ideální kombinace a následné využití výsledků všech nezbytných průzkumných, projektových a realizačních opatření, a to včetně správného používání hotového díla.

Praktické provedení konkrétně popisované situace však bohužel všechny dostupné poznatky a současné možnosti v materiálovém zabezpečení, ani při dobré vůli toto konstatovat, neakceptuje. Naprosto ukázkovým případem rozporu mezi teorií a praxí je zvolený způsob realizace komplexní rekonstrukce dálnice D1 v části provedení úprav stávajících zemních těles komunikací. Zde jsou zcela jasně promítnuty uvedené limitující požadavky investora, které vyvolaly potřebu provedení náročných, speciálních a tím pádem nákladných protierozních a stabilizačních opatření.

V rámci praktické části této práce byly sledovány a měřeny dva konkrétní úseky a to svah v násypu na 50. km směr Brno a svah v násypu na 52. km směr Praha.

8.1 Svah v násypu na 50. km směr Brno

Před zahájením vlastních prací na rekonstrukci bylo provedeno vytěžení náletových dřevin a byla odstraněna humózní vrstva zeminy v horní části svahu, kde se plánovalo jeho odtěžení a jeho budoucí změna. Po odstranění konstrukčních vrstev původní vozovky byl odtěžen svah původního násypu v šířce 3 m až do 1/3 jeho výšky, tj. cca 3 m pod úroveň zemní pláně. Na vzniklé ploše byl po jejím zhutnění založen nový svah se sklonem 1 : 1. Tento způsob provedení zajistil požadované rozšíření vozovky. Stabilita svahu byla zajištěna použitím technologie Green Terramesh. Povrch nové části svahu byl proti vodní erozi opatřen hydroosevem. Odvodnění stékajících povrchových vod z vozovky je předpokládáno

do příkopů napojených na trativody. Z povrchu svahu je voda odváděna přirozeným odtokem na přilehlý stávající terén. Vzhledem k tomu, že pro založení nové části svahu násypu byla vytvořena zemní lavice, která je širší než spodní část nově založeného svahu, lze tento stavební detail považovat za potenciální riziko jejího možného narušení vodními srážkami s následnou ztrátou stability nové části svahu.

8.2 Svah v násypu na 52. km směr Praha

V tomto případě nebylo nutno respektovat požadavek na rozšíření vozovky, neboť zde byl již v minulosti realizován stoupací pruh, nicméně zde chyběl připojovací pruh umožňující bezpečný nájezd vozidel z přilehlého parkoviště a čerpací satnice PHM. Současně zde projektant nebyl limitován faktorem vlastnických vztahů v místě této stavby, neboť dle zjištěných skutečností prověřením v katastru nemovitostí, tyto umožnily provést sklon svahu v celém jeho průběhu ve stávajícím sklonu 1 : 1,5. Stabilita a propojení nové části tohoto zemního tělesa se stávajícím byla zajištěna zazuběním stávajícího zemního tělesa a pokládkou dvou vrstev tkané geomříže výrobní značky Armatex G 55/55, a to v úrovni 0,5 m a 1,0 m pod zemní plání. Protierozní ochranu nového svahu bude zajišťovat opět hydroosev aplikovaný na jutovou síť.

Na základě pozorování průběhu rekonstrukce předmětného svahu a studia projektové dokumentace lze konstatovat, že kromě výše uvedených stabilizačních a protierozních opatření na povrchu svahu nebyly, i přes masivní nárůst zemní hmoty násypu v tomto úseku a podstatné zvětšení zpevněné plochy, kterou je nutno odvodnit, provedeny žádné doplňující drenážní a odvodňovací prvky a nový úsek tak bude odvodněn pouze do stávajícího trativodu a na něj navazující příkopy. Uvedené lze považovat za velmi vážné riziko zavodnění zemní části násypu s jeho následným narušením. Toto lze pozorovat na řadě jiných obdobných staveb, kdy se dodatečně s velkými finančními náklady provádí sanační opatření například formou vsakovacích pěr.

9. SOUHRN VÝLEDKŮ

Na základě načerpání teoretických znalostí předmětné problematiky, studia získané projektové dokumentace a v rámci místního šetření rekonstruovaných úseků dálnice D1 lze shrnout získané poznatky realizovaných opatření následovně:

9.1 Vlastnické poměry

Z hlediska vlastnických vztahů v místě rekonstrukce – provedení zcela respektuje zadání investora, tj. že veškeré finální úpravy stavby budou realizovány výlučně na pozemcích v příslušnosti hospodařit investora.

9.2 Informace o pozemcích

Na základě detailního prověření údajů o konkrétních vlastnících přilehlých pozemků z veřejně přístupné databáze katastru nemovitostí bylo zjištěno, že tyto jsou ve vlastnictví jednotlivých fyzických osob nebo Města Trhový Štěpánov, v jejímž katastrálním území stavba probíhá. Dle skutečného provedení sledovaných úseků stavby lze potvrdit, že tyto nebyly pro trvalý zábor nově realizovanými stavbami zasaženy.

9.3 Geografický, geomorfologický a geologický charakter

Z hlediska geografického, geomorfologického a geologického spadá území dotčené sledovanou stavbou pod Českou Vysočinu, která se dále člení na Vlašimskou a Benešovskou pahorkatinu.

Po prověření výsledků geologického průzkumu, jehož výsledky jsou nedílnou součástí projektové dokumentace (viz příloha č. 7 a 8) byly skutečnosti popisované v teoretické části práce ve shodě s podklady, které byly zpracovatelem geologického průzkumu využity.

9.4 Hydrogeologické a hydrologické poměry

Odvodnění povrchu vozovky a svahu sledovaného násypu je zajištěno do příkopů na úpatí sledovaného svahu a přes vývar do příkopu podél komunikace procházející obcí Střechev nad Sázavou, který je zaústěn do dešťové kanalizace v obci. Ta potom ústí do Štěpánovského potoka.

Uvedené řešení nevyhovovalo již v době původních parametrů vozovky, kdy velmi často docházelo vzhledem k nedostatečné velikosti profilu příkopu v obci k přelivu vody na místní komunikaci a podmáčení přilehlých staveb, přičemž tato skutečnost byla často ještě umocňována nedostatečnou údržbou, kdy byl příkop zanesen zeminou a rostlinnými zbytky splavenými z přilehlého násypu dálnice. Kromě této skutečnosti představuje daná záležitost

vysoké riziko kontaminace spodních vod způsobenou ropnými látkami, které jsou spolu s pevnými materiály z dálnice smývány. Vzhledem k tomu, že zásobování obyvatel obce pitnou vodou je v převážné většině zajišťováno z vlastních kopaných studní je tato skutečnost o to více alarmující.

9.5 Pedologické poměry

Po podrobném seznámení se s geologickým průzkumem zkoumaných úseků stavby lze potvrdit ve srovnání s teoretickými a metodickými požadavky k této problematice jejich soulad.

9.6 Klimatické poměry

V převážené většině dotčeného povodí se vyskytuje mírná teplá oblast, přičemž podél dolního toku Sázavy se vyskytuje oblast teplá s průměrnými ročními teplotami 5 až 7 °C. V této oblasti dosahují roční průměrné srážkové úhrny mezi 600 až 800 mm.

Vzhledem k tomu, že se jedná o lokalitu s malým srážkovým úhrnem je riziko působení větrné a vodní eroze na nově zřízených zemních svazích považovat za vysoké vzhledem k tomu, že nelze předpokládat jejich dostatečně rychlé a kvalitní ozelenění přirozeným způsobem.

V souladu s teoretickými pracemi na toto téma (viz citace) nebyly dopady klimatických podmínek na erozní procesy v konkrétně řešené projektové dokumentaci zohledněny.

9.7 SWOT analýza

SILNÉ STRÁNKY „Strenghts“	SLABÉ STRÁNKY „Weaknesses“
<ul style="list-style-type: none"> - oprava rozsáhlých úseků dálnice v poměrně krátkém čase a při zachování byť omezeného provozu v obou směrech; - změna šířkového uspořádání vozovky, která při následných opravách umožní provoz ve dvou pruzích v každém směru jízdy, tzn. minimální omezení prostupnosti dálnice v případě její následné opravy; 	<ul style="list-style-type: none"> - nutnost realizace většího rozsahu protierozních a stabilizačních opatření oproti tomu, kdy by se mohlo zvolit provedení vyvolaných úprav zemních těles standardními postupy; - nedostatečně řešeny navazující odvodňovací systémy;

<ul style="list-style-type: none"> - soulad s podmínkou investora ve věci vlastnických poměrů a realizace nových staveb; - soulad geologického průzkumu se skutečností; - uspokojení dlouhodobé veřejné poptávky po zkvalitnění obrusné vrstvy vozovky; - po komplexním dokončení rekonstrukce zvýšení prostupnosti této strategické dopravní stavby a zajištění dopravní dostupnosti významných lokalit v ČR; - podpora zaměstnannosti v souvislosti s lepší dopravní obslužností; - financování z fondů EU; 	<ul style="list-style-type: none"> - lokalita s malým srážkovým úhrnem a současná nutnost kvalitního ozelenění nových svahů znamená vysoké riziko působení větrné a vodní eroze;
PŘÍLEŽITOSTI „Opportunities“	HROZBY „Threats“
<ul style="list-style-type: none"> - pozitivní vliv na zaměstnanost – usnadnění „cestování za prací“ v rozumném čase a bezpečně 	<ul style="list-style-type: none"> - zvolený způsob rekonstrukce a úpravy zemních těles nezaručuje dlouhodobou udržitelnost a kvalitu provedeného díla z hlediska udržení dlouhodobé stability a ochrany proti vodní a větrné erozi; - kontaminace spodních a povrchových vod v přílehlé obci a povodí; - ohrožení zásobování obyvatel pitnou vodou v přílehlé obci;

Tabulka č. 5 SWOT analýza zkoumané oblasti (vlastní)

10. ZÁVĚR A DISKUZE

Hlavním předmětem této práce bylo zhodnotit a porovnat teoretické poznatky v problematice protierozních a stabilizačních opatření uměle vyhotovovaných či upravovaných svahů staveb s praktickou realizací vybrané stavby, která obsahuje hodnocená opatření protierozní ochrany svahů od samotného zadání po vybranou realizaci.

Na základě množství teoretických prací, metodických návodů, interních aktů řízení a technických listů resortních ministerstev a v neposlední řadě oborových norem, které na předmětné téma existují a z nichž některé jsou v této práci využity a citovány, lze jednoznačně konstatovat velmi kvalitní teoretickou základnu této problematiky.

Rovněž škála výrobků, které mimo přirozené prvky ochrany svahů dopravních staveb zajišťují jejich ochranu proti erozi a ztrátě stability je na současném trhu velmi široká.

Bohužel je však nutno konstatovat značný rozpor mezi teorií a současnou praxí alespoň v konkrétně popisovaném případě komplexní rekonstrukce D1, neboť jednoznačně převládá požadavek investora stavby na realizaci takových tvarů a sklonů zemních těles, které vyhoví dvěma základním limitním faktorům – provést poměrně zásadní rozšíření stávající vozovky a současně nezasáhnout novou stavbou zemního tělesa pozemky sousedních vlastníků. Uvedený požadavek, alespoň ve sledovaném úseku rekonstrukce, nemůže prakticky splnit žádný ze základních principů na tvarování a nenásilné utváření terénu s celkově mírnějšími spády, které přirozeně lépe odolávají erozi a v rámci zvolených přirozených sklonů svahů jsou trvanlivější i z hlediska své stability.

Rovněž lze oprávněně předpokládat sníženou odolnost takto tvarovaných svahů (zejména jejich zestržení) proti vodní a větrné erozi, neboť takovýmto provedením se jednoznačně snížila plocha pro příjem závlahy z vodních srážek a současně byl vytvořen předpoklad pro její rychlý povrchový odtok. (JANEČEK, 1998)

Oponent tohoto názoru by mohl konstatovat, že v době vydání citovaných prací (začátek 60. a 70. let minulého tisíciletí) nebyly k dispozici nyní dostupné materiály, které se používají na aktuálně realizované rekonstrukci D1, a které umožňují realizovat navrhované tvary a sklony zemních těles než je tomu v případě klasických postupů, jež by více respektovaly přirozené vlastnosti materiálů použitých nebo existujících v místě stavby použité pro úpravy stávajících zemních těles.

Na uvedené provedení protierozních a stabilizačních úprav zvolené zkoumané oblasti dá správnou odpověď čas, který je nutno oběma názorům poskytnout. I přesto je již nyní možno uvést:

- Zvolený systém úpravy zemních těles umožňuje poměrně rychlou realizaci rekonstrukce.
- Není nutno řešit financování výkupů nových pozemků či zajištění smluvních vztahů nových záborů.
- Je třeba využít poměrně nákladné stavební prvky a postupy, které eliminují působení eroze a ztrátu stability svahů.
- Nikde nebyla dohledána diskuze k faktoru udržitelnosti a trvanlivosti takto provedeného díla z hlediska ztíženého ozelenění a omezené přirozené závlahy strmých svahů, následné údržby, estetiky, začlenění do okolní krajiny apod.
- Ve většině případů budou nově provedené úpravy zemních těles zejména v násypu tvořit nejvíce exponovanou část, na kterou bude přenášeno zvýšené zatížení kamionovou dopravou, která se převážně odehrává v okrajových jízdnicích pruzích dálniční komunikace. Kromě jiného bude toto významným prvkem, který prověří správnost zvoleného postupu.

Na základě zjištěného potenciálu teoretických podkladů, které jsou k dispozici na dané téma, a faktického způsobu provedení konkrétně sledovaných úseků rekonstrukce lze konstatovat, že zde nebyly zcela využity veškeré teoretické možnosti směřující k realizaci díla s dlouhodobou udržitelností a odolností proti ztrátě stability zvodněním nových částí násypů a povrchovou erozí formou přirozených postupů, které by akceptovaly danou lokalitu z hlediska místních podmínek. Těžiště eliminace těchto hrozeb bylo zaměřeno především na technické provedení stavby, kdy však nelze oprávněně předpokládat, že popisovaná rizika budou tímto způsobem dostatečně eliminována.

11. PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ

Tuzemské

- BLAŽKOVÁ, M. 1996: *Geologie životního prostředí*, VŠB, Phare, Ostrava;
- BASLÍK, R. 2000: *Navrhování trvalých vyztužených horninových konstrukcí podle připravované evropské normy*;
- BENDA, J., LIDMILA, M. 2007: *Ochrana svahů před povrchovou erozí pomocí buněčného zpevňovacího systému GEOWEB*, GEOTECHNIKA, 36-38 s.;
- BLÁHA, P. 1999: *Nástin optimálního postupu při geofyzikálním průzkumu svahových deformací*, Praha;
- BLAHŮT, J. 2011: *Řízení rizik svahových deformací = Landslide risk management*, GEOTECHNIKA, ročník 14/1-2, 3-10 s.;
- BRABENEC, P. 2007: *Protierozní ochrana strmých svahů, dálnice D11*, Praha - Hradec Králové, Geotechnika, 41 – 42 s.;
- CABLÍK, J., JŮVA, K. 1963: *Protierozní ochrana půdy*, Praha;
- ČHMÚ, 2007: *Atlas podnebí Česka*, Univerzita Palackého Oomouc;
- DIRNER, V. a kol. 2007: *Ochrana životního prostředí – Základy, plánování, technologie, ekonomika, právo a management*. Ministerstvo životního prostředí ČR a VŠB – Technická univerzita Ostrava, 333 s., ISBN 80-7078-490-3;
- DOSTÁL, T., VÁŠKA, J., VRÁNA, K., KLIK, A. 1996: *Vodní eroze*, Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství, Fakulty stavební, ČVUT Praha;
- DUŠEK, K., 1973: *Tvorba a ochrana krajiny při výstavbě silnic*, UVTEI, 24 – 25 s.;
- HOLÝ M., 1978: *Protierozní ochrana*, vydavatelství SNTL – Nakladatelství technické literatury, Bratislava, 283 s.;
- HOLÝ, M. 1994: *Eroze a životní prostředí*, Vydavatelství ČVUT Praha;
- HUBÍK, P. 2007: *Realizace konstrukcí z vyztužené zeminy v České republice*, Geotechnika, 20 – 26 s.;
- JANEČEK, M., PASÁK V., TIPPL M., PIVCOVÁ J., VÁŠKA J. et. TOMAN F., 1998: *Nové směry v protierozní ochraně půdy: (studijní zpráva) – New trends in soil erosion control: (review)*. Praha: ÚZPI, ISBN 8086153932;
- JANEČEK, M. a kol. (1992): *Ochrana zemědělské půdy před erozí. Metodika pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe č 5/1992*, ÚVTIZ Praha;
- JANEČEK, M. a kol., 2005: *Ochrana zemědělské půdy před erozí*, ISV Praha;
- JANEČEK, M. a kol. 2008: *Základy erodologie*, Česká zemědělská univerzita v Praze, s. 2, ISBN 978-80-213-1842-7;

- JANEČEK, M. a kol. 2012: *Ochrana zemědělské půdy před erozí*, autorizovaná metodika FŽP ČZU;
- KADLEC, V., 2014: *Navrhování technických protierozních opatření*: Metodika 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 88 s.;
- KAUN, M., LEHOVEC F. 2000: *Pozemní komunikace 20*, ČVUT v Praze.
- KRAJČOVIČ, M., a kol. 1998: *Dopravní stavby I.*, VUT v Brně.
- KRAJČOVIČ, M., JÚZA, P. 1998: *Dopravní stavby I. – návody na cvičení*, VUTI-UM.
- KUČERA, V. 2009: *Architektura inženýrských staveb*, Praha, GRADA, ISBN 9788024725048;
- KVÍTEK, T. a kol., 2005: *Uplatnění alternativního managementu půdy a vody v krajině*, VUMOP Praha;
- MAREK, J. 2007: *Nový stavební zákon a geologie, nejen inženýrská*, GEOTECHNIKA, ročník č. 10, č. 2 (200706), 3-9 s.;
- MARKVART, J. 2000: *Principy udržitelného územního rozvoje*. Urbanismus a územní rozvoj, 5-9 s.;
- MD ČR, online zdroj TP53_05_6.pdf Technické kvalitativní podmínky staveb státních drah kapitola 5 ochrana zemního tělesa online na <http://www.pjpk.cz>;
- MD ČR, ODBOR SILNIČNÍ INFRASTRUKTURY, online zdroj: TP-76, TECHNICKÉ PODMÍNKY, GEOTECHNICKÝ PRŮZKUM PRO POZEMNÍ KOMUNIKACE, Část A – Zásady geotechnického průzkumu, Schváleno : MD-OSI č. j. 485/09-910-IPK/1 ze dne 17.6.2009 s účinností od 1. července 2009 se současným zrušením 2. znění TP schváleného MDS-OPK č. j. 21890/01-123 z 11.5.2001 Praha, červen 2009;
- MD ČR, ODBOR INFRASTRUKTURY, online zdroj: TP-97, Geosystematika v zemním tělese pozemních komunikací, Schváleno: MD – OI č. j.1003/08-910-IPK/1 ze dne 21. 11. 2008 s účinností od 1. prosince 2008;
- MD ČR, ODBOR POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ, online zdroj TP-99, Vysazování a ošetřování silniční vegetace, Schváleno: MD – OPK čj. 571/04-120-RS/1 ze dne 17. prosince. 2004 s účinností od 1. ledna 2005, ASPK, online zdroj http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_99_1.pdf;
- MŠMT, 2009, Fakulta strojní, Fakulta strojní, VŠB-TU, INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ Realizační skupina, Seidler, T., Hybner, R., Radimský, M., ISBN 978-80-7204-715-4 (online), dostupný na <http://projekt150.ha-vel.cz/node/161>;
- NOVÁK P., VOPRAVIL J., 2008: *Degradační vývoj půd*. Agromagazín, roč. 9, č. 1, 28 až 31 s.;

- NOVOTNÝ, I. a kol., 2014: *Příručka ochrany proti vodní erozi*, Ministerstvo zemědělství, ISBN 978-80-87361-33-7;
- PASÁK, V., 1970: *Větrná eroze půdy*, VÚMOP, v. v. i., Praha;
- PASÁK, V. a kol., 1984: *Ochrana půdy před erozí*, Praha;
- PASEKA, A., a kol., 2014: *Svahové pohyby – Příklady řešení stability svahů*. Vydání 1. Brno: Litera Brno;
- PODHRÁZSKÁ, J., DUFKOVÁ, J. 2005: *Protierozní ochrana půdy*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 95 s., ISBN 80-7157-856-8;
- PODHRÁZSKÁ, J. a kol., 2006: *Projektování pozemkových úprav*, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 52 – 121 s.;
- ROSENDORF P., VLČKOVÁ V a kol., 2006: *Zřízení registru chráněných území včetně mapové dokumentace obsahu registru*. Souhrnná závěrečná zpráva za období 2003 – 2006, VaV/650/2/03, VÚV T. G. M a AOPK ČR, Praha;
- SKLENIČKA, P., MIMRA, M., 1998: *Krajinný ráz – několik námětů pro jeho vymezení a ochranu*. In: Sklenička, P., Zasadil, P. (Eds.) *Krajinný ráz, způsoby jeho hodnocení a ochrany*. ČZU, Praha;
- SMĚRNÝ VODOHOSPODÁŘSKÝ PLÁN ČSR, II – Povodí Vltavy, 1976;
- SKLENIČKA, P. 2003: *Základy krajinného plánování*, ISBN 80-903206-1-9;
- STANEK, J., KOŘÍNEK, R., 1991: *Hornická mechanika zemin – stabilita svahů*, Ostrava, VŠB, 236 s.;
- Statistická ročenka České republiky 2007, Český statistický úřad, 2007;
- ŠARAPATKA, B., URBAN, J. a kol., 2006: *Ekologické zemědělství v praxi*, ISBN 978-80-903583-0-0;
- ŠIMEK, J., JESENÁK, J., EICHLER, J., VANÍČEK, I., 1990: *Mechanika zemin*, Praha, SNTL, 388 s.;
- ŠVEHLÍK, R., 1985: *Zabraňujeme škodám*, vydavatelství Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 75 s.;
- ŘEJHA, M. 2007: *Protierozní ochrana zemních těles a svahů*, Geotechnika, 38 – 40 s.;

- ŘIČICA, J. 2014: *Současné problémy geotechniky a zakládání staveb – ve světě i v ČR*, časopis Stavebnictví 10/14, 50 – 51 s.;
- TKANÝ, Z. 1966: *Technika průzkumných prací*, ES VUT, Brno;
- TOMAN, F., 1996: *Protierozní ochrana půdy – cvičení*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Brno, 76 s., ISBN 80-7157-220-9;
- VANÍČEK, I. 1996: *Mechanika zemin*. Vydání 3 přeprac. Praha: ČVUT, ISBN 80-01-01437-1;
- VOPRAVIL, J., 2009: *Půda a její hodnocení v ČR*, VÚMOP, v. v. i., Praha;
- VRÁNA, K., DOSTÁL, T., ZUNA, J., KENDER, J. 1998: *Krajinné inženýrství*, ČKAIT Praha;
- WEIGLOVÁ, K., 2007: *Mechanika zemin*, vydání 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, ISBN 978-80-7204-507-5;
- ZÁRUBA, Q., MENCL, V. 1974: *Inženýrská geologie*, Academia, Praha, 511 s.;
- ZÁRUBA, Q., MENCL, V. 1987: *Sesuvy a zabezpečování svahů* Záruba, Q., Mencl, V. (1982). Landslides and their control 2. complet. rev. ed. Praha: Academia. 2. přeprac. a dopln. vyd. Praha: Academia.

Zahraniční

- BILČÍK, J. 1996: *Sanácia betónových konštrukcií*, Bratislava, Jaga, ISBN 8096709577;
- CAPPER, L., CASSIE, F. 1976: *The mechanics of engeneering soils*, E. F. N. SPON Ltd, London;
- CROWE, S., 1960: *The landscape of roads*, London, The Architectural Press, 136 s.;
- FORMAN T. T., GODRON, M. 1993: *Krajinná ekologie*, 127 s., Praha, ISBN 80-200-0464-5;
- HUANG, C., Gascuel-Oudoux, C., Cros-Cayot, S., 2001: Hillslope topographic and hydrologic effects on overland flow and erosion. *Catena* 46: 177-188 s.;
- CHENG, Y. M., & LAU, C. K., 2008: *Slope stability analysis and stabilization: New methods and insight* 1st pub. Abingdon: Routledge, 241 s., ISBN 0415421721;
- JANBU, N., 1973. Slope Stability Computations. Embankment Dam Engineering - Casagrande Volume, R. C. Hirschfeld and S. J. Poulos, eds., John Wiley and Sons, New York, pp 47-86.;
- LANCELLOTTA, R. 1995: *Geotechnical engineering* Rotterdam: A. A. Balkema, ISBN 9054101784;
- LEE, E. M., & JONES, D. K. C. 2004: *Landslide risk assessment* London: Telford, 454 s., ISBN 0727731718;
- McKYES, E. 1989: *Agricultural engineering soil mechanics* Amsterdam: Elsevier, ISBN 0444880801;
- NORRIS, Joanne E., Alexia STOKES, Slobodan B. MICKOVSKI, Erik CAMMERAAT, Rens van BEEK, bruce C. NICOLL a Alexis ACHIM. *Slope stability and erosion control: ecotechnological solutions*. Dordrecht: Springer, 2008. ISBN 9781402066757;
- RYBÁRSKY, I., ŠVEHLA, F., GEISSÉ, E., 1991: *Pozemkové úpravy*, 221 s., Vydavateľstvo Alfa, Bratislava, ISBN 80-05-00873-2;
- TURČEK, P. 1996: *Geotechnické problémy při zakladaní stavieb*, Vydavateľstvo Jaga, Bratislava;

- WERNER, E. D., FRIEDMAN, H. P., 2010: *Landslides: causes, types and effects*, Nova Science Publishers, New York, 404 s.;
- WISCHMEIER, W. H., SMITH, D. D., 1978: *Predicting Rainfall Erosion Losses*. USDA, Washington DC.;
- ZACHAR, D. 1970: *Erózia pôdy*. SAV, Bratislava.

Legislativa

- Zákon č. 114/92 Sb. o ochraně přírody a krajiny, v platném znění;
- Zákon č. 139/2002 Sb. o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů;
- Zákon č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů;
- Zákon č. 545/2002 Sb., o postupu provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu;
- Zákon č. 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích, v platném znění;
- Vyhláška č. 369/2004 Sb. o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek;
- Zákon č. 62/1988 Sb. o geologických pracích;
- Zákon č. 416/2009 Sb., o urychlení výstavby dopravní, vodní a energetické infrastruktury v platném znění;
- ČSN 73 6133 Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací online na <http://www.technickenormy.cz>;
- ČSN 731001 Zakládání staveb. Základová půda pod plošnými základy
- ČSN 73 6244 Přečhody mostů pozemních komunikací
- ČSN 73 3050 Určení kategorie hornin;
- ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic;
- ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací;
- ČSN 73 6850 Sypané přehradní hráze;

12. PŘEHLED ZDROJŮ OBRAZOVÉ DOKUMENTACE

- Obrázek č. 1: URL 1: online zdroj <http://eroze.sweb.cz/odkazy.htm>
- Obrázek č. 2: URL 2: online zdroj <http://eroze.sweb.cz/odkazy.htm>
- Obrázek č. 3: URL 3: online zdroj <http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/kontroly-podminenosti-cross-compliance/aktuality/prirucka-ochrany-proti-vodni-erozi.html>
- Obrázek č. 4: URL 4: online zdroj <http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/kontroly-podminenosti-cross-compliance/aktuality/prirucka-ochrany-proti-vodni-erozi.html>
- Obrázek č. 5: URL 5: online zdroj <http://eroze.sweb.cz/odkazy.htm>
- Obrázek č. 6: URL 6: online zdroj <http://eroze.sweb.cz/odkazy.htm>
- Obrázek č. 7: URL 7: HUANG, C., GASCUEL-ODOUX, C., CROS-CAYOT, S., 2001: Hillslope topographic and hydrologic effects on overland flow and erosion. Catena 46: 177-188
- Obrázek č. 8: URL 8: online zdroj <http://projekt150.ha-vel.cz/node/63>
- Obrázek č. 9: URL 9: online zdroj <http://projekt150.ha-vel.cz/node/63>
- Obrázek č. 10: URL 10: online zdroj <http://projekt150.ha-vel.cz/node/63>
- Obrázek č. 11: URL 11: online zdroj <http://www.pjpk.cz>
- Obrázek č. 12: URL 12: online zdroj <http://www.pjpk.cz>
- Obrázek č. 13: URL 13: online zdroj <http://www.pjpk.cz>
- Obrázek č. 14: URL 14: online zdroj <http://www.pjpk.cz>
- Obrázek č. 15: URL 15: online zdroj <http://www.pjpk.cz>
- Obrázek č. 16: URL 16: online zdroj www.novad1.cz
- Obrázek č. 17: URL 17: online zdroj www.novad1.cz
- Obrázek č. 18: URL 18: online zdroj www.novad1.cz
- Obrázek č. 19: URL 19: projektová dokumentace fy. Metrostav, a.s.
- Obrázek č. 20: URL 20: online zdroj <http://nahlizenidokn.cuzk.cz/>
- Obrázek č. 21: URL 22: online zdroj <http://limitypudy.vumop.cz/?core=app>
- Obrázek č. 22: URL 21: online zdroj <http://www.dibavod.cz/69/mapovy-portal-voda-v-krajine.html>
- Obrázek č. 23: URL 23: online zdroj <http://portal.chmi.cz>

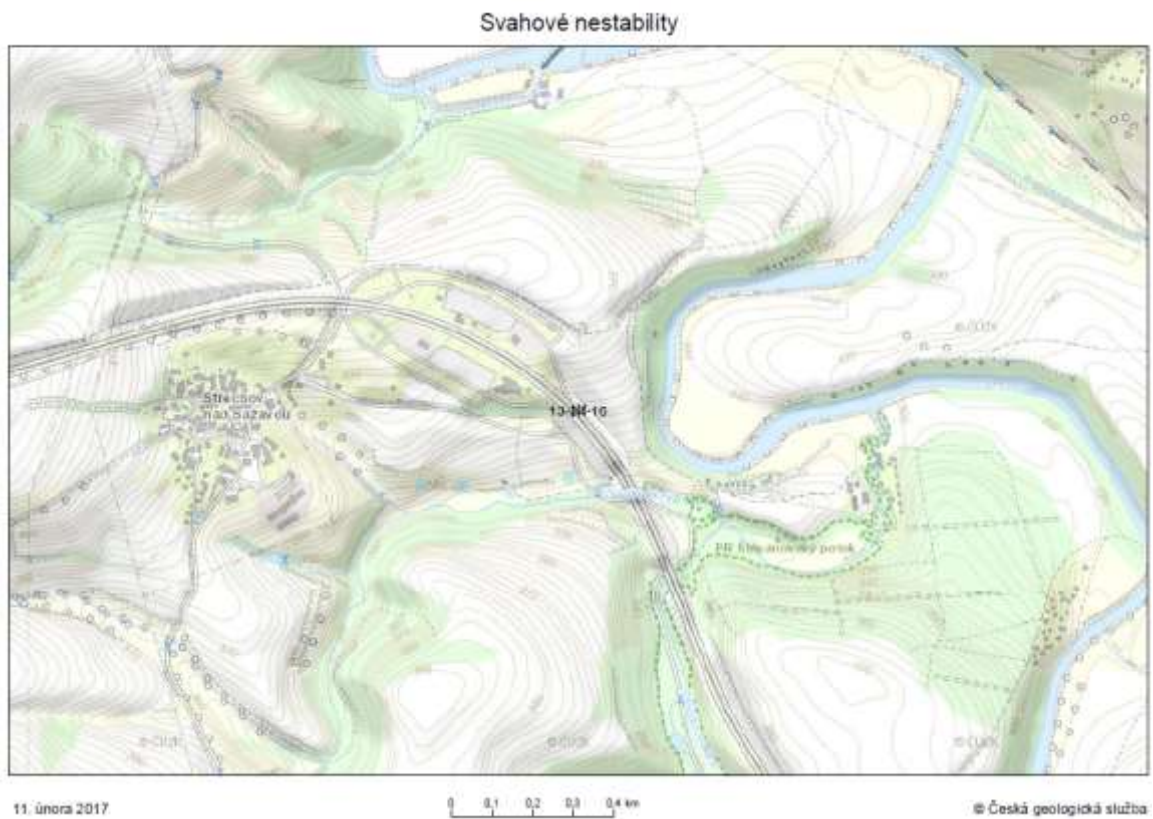
- Obrázek č. 24: URL 24: WEIGLOVÁ, K., 2007: *Mechanika zemin*, vydání 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, ISBN 978-80-7204-507-5;
- Obrázek č. 25: URL 25: VANÍČEK, I. 1996: *Mechanika zemin*. Vydání 3 přeprac. Praha: ČVUT, ISBN 80-01-01437-1;
- Obrázek č. 26: URL 26: online zdroj <http://www.fine.cz/napoveda/geo5/cs/janbu-01/>
- Obrázek č. 27: URL 27: online zdroj <http://www.fine.cz/geotechnicky-software/>
- Obrázek č. 28: URL 28: online zdroj <http://www.fine.cz/geotechnicky-software/>
- Obrázek č. 29: URL 29: online zdroj <http://www.fine.cz/geotechnicky-software/>

Tabulky

- Tabulka č. 1: ZACHAR, D. 1970: *Erózia pôdy*. SAV, Bratislava
- Tabulka č. 2: online zdroj <http://www.pjpk.cz/>
- Tabulka č. 3: online zdroj <http://nahlizenidokn.cuzk.cz/>
- Tabulka č. 4: online zdroj <http://fast10.vsb.cz/korinek/MHZ>
- Tabulka č. 5: vlastní provedení

13. PŘÍLOHY

Příloha č. 1 Svahové nestability experimentální plochy (zdroj online: <http://www.geology.cz>)



Legenda:

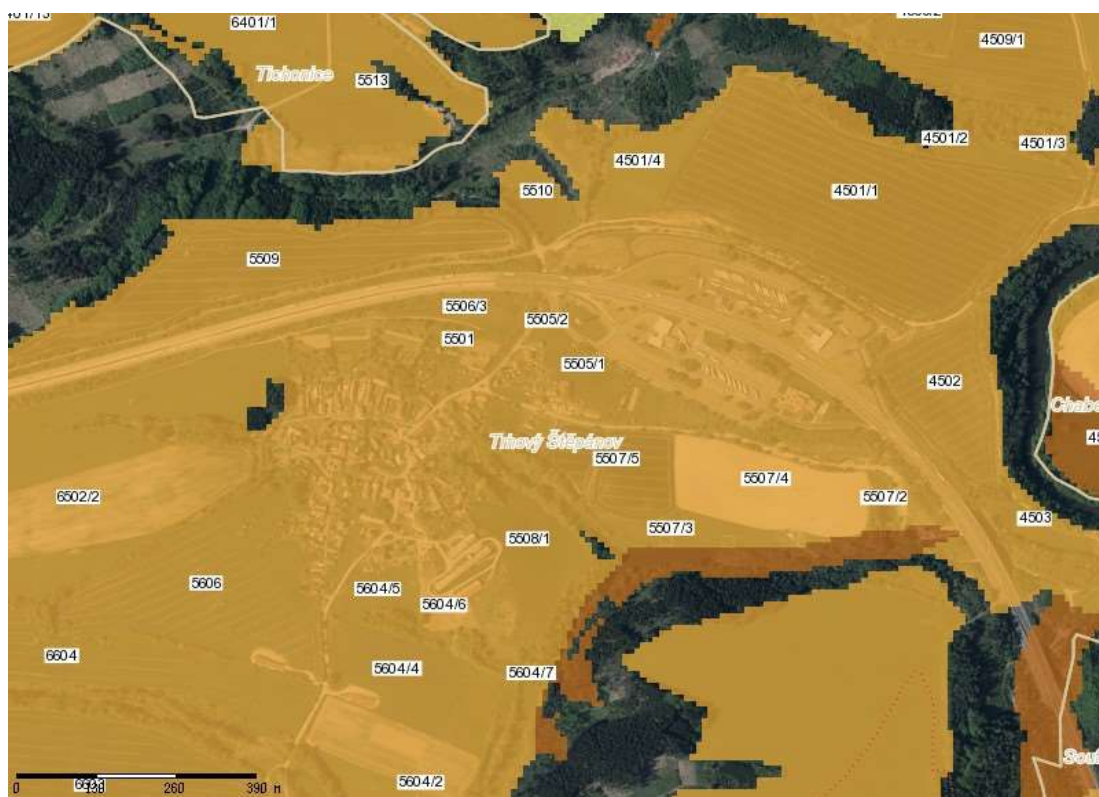
Legenda k tiskovému výstupu mapové aplikace Geologická mapa 1 : 25 000. Česká geologická služba 15.3.2017 21:41

Inženýrsko-geologické rajony

Inženýrskogeologické rajony 1:50 000

- Rajon náplavů nížinných toků včetně fluvioakustrinních sedimentů
- Rajon deluviálních (svahových) kamenitých až blokovitých sedimentů
- Rajon pleistocénních říčních sedimentů (terasy)
- Rajon deluviálních (svahových) a deluviofluviálních (splachových) sedimentů
- Rajon vysoko metamorfovaných (izotropních) hornin

Příloha č. 2 Půdní bloky experimentální plochy (faktor G)
(online zdroj: <http://eagri.cz/public/web/mze/farmar/LPIS/>)



Obce **Trhový Štěpánov**, Katastrální území **Střechov nad Sázavou**

∟ Hranice obce

Půdní bloky

✓ PB/DPB

Faktor G_p

■ 10 t·ha⁻¹·rok⁻¹

■ 4 t·ha⁻¹·rok⁻¹

■ 1 t·ha⁻¹·rok⁻¹

Příloha č. 3 Půdní bloky experimentální plochy (faktor K)
(online zdroj: <http://eagri.cz/public/web/mze/farmar/LPIS/>)



Obce Trhový Štěpánov, Katastrální území Střechov nad Sázavou

— Hranice obce

Půdní bloky

✓ PB/DPB

Faktor K

■ nenáchylné půdy

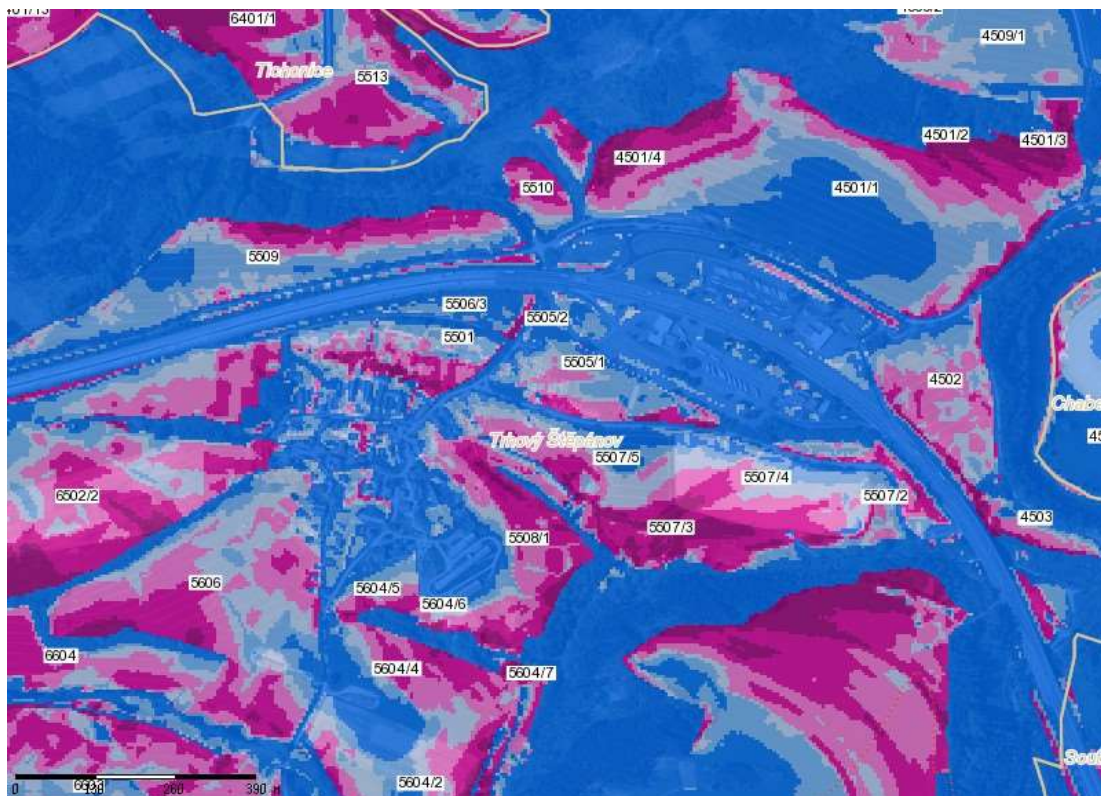
■ slabě náchylné půdy

■ středně náchylné půdy

■ silně náchylné půdy

■ nejnáchylnější půdy

Příloha č. 4 Půdní bloky experimentální plochy (faktor LS)
(online zdroj: <http://eagri.cz/public/web/mze/farmar/LPIS/>)









Obce **Trhový Štěpánov**, Katastrální území **Střechov nad Sázavou**

 Hranice obce




Půdní bloky

 PB/DPB

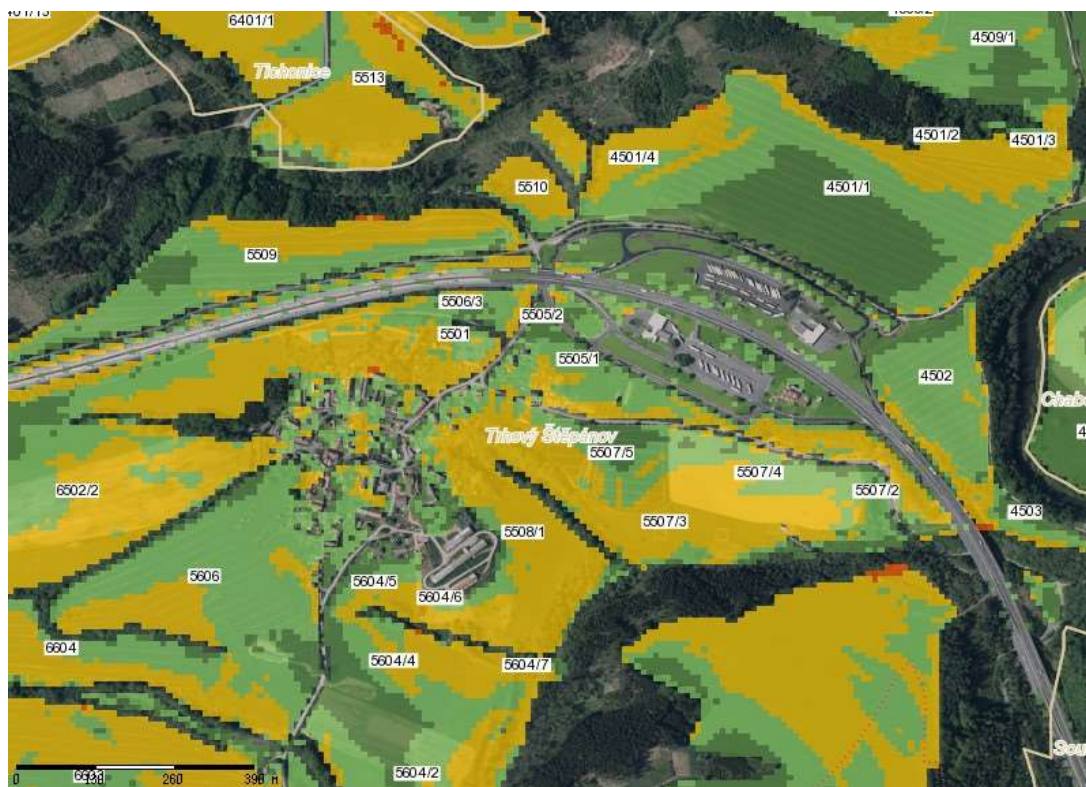
Faktor LS

-  terén bez ohrožení
-  terén náchylný
-  terén mírně ohrožený
-  terén ohrožený
-  terén silně ohrožený
-  terén nejohroženější

Ohroženost půd vodní erozí

-  Erozně neohrožené půdy
-  Mírně erozně ohrožené půdy
-  Silně erozně ohrožené půdy

Příloha č. 5 Půdní bloky experimentální plochy (faktor C_p)
 (online zdroj: <http://eagri.cz/public/web/mze/farmar/LPIS/>)



Obce Trhový Štěpánov, Katastrální území Střechov nad Sázavou

∩ Hranice obce

Půdní bloky

✓ PB/DPB

Faktor C_p

- nad 0,6 (bez omezení)
- 0,2-0,6 (s půdoochr. technologiemi)
- 0,02-0,2 (bez širokořád. kultur)
- 0,005-0,02 (jetel, vojtěška)
- do 0,005 (TTP)

Příloha č. 6 Snímek katastrální mapy experimentální plochy
(online zdroj: <http://nahlizenidokn.cuzk.cz>)



A) OBECNÉ ÚDAJE

Objekt :	NÁSYV V KM 51,930, SMĚR PRAHA	Pasport č. :	B 6
Morfologie terénu :	Dálnice je vedena na násypu u pražské opěry mostu D1-054. Povrch terénu zde mírně klesá směrem k severu až severovýchodu. Násyp je zde mírně asymetrický - výška násypu je větší ve směru na Prahu než ve směru na Bmo. Podloží násypu se svažuje severovýchodním směrem.		
Průzkumné sondy :	IG vrt : J51,92 (provedený z povrchu dálnice skrz násyp) dynamická penetrace DP51,92 (provedená z horního okraje násypu, skrz násyp)		
Geotechnický profil	Geotechnický profil – příloha B 6.2		

B) PSANÝ GEOTECHNICKÝ PROFIL

- viz geotechnický profil v příloze		
Násyp :	- konstrukční vrstva vozovky je svrchu tvořená asfaltovým povrchem, v podloží pak do hloubky 1,1 m betonem (patrně sanačním) nebo cementovou stabilizací. V podloží betonu pak byla v násypu až do hloubky 5,0 m zastížena hlína písčitá (F3 MSY) pevné konzistence s proměnlivým obsahem úlomků ruly.	
Kvartér :	- je v okolí násypu tvořen deluviálními sedimenty, z podloží násypu v místě přechodové oblasti u pražské opěry byl zřejmě odstraněn.	
Předkvartémí podklad :	- je budován metamorfovanými horninami oblasti moldanubika, metamorfity jsou zde zastoupené biotitickými a sillimanit-biotitickými pararulami. - pararuly jsou svrchu (v podloží násypu) silně zvětralé rezavohnědé barvy, silně zvětralé pararuly zasahují až více než 10,0 m pod bázi násypu	
Zeminy násypu (bez konstrukce vozovky) a horniny v podloží násypu byly dle svých geotechnických vlastností rozděleny do jednotlivých G typů		
G typ	Charakteristika vrstvy	úroveň
I	Zeminy násypu zastoupené písčitými hlínami (F3 MSY) s proměnlivým obsahem úlomků ruly pevné konzistence. Zeminy mají dle popisu vrt. jádra a laboratorního rozboru pevnou konzistenci. Dle penetračních odporů (DP51,92) mají zeminy tuhou až pevnou konzistenci.	1,1-5,0 m
P2	Pararuly silně zvětralé rezavohnědé, vrtáním rozpojené na úlomky a vrtnou hrubě písčitou drť, pevností odpovídající horninám třídy R5 (dle ČSN 73 6133).	<i>mocnost</i> > 10,0 m
Pozn. : Ze zemin G typu I byl odebrány 2 vzorky zeminy		

C) ZEMNÍ TĚLESO

Základní údaje o silničním tělese : jedná se o rekonstrukci a rozšíření vozovky dálnice v koruně násypu v přechodové oblasti pražské opěry mostu D1-054 (vysokém cca 5 m), podloží násypu bylo pravděpodobně při stavbě stupňovitě upraveno (vzhledem ke sklonu původního terénu). Kvartémí povrch byl pravděpodobně z podloží násypu odstraněn.		
Složení:	0,0-1,1 m	konstrukce vozovky (asfaltový kryt a betonový podklad)
	1,1-5,0 m	násyp (písčitohlinitá zemina)
	od 5,0 m	podloží násypu - tvořené silně zvětralou pararulou třídy R5

D) GEOTECHNICKÁ CHARAKTERISTIKA ZEMIN V NÁSYPU A HORNIN V PODLOŽÍ NÁSYPU

Geotechnický typ	Třída / symbol	Objemová tíha γ [kN.m ⁻³]	Relativní hutnost I_D	Stupeň konzistence I_c	E_{def} [MPa]	Poissonovo číslo ν	ϕ_{def} [°]	c_{def} [kPa]	ϕ_u [°]	c_u [kPa]	Těžitelnost ČSN 73 6133	Vrtatelnost pro piloty (VC 800-2)
	ČSN 73 6133											
I	F3 MSY	20,1	-	1,0	12	0,35	31	33	10	60	I	I.
P2	R5	22,5	-	-	100	0,25	30 ¹⁾	40 ¹⁾	-	-	I	II.

¹⁾ u hornin třídy R se jedná o tzv. zdánlivé hodnoty smykové pevnosti - hodnoty jsou odhadnuty
písmenem Y za symbolem zeminy jsou označeny zeminy navážek násypu

E) TECHNICKÁ OPATŘENÍ

<p><u>Rekonstrukce vozovky :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - po odkrytí konstrukčních vrstev vozovky lze v zemní pláni očekávat zeminy G typu I - hlíny písčité (F3 MSY). Tyto zeminy jsou dle ČSN 73 6133 podmíněčně vhodné do aktivní zóny, jsou nebezpečně namrzavé. Lze očekávat, že u okraje násypu nebudou dostatečně zhutněné. - při rozšíření tak bude nutné počítat buď s výměnou těchto zemin (v celé mocnosti aktivní zóny t.j. 0,5 m) za vhodnou hrubozrnnou nenamrzavou zeminu nebo zlepšit jejich únosnost přidáním cementového pojiva (např. Doroport) v tloušťce 0,5 m, v množství nejméně 35 kg/m². Úprava zemní pláně směsným pojivem bude muset probíhat v pásu o šířce min 4 m, tak aby se zde mohl bezpečně pohybovat těžký válec, dávkovač a fréza - vrstvu zemin v rozšiřované části bude nutné dostatečně zavázat (napojit do tělesa stávajícího násypu) - svah násypu bude po rozšíření vozovky nutné opět ohumusovat (vrstvou o tloušťce alespoň 0,25 m) tak, aby nemohlo docházet k erozi svahu
<p><u>Ostatní :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - z tělesa dálnice budou těženy zeminy I. třídy těžitelnosti (dle ČSN 73 6133) - viz geotechnický profil (kromě asfaltového a betonového krytu - III. třída těžitelnosti) - při provádění zemních prací bude nutný geotechnický dozor - zemní pláň bude nutné chránit před znehodnocením - v případě, provádění nového přechodového klínu v přechodové oblasti bude nutné jednotlivé vrstvy hutnit na předepsanou míru zhutnění a provádět zde kontrolní zkoušky dle (ČSN 73 6244)

Geotec GS®		Geologická dokumentace kopané sondy		
Sonda : KS5 – 50,100 úsek 6 - směr Brno násyp 8 m				
Souřadnice : Y = 707 240.37		X = 1 085 716.44	Z = —	
Dokumentoval / datum :		O. Proslavský / 25.4.2012		
Výšková úroveň horní hrany sondy:		v úrovni vozovky dálnice		
Vzdálenost od okraje vozovky :		těsně u okraje vozovky		
Hloubka [m]	Geologická dokumentace	ČSN 73 6133		
od - do		symbol	těžitelost	
0,00 - 0,10	Humózní vrstva - hlína, tuhá, hnědá, droplivá	O	I	
0,10 - 0,30	Navážka – štěrk frakce 1 – 2 cm, obsahu 90 %, hlinitá výplň	G2/GPY	I	
0,30 - 0,50	Navážka – písčité zemina zlepšená pojivem (stabilizace), pevná, béžově-šedá	S3Y	I	
0,50 - 0,80	Navážka – štěrk s příměsí jemnozrné zeminy, středně ulehý, úlomky velikosti 5 – 10 cm, průměrně 8 cm, obsahu 70 %, výplň písčité, slídnatá, navezená rula	G3/G-FY	I	
0,80 - 1,20	Navážka – písčité zemina zlepšená pojivem (stabilizace), velmi pevná, béžově-šedá, pro bagr dále neprostupná <i>- konstrukční vrstvy vozovky</i>	S3Y	I	
Hladina podzemní vody : nezastížena				
Pozn. : -				
Sonda : KS6 – 50,250 úsek 6 - směr Brno násyp 5 m				
Souřadnice : Y = 707 091.49		X = 1 085 738.82	Z = —	
Dokumentoval / datum :		O. Proslavský / 25.4.2012		
Výšková úroveň horní hrany sondy:		v úrovni vozovky dálnice		
Vzdálenost od okraje vozovky :		0,20 m od okraje vozovky		
Hloubka [m]	Geologická dokumentace	ČSN 73 6133		
od - do		symbol	těžitelost	
0,00 - 0,10	Humózní vrstva – dm s hlínou, tmavý, droplivý, se štěrkem	O	I	
0,10 - 0,30	Navážka – písek s příměsí jemnozrné zeminy, středně ulehý, světle hnědý, středně zrnitý	S3/S-FY	I	
0,30 - 0,60	Navážka – písčité zemina zlepšená pojivem (stabilizace), pevná, béžově-šedá <i>- konstrukční vrstvy vozovky</i>	S3Y	I	
0,60 - 1,60	Navážka – štěrk s příměsí jemnozrné zeminy, střední ulehý, světle béžově-hnědý, úlomky a kameny velikosti 4 - 30 cm (ojediněle 10 cm), obsahu 60 - 80 %, výplň písek s příměsí jemnozrné zeminy, slídnatý, nevezená zvětralá rula <i>- konstrukce násypu</i>	G3/G-FY	I	
Hladina podzemní vody : nezastížena				
Pozn. : -				
Název zakázky : D1 – modernizace III. etapy, rešerše			Zakázkové číslo : 2012 - 055	

D1 – úsek č.6, km 51,82 a 51,92 - Výpočet sedání přísypů (rozšíření násypového tělesa)

Vstupní data

Datum : 7.5.2015

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Omezení deformační zóny : pomocí strukturální pevnosti

Parametry zemín

Stav_násyp

Objemová tíha : $\gamma = 20.10 \text{ kN/m}^3$

Modul přetvárnosti : $E_{def} = 12.00 \text{ MPa}$

Poissonovo číslo : $\nu = 0.35$

Koef. strukturální pevnosti : $m = 0.20$

Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 20.10 \text{ kN/m}^3$

deluvium

Objemová tíha : $\gamma = 20.50 \text{ kN/m}^3$

Modul přetvárnosti : $E_{def} = 13.00 \text{ MPa}$

Poissonovo číslo : $\nu = 0.30$

Koef. strukturální pevnosti : $m = 0.30$

Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 20.50 \text{ kN/m}^3$

rula_R5

Objemová tíha : $\gamma = 22.50 \text{ kN/m}^3$

Modul přetvárnosti : $E_{def} = 85.00 \text{ MPa}$

Poissonovo číslo : $\nu = 0.25$

Koef. strukturální pevnosti : $m = 0.30$

Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 22.50 \text{ kN/m}^3$

Nový_přísyp

Objemová tíha : $\gamma = 19.00 \text{ kN/m}^3$

Modul přetvárnosti : $E_{def} = 50.00 \text{ MPa}$

Poissonovo číslo : $\nu = 0.30$

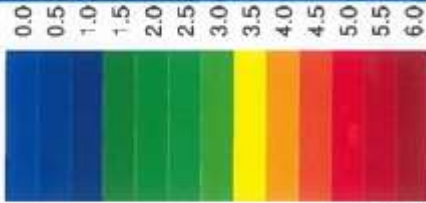
Koef. strukturální pevnosti : $m = 0.30$

Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19.00 \text{ kN/m}^3$

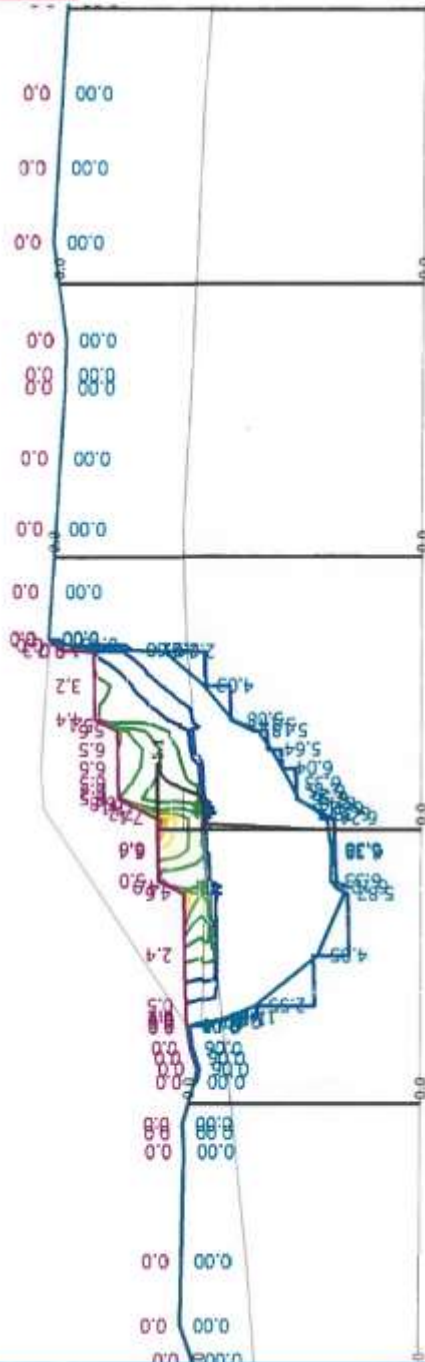
Km 51,82 - stlačení podloží proběhne v průběhu sypání-po 3 týdnech až měsíci je možné provádět konstrukční vrstvy

Název : Výpočet sedání přitíženého násypu - max. sednutí do 6 mm

Fáze : 2



Výsledky : celkové; veličina : Přetvoření; rozsah : <0.0; 6.0> mm/m

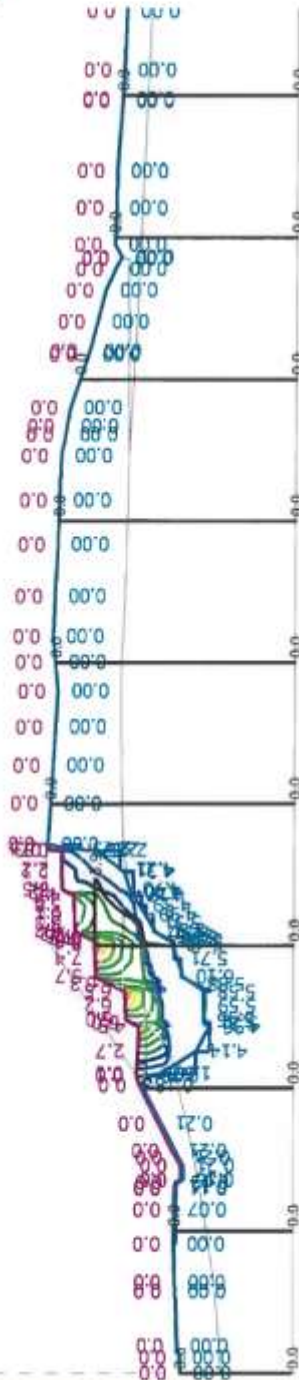


Km 51,92 - stlačení podloží proběhne v průběhu sypání-po 3 týdnech až měsíci je možné provádět konstrukční vrstvy

Název : Výpočet sedání přitíženého násypu - max. sednutí do 6 mm

Fáze : 2

0.0 0.4 0.8 1.2 1.6 2.0 2.4 2.8 3.2 3.6 4.0 4.4 4.8



D1- ÚSEK Č.6, km 51,82 - Výpočet stability svahu přísypu (rozšíření násypového tělesa)

Vstupní data

Projekt

Datum : 7.5.2015

Nastavení

Standardní - stupně bezpečnosti

Stabilitní výpočty

Výpočet zemětřesení : Standard

Metodika posouzení : stupně bezpečnosti

Parametry zemin

Stav_násyp

Objemová tíha :	γ = 20.10 kN/m ³
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef} = 31.00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef} = 33.00 kPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat} = 20.10 kN/m ³

deluvium

Objemová tíha :	γ = 20.50 kN/m ³
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef} = 30.00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef} = 29.00 kPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat} = 20.50 kN/m ³

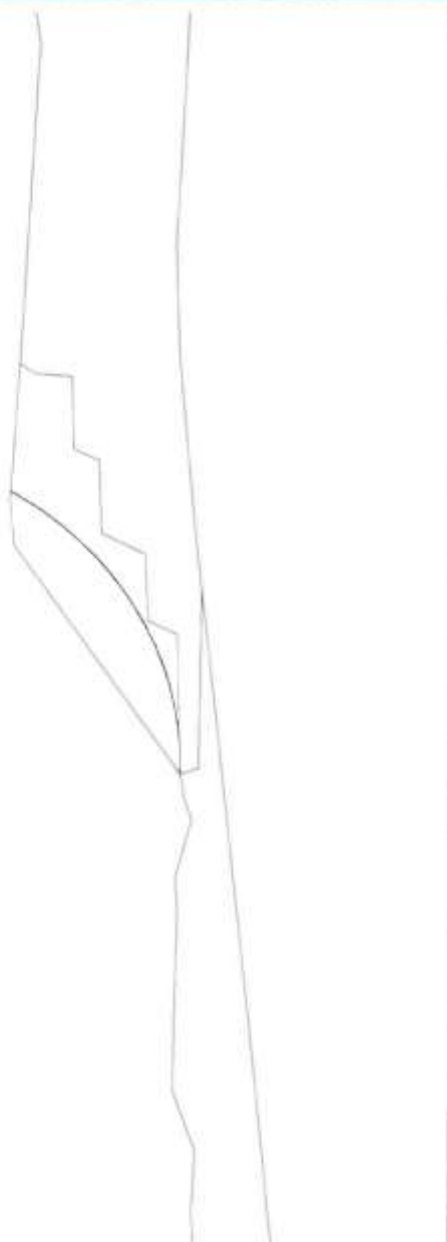
rula_R5

Objemová tíha :	γ = 22.50 kN/m ³
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef} = 30.00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef} = 35.00 kPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat} = 22.50 kN/m ³

Nový_přísyp

Objemová tíha :	γ = 19.00 kN/m ³
Napjatost :	efektivní
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef} = 30.00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef} = 8.00 kPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat} = 19.00 kN/m ³

D1 – úsek č.6, km 51,82
Posouzení stabilních poměrů přísypu
Konstrukce vyhovuje



Smyková plocha po optimalizaci.

Posouzení stability svahu (Bishop)

Sumace aktivních sil : $F_a = 138.01$ kN/m

Sumace pasivních sil : $F_p = 250.00$ kN/m

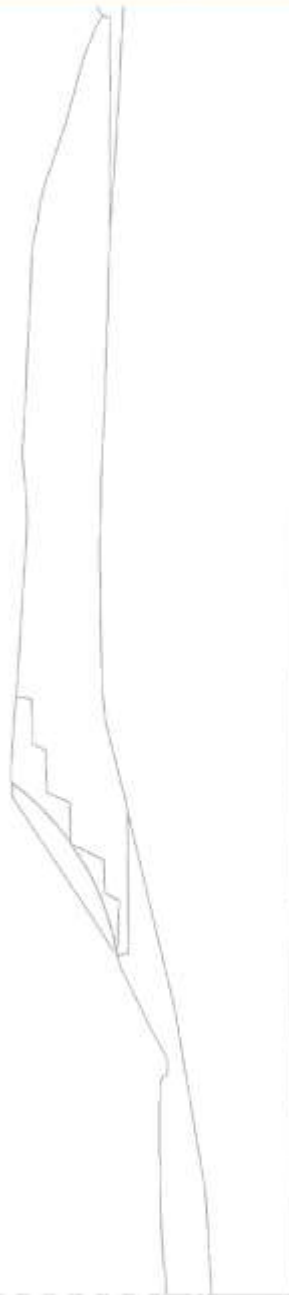
Moment sesouvající : $M_a = 1515.37$ kNm/m

Moment vzdorující : $M_p = 2745.02$ kNm/m

Stupeň bezpečnosti = $1.81 > 1.50$

Stabilita svahu VYHOVUJE

D1 – úsek č.6, km 51,92
Posouzení stabilních poměrů příspy
Konstrukce vyhovuje



Smyková plocha po optimalizaci.

Posouzení stability svahu (Bishop)

Sumace aktivních sil : $F_a = 123.32$ kN/m

Sumace pasivních sil : $F_p = 222.65$ kN/m

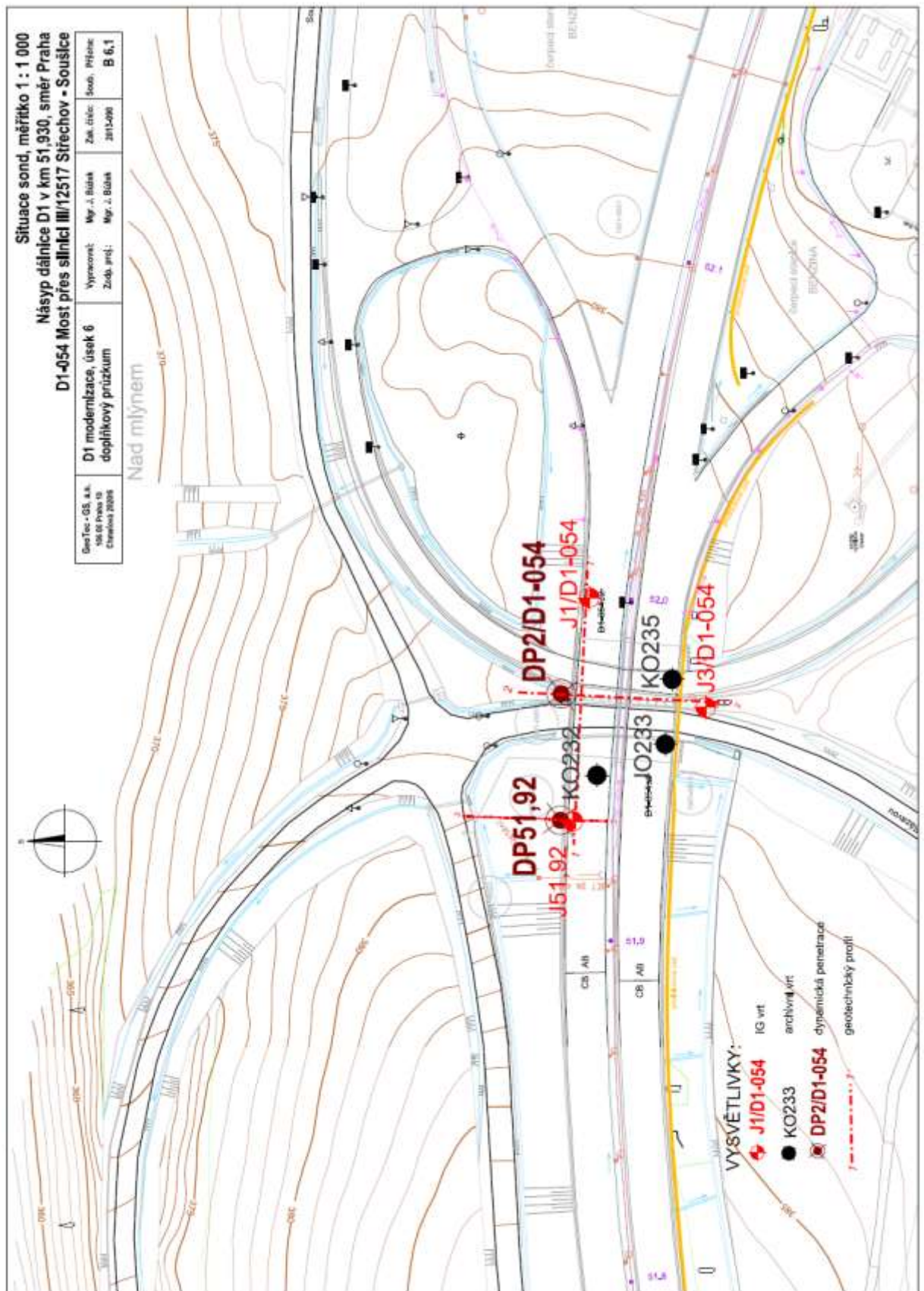
Moment sesouvající : $M_a = 2086.51$ kNm/m

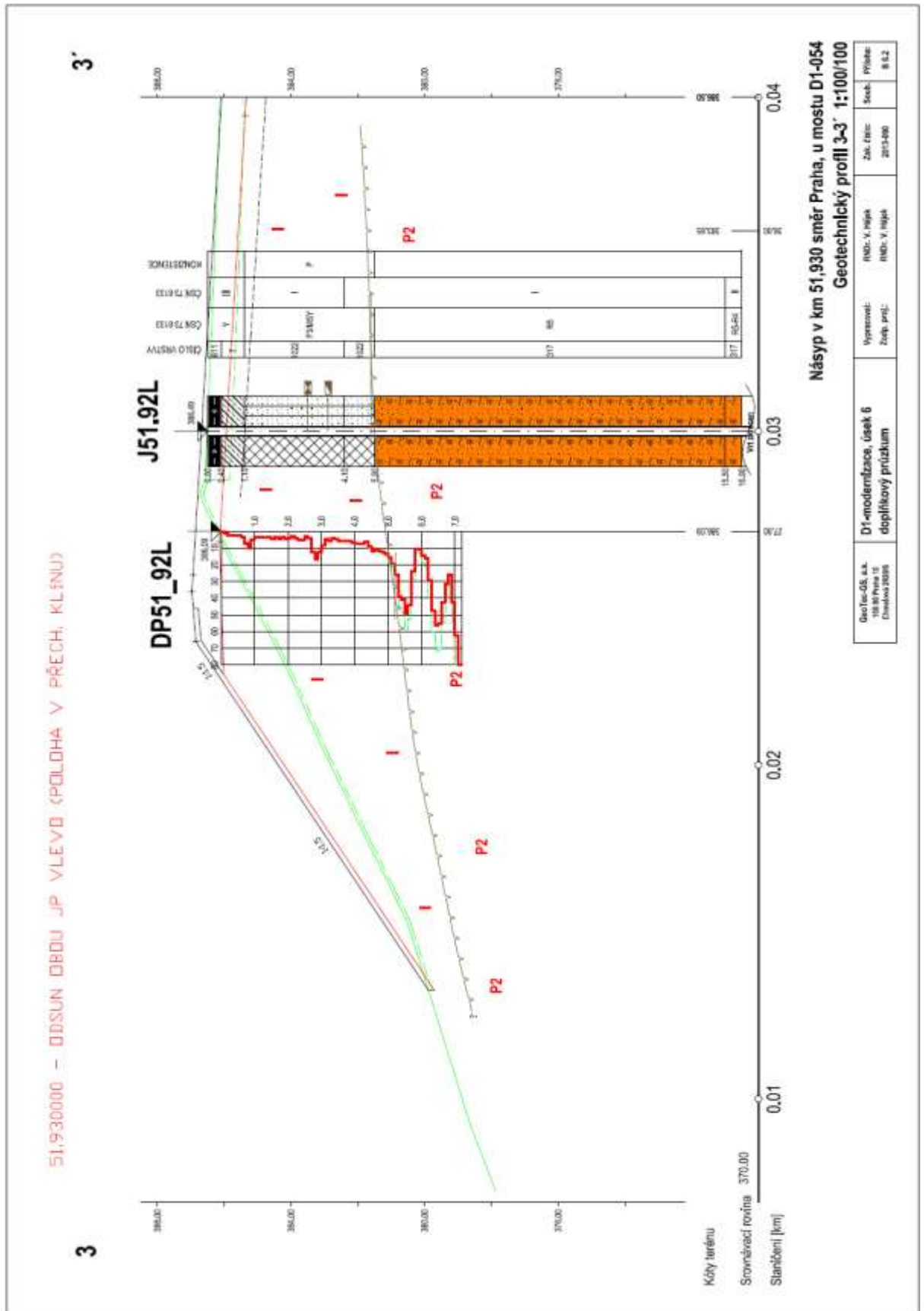
Moment vzdorující : $M_p = 3767.16$ kNm/m

Stupeň bezpečnosti = $1.81 > 1.50$

Stabilita svahu VYHOVUJE

Příloha č. 10 Situace geosond (zdroj: Metrostav, a.s.)





LEGENDA POUŽITÝCH ZNAČEK PRO VRSTVY A STRATIGRAFIE:

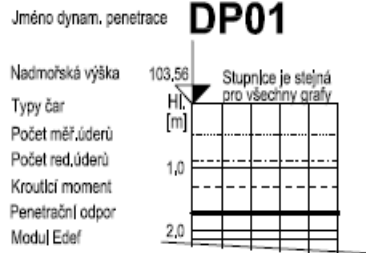
611		Vozovka s povrchem žvlčným
2		Humózní vrstva
7		Beton
22		Hlína písčtá
316		Rula zcela zvětralá
317		Rula slně zvětralá
318		Rula mlně zvětralá
322		Pararula slně zvětralá
		Antropozokum
		Kvartér Q
		Proterozokum A

Těžitel, dle TKP4 a ČSN 73 6133:

první třída	I
druhá třída	II
třetí třída	III

Konzistence:	Ulehlost:		
kašovitá	K	kypřá	KY
měkka	M	středně ulehlá	SU
tuhá	T	ulehlá	UL
pevná	P		
tvrdá	R		

DYNAMICKÁ PENETR. ZKOUŠKA:



HRANICE:

Rozhraní vrstev ověřené

Označení vrstev

Q, I, II, III

Předkvartérní podklad

SONDA NEBO VRT:

Jméno sondy

Nadmožská výška sondy

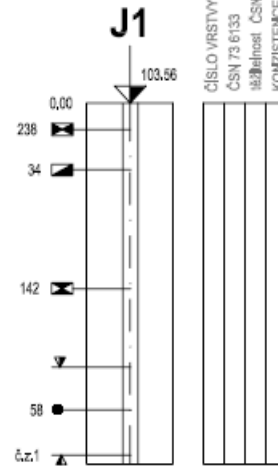
Vzorky:
 Neporušený vzorek zeminy s lab. číslem vzorku
 Porušený vzorek zeminy s lab. číslem vzorku

Skalní vzorek s lab. číslem vzorku

Hladna podzemní vody ustálená

Vzorek vody s lab. číslem vzorku

Hladna podzemní vody naražená s číslem zvodně



VYSVĚTLIVKY KE GEOTECHNICKÉMU PROFILU

GeoTec-GS, a.s. 106 00 Praha 10 Chmelová 2920/6	D1 modernizace, úsek 6 doplňkový průzkum	Vypracoval: Zodp. proj.:	RNDr. V. Hájek Mgr. Jan Bůžek	Zak. číslo: 2013-090	Soub.	Příloha: B 6.2.1
---	---	-----------------------------	----------------------------------	-------------------------	-------	---------------------

Příloha č. 13 Geologická dokumentace vrtu (zdroj: Metrostav, a.s.)

GeoTec-GS, a.s. 106 00 Praha 10, Chmelová 2920/6		GEOLOGICKÁ DOKUMENTACE VRTU		J51.92L	
Vrtmistr: Makovlčka		Hloubka sondy [m]: 22,00		Y= 705 434,55	
Typ soupravy: ADBS		Hladna podz. vody:		X= 1 085 472,92	
Datum provedení - od: 19.6.2013		naražená [m]: Hl.= 18,00, Z= 368,49		Z= 386,49	
- do: 19.6.2013		ustálená [m]:		Souř.systémy: JTSK / Balt	
od: [m]	do: [m]	vrtáno DN [mm]	od: [m]	do: [m]	paženo DN [mm]
				Okres: Katastr.území: Mapa 1:25000: 13-343	
			do		
			GEOLOGICKÝ POPIS ZEMIN A HORNIN		
			0.40 611: Vozovka s povrchem žvlčným,		
			1.10 7: Beton, stabilizovaná vrstva, konstrukce vozovky		
			4.10 1: Navázka, hlina písčtá se šterkem, šterk do 3 cm cca 20%, hnědá až hnědošedá, slídnatá ze zvětralln ruly, pevná, drovlvá		
			5.00 1: Navázka, hlina písčtá, šedohnědá slídnatá, charakteru úlomku které lze rozdrobit v ruce a hlíny písčtá pevné, drovlvé		
			15.50 317: Rula slně zvětralá, šedohnědá, vrtáním rozpojena na úlomky velikosti do 12 cm a vrtnou drť, úlomky lze lámat v ruce, podíl úlomků 60%		
			16.00 317: Rula slně zvětralá, šedohnědá, rozpojena na úlomky velikosti do 12 cm a vrtnou drť, maximální velikost 5 cm průměrně 2 cm, úlomky nelze rozlomít v ruce, slídnatá		
			17.50 318: Rula mírně zvětralá, šedá, slídnatá, vrtáním porušena na úlomky do 10 cm a drť, úlomky nelze lámat v ruce ale snadno rozloukat		
			19.50 317: Rula slně zvětralá, šedohnědá, vrtáním rozpojena na úlomky velikosti do 12 cm a vrtnou drť, úlomky lze lámat v ruce, podíl úlomků 60%		
			22.00 319: Rula navětralá, šedá, úlomky a drť, biotitická, úlomky do 7 cm cca 70%		
<p>Legenda: Vzorky s číslem laboratorního rozboru. Podzemní voda s číslem zvodně. </p> <p>Poznámka:</p>					
Název akce: D1-modernizace doplnkovy pruzkum, exit Psáře - exit Ostřed		Měřítko: 1: 150		Zak. číslo: 2013-090	

Příloha č. 14 Dynamická penetrační zkouška (zdroj: Metrostav, a.s.)

GeoTec-GS, a.s. 106 00 Praha 10, Chmelová 2920/6			DYNAMICKÁ PENETRAČNÍ ZKOUŠKA		DP51_92L	
Souprava: typ DPH, jméno SRS typ M90			Zkouška podle ČSN EN ISO 22476-2	Měřil: Makovlčka	Počet měř.úderů []:	
Beran: výška pádu [m]: 0.50 hmotnost [kg]: 50.00			Hĺoubka sondy [m]: 7.20	Datum zkoušky: 16.7.2013	Počet red.úderů []:	
Kovadlina pevná: hmotnost s vodící tyčí [kg]: 10.00			Hlad.podz.vody [m]: nebyla zastřehena	Y= 705 434.27		
Hrot naztraceno: průměr [mm]: 43.70			Zvýšení Qd pod HPV u S a G [%]: 25	X= 1 085 469.25		
Další tyč: délka [m]: 1.00 hmotnost [kg]: 6.20			Krok penetrování [m]: 0.10	Z= 386.09	Dynam.odpor Qd[MPa]:	
Součiniteľ plášt, tření []: 0.030				Souř.systémy: JTSK / Balt		
Hĺoubka [m]	Počet úderů		Qd [MPa]	Hl. [m]	Graf penetrace	Geologická charakteristika
	měř.	red.				
0.1	0.2	0	1.0	1.2		
0.2	0.4	1	2.0	2.5		
0.3	0.6	2	2.0	2.5		
0.4	0.8	3	2.0	2.5		
0.5	1.0	4	2.0	2.5		
0.6	1.2	5	2.0	2.5		
0.7	1.4	6	2.0	2.5		
0.8	1.6	7	2.0	2.5		
0.9	1.8	8	2.0	2.5		
1.0	2.0	9	2.0	2.5		
1.1	2.2	10	2.0	2.5		
1.2	2.4	11	2.0	2.5		
1.3	2.6	12	2.0	2.5		
1.4	2.8	13	2.0	2.5		
1.5	3.0	14	2.0	2.5		
1.6	3.2	15	2.0	2.5		
1.7	3.4	16	2.0	2.5		
1.8	3.6	17	2.0	2.5		
1.9	3.8	18	2.0	2.5		
2.0	4.0	19	2.0	2.5		
2.1	4.2	20	2.0	2.5		
2.2	4.4	21	2.0	2.5		
2.3	4.6	22	2.0	2.5		
2.4	4.8	23	2.0	2.5		
2.5	5.0	24	2.0	2.5		
2.6	5.2	25	2.0	2.5		
2.7	5.4	26	2.0	2.5		
2.8	5.6	27	2.0	2.5		
2.9	5.8	28	2.0	2.5		
3.0	6.0	29	2.0	2.5		
3.1	6.2	30	2.0	2.5		
3.2	6.4	31	2.0	2.5		
3.3	6.6	32	2.0	2.5		
3.4	6.8	33	2.0	2.5		
3.5	7.0	34	2.0	2.5		
3.6	7.2	35	2.0	2.5		
3.7	7.4	36	2.0	2.5		
3.8	7.6	37	2.0	2.5		
3.9	7.8	38	2.0	2.5		
4.0	8.0	39	2.0	2.5		
4.1	8.2	40	2.0	2.5		
4.2	8.4	41	2.0	2.5		
4.3	8.6	42	2.0	2.5		
4.4	8.8	43	2.0	2.5		
4.5	9.0	44	2.0	2.5		
4.6	9.2	45	2.0	2.5		
4.7	9.4	46	2.0	2.5		
4.8	9.6	47	2.0	2.5		
4.9	9.8	48	2.0	2.5		
5.0	10.0	49	2.0	2.5		
5.1	10.2	50	2.0	2.5		
5.2	10.4	51	2.0	2.5		
5.3	10.6	52	2.0	2.5		
5.4	10.8	53	2.0	2.5		
5.5	11.0	54	2.0	2.5		
5.6	11.2	55	2.0	2.5		
5.7	11.4	56	2.0	2.5		
5.8	11.6	57	2.0	2.5		
5.9	11.8	58	2.0	2.5		
6.0	12.0	59	2.0	2.5		
6.1	12.2	60	2.0	2.5		
6.2	12.4	61	2.0	2.5		
6.3	12.6	62	2.0	2.5		
6.4	12.8	63	2.0	2.5		
6.5	13.0	64	2.0	2.5		
6.6	13.2	65	2.0	2.5		
6.7	13.4	66	2.0	2.5		
6.8	13.6	67	2.0	2.5		
6.9	13.8	68	2.0	2.5		
7.0	14.0	69	2.0	2.5		
7.1	14.2	70	2.0	2.5		
7.2	14.4	71	2.0	2.5		

Název akce: **D1-modernizace, doplňkový průzkum, úsek 06**

Měřítka: 1:100

Zak. číslo: 2013-090



PROTOKOL O LABORATORNÍCH ZKOUŠKÁCH

Č. protokolu: **284-31-13** Celkový počet listů: **9** List číslo: **1/9**

Název zakázky **DI-MODERNIZACE, DOPLŇKOVÝ PRŮZKUM**
 Objekt **Úsek 6- Stabilita odřezů**
 Název a adresa zadavatele **GEOTEC-GS,A.S. CHMELOVÁ 2920/6, 106 00 PRAHA 10**
 Číslo zakázky zadavatele **2013-090**
 Laboratorní čísla vzorků **1251,1253-1254,1257,1269**
 Odběr vzorků in situ zajistil **Zadavatel**
 Datum odběru vzorků in situ **19.06.a 21.06.2013**
 Datum dodání do laboratoře **21.06.a 25.05.2013**

Název použitého zkušebního postupu a související dokumenty

Stanovení vlhkosti zemin
 Nejistota měření : 0,2%

ČSN CEN ISO/TS
 17892-1



Stanovení objemové hmotnosti jemnozrných zemin. Metoda 4.1, 4.2
 Nejistota měření :

ČSN CEN ISO/TS
 17892-2



Stanovení zdánlivé hustoty pevných částic zemin pomocí pyknometru
 Nejistota měření :

ČSN CEN ISO/TS
 17892-3



Laboratorní stanovení meze tekutosti zemin
 Nejistota měření :

ČSN CEN ISO/TS
 17892-12



Stanovení zrnitosti zemin
 Nejistota měření : 8 %

ČSN CEN ISO/TS
 17892-4



Krabicová smyková zkouška
 Nejistota měření : 3 %

ČSN CEN ISO/TS
 17892-10



Zkušební metody přírodního kamene-Stanovení pevnosti v tlaku
 Geotechnický průzkum a zkoušení- Pojmenování a zařídování
 zemin. Část 2: Zásady pro zařídování

ČSN EN 1926.72 1142
 ČSN EN ISO 14688-2

Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací


ČSN 73 6133

Malé vodní nádrže

ČSN 75 2410

Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí-Část 2: Průzkum a
 zkoušení základové půdy

Metodiky laboratorních zkoušek v mechanice zemin a hornin,
 ČGÚ,1987.

Zkoušky označené akreditační značkou  byly prováděny v rozsahu akreditace, udělené zkušební laboratoři GEMATEST s.r.o. Laboratoř geomechaniky Praha Českým institutem pro akreditaci pod číslem 1291. Výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených vzorků výše uvedených laboratorních čísel. Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře se nesmí tento dokument reprodukovat jinak, než celý. Změny a doplňky mohou být provedeny pouze laboratoří, která dokument vystavila.

Hodnocení kvality vzorků podle skutečného stavu vzorků dodaných do zkušební laboratoře, dle ČSN EN 1997-2, tab.3.1.a případného vlivu kvality dodaných vzorků na výsledky zkoušek

Kvalita dodaných vzorků odpovídá požadované třídě kvality vzorků zemin pro jednotlivé provádění laboratorní zkoušky podle ČSN EN 1997-2, tab.3.1.

Mimořádné okolnosti, které by mohly ovlivnit průběh a výsledky zkoušek

- nebyly zjištěny-

Stanovisko laboratoře k extrémním hodnotám výsledků zkoušek

- nebyly zjištěny-

GEMATEST s.r.o.
Laboratoř Geomechaniky
Vyšehradská 47, Praha 2
tel./fax: 224 920 612



Zprávu o zkoušce vystavil:

Datum vystavení: 18.8.2013

Příloha č. 16 Výsledky laboratorních zkoušek zemin (zdroj: Metrostav, a.s.)

GEMATEST s.r.o. Dr.Janského 954, 252 28 Černošice, Praha západ, , mobil: 602322813 tel/fax: +420 251643132,
www.gematest.cz , mail: geotechnika@gematest.cz ,

MECHANIKA ZEMIN

18.8.2013

VÝSLEDKY LABORATORNÍCH ZKOUŠEK ZEMIN

NÁZEV ÚKOLU : *D1-MODERNIZACE, DOPLŇKOVÝ PRŮZKUM*
OBJEKT: *Úsek 6- Stabilita odřezů*
ČÍSLO ÚKOLU : *2013-090*

SONDA HLOUBKA [m] LAB. Č. DRUH VZORKU	J1/48,84 1,6 - 1,7 1269 POLOPORUŠ.	J1/51,180 0,7 - 0,8 1257 POLOPORUŠ.	J51,92L/D1-054 2,8 - 3,0 1254 NEPORUŠENÝ	J51,92L/D1-054 3,5 - 3,6 1253 POLOPORUŠ.
VLHKOST [%]	13,2	11,5	15,4	13,1
VLHKOST HRUBOZRN. FRAKCE [%]		1,3		
JEMNOZRN. FRAKCE [%]		14,7		
VLHKOST OBJEMOVÁ [%]			27,4	
OBJ. HMOTNOST VLHKA [kg/m ³]			2055	
OBJ. HMOTNOST VYSUŠENÁ [kg/m ³]			1781	
OBJEMOVÁ TIHA [N/m ³]			20153	
ZDÁNLIVÁ HUSTOTA [kg/m ³]			2787	
MEZ TEKUTOSTI [%]	42	40		46
MEZ PLASTICITY [%]	29	24		27
INDEX PLASTICITY [%]	13	16		19
POROVITOST [%]			36	
ČÍSLO PÓROVITOSTI			0,56	
SATURACE [%]			76	
KLASIFIKACE ČSN 73 6133	S4 SM	S5 SC	NELZE	F3 MS
KLASIFIKACE ČSN EN ISO 14688-2	clSa	grclSa	NELZE	clSa
KLASIFIKACE ČSN 75 2410	S4 SM	S5 SC	NELZE	F3 MS
KONZISTENCE VYPOČTENÁ PODLE ČSN 736133				PEVNÁ
INDEX KONZISTENCE	2,21	1,58	NELZE	1,73
INDEX KOLOIDNÍ AKTIVITY	1,63	2	NELZE	1,27
BARVA VZORKU	HNEDÁ	HNEDÁ		SV. HNEDÁ
TVAR ZRN		ploché		
TVAR ZRN		slabě zaoblené		
TEXTURA		hladká		
PR. PEV. V JEDNOOŠÉM TLAKU [MPa]				
KRABIC. SM. ZK. EFEKT. σ_{ef} [°]			31,1	
SOUDRŽNOST C_{ef} [kPa]			33	

(+)Konzistence a plasticita směsných zemin platí pouze pro výplň.

Příloha č. 17 Výsledky laboratorních zkoušek hornin (zdroj: Metrostav, a.s.)

GEMATEST s.ro. Dr.Janského 954, 252 28 Černošice, Praha západ, mobil: 602322813 tel/fax: +420 251643132,
www.gematest.cz, mail: geotechnika@gematest.cz,

MECHANIKA ZEMIN

18.8.2013

VÝSLEDKY LABORATORNÍCH ZKOUŠEK HORNIN

NÁZEV ÚKOLU : *D1-MODERNIZACE, DOPLŇKOVÝ PRŮZKUM*
OBJEKT: *Úsek 6- Stabilita odřezů*
ČÍSLO ÚKOLU : *2013-090*

SONDA	J51,92L/D1-054			
HLOUBKA [m]	16,0 - 16,5			
LAB. Č.	1251			
DRUH VZORKU	SKALNÍ HOR.			
VLHKOST	[%]	3,9		
VLHKOST HRUBOZRN. FRAKCE	[%]			
JEMNOZRN. FRAKCE	[%]			
VLHKOST OBJEMOVÁ	[%]			
OBJ. HMOTNOST VLHKA	[kg/m ³]			
OBJ. HMOTNOST VYSUŠENÁ	[kg/m ³]			
OBJEMOVÁ TIHA	[N/m ³]			
ZDANLIVÁ HUSTOTA	[kg/m ³]			
MEZ TEKUTOSTI	[%]			
MEZ PLASTICITY	[%]			
INDEX PLASTICITY	[%]			
POROVITOST	[%]			
ČÍSLO PÓROVITOSTI				
SATURACE	[%]			
KLASIFIKACE ČSN 73 6133		R5		
KLASIFIKACE ČSN EN ISO 14688-2		NELZE		
KLASIFIKACE ČSN 75 2410		R5		
KONZISTENCE VYPOČTENÁ PODLE ČSN 736133				
INDEX KONZISTENCE		NELZE		
INDEX KOLOIDNÍ AKTIVITY		NELZE		
BARVA VZORKU				
TVAR ZRN				
TVAR ZRN				
TEXTURA				
PR. PEV. V JEDNOOŠEM TLAKU	[MPa]	3,31		
KRABIC. SM. ZK. EFEKT. σ_f	[°]			
SOUDRŽNOST $C_{\sigma f}$	[kPa]			

(+)Konzistence a plasticita směsných zemin platí pouze pro výplň.

Příloha č. 18 Laboratorní vzorek zeminy (zdroj: Metrostav, a.s.)

GEMATEST s.r.o. Dr.Janského 954, 252 28 Černošice, Praha západ, mobil: 602322813 tel/fax: +420 251643132,
www.gematest.cz, mail: geotechnika@gematest.cz,

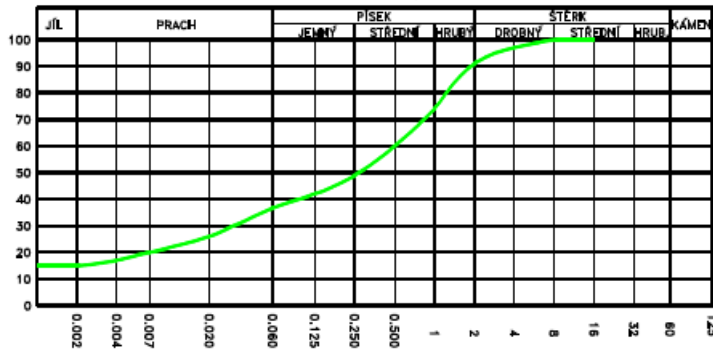
LABORATORNÍ VZOREK ZEMINY

Popisné a fyzikální charakteristiky, klasifikace

Úkol : D1-MODERNIZACE, DOPLNKOV

Sonda: J51,92L/D1 hloubka [m]: 3.5– 3.6 lab. číslo: 1253

KŘIVKY ZRNITOSTI ZEMIN



Obsah frakce [%]	
JÍL	15
PRACH	22
PÍSEK	54
ŠTĚRK	9

Vlhkost $w = 13.1 \%$

Atterbergovy meze : $I_p = 19$ $w_p = 27$ $w_L = 46 \%$

Konzistence : 1.73 PEVNÁ

KOLOIDNÍ AKTIVITA

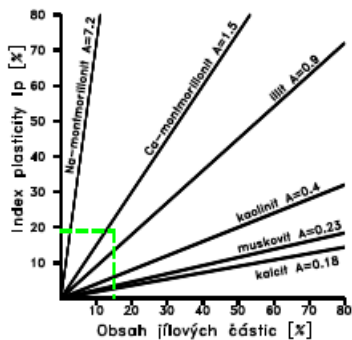
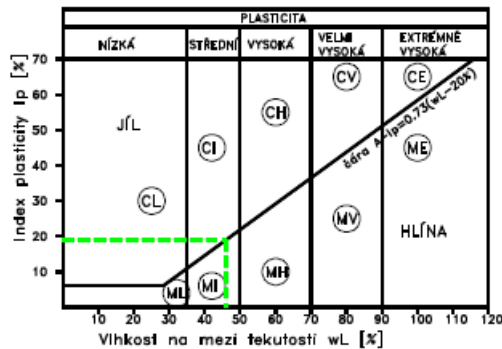


DIAGRAM PLASTICITY



Pórovitost [%]	Číslo pórovitosti
Saturace [%]	Barva vzorku SV. HNĚDÁ
Organ. příměsí	Uhlíčitany NEOBSAHUJE UHLÍČITANY
Klasifikace ČSN 736133 F3 MS	Název zeminy PÍŠČITÁ HLÍNA
	podle ČSN 736133
Klasifikace ČSN EN ISO 14688-2 c1Sa	Podloží PODM. VHODNÁ
Klasifikace ČSN 752410 F3 MS	Násyp PODM. VHODNÁ

Příloha č. 19 Vhodnost zemin pro pozemní komunikace (zdroj: Metrostav, a.s.)

GEMATEST s.r.o. Dr.Janského 954, 252 28 Černošice, Praha západ, mobil: 602322813 tel/fax: +420 251643132,
www.gematest.cz, mail: geotechnika@gematest.cz

Vhodnost zemin pro pozemní komunikace

NÁZEV ÚKOLU : *D1-MODERNIZACE, DOPLŇKOVÝ PRŮZKUM*
OBJEKT: *Úsek 6- Stabilita odřezů*
ČÍSLO ÚKOLU : *2013-090*

Vzorek	Sonda	Hloubky [m]	Typ zeminy	Kapil. vzl. Hs Hmax [m]		Nanrzavost	Vhodnost zemin	
				Aktivní zóna	Násyp			
1269	J1/48.84	1,6 - 1,7	S4 SM	1,0	3,0	NAMRZAVÉ	PODM. VHODNÁ	PODM. VHODNÁ
1257	J1/51,180	0,7 - 0,8	S5 SC	1,1	3,2	NAMRZAVÉ	PODM. VHODNÁ	PODM. VHODNÁ
1253	J51, 92L/D1-054	3,5 - 3,6	F3 MS	1,5	4,6	NAMRZAVÉ	PODM. VHODNÁ	PODM. VHODNÁ

Filtrační součinitel (K)

VZOREK	SONDA	HLOUBKA [m]	METODA PODLE BEYER [m/s]			METODA U. S. BUREAU OF SOIL CLASSIFICATION (CH. MALLET) J.PACQUANT [m/s]	METODA PODLE HAZENA [m/s]
			KYPRÁ	STŘEDNĚ ULEHLÁ	ULEHLÁ		
1269	J1/48.84	1,6 - 1,7	mimo oblast			$1,7000 \cdot 10^{-6}$	$3,0250 \cdot 10^{-7}$
1257	J1/51,180	0,7 - 0,8	mimo oblast			$1,7000 \cdot 10^{-6}$	$3,0250 \cdot 10^{-7}$
1253	J51, 92L/D1-054	3,5 - 3,6	mimo oblast			$3,0000 \cdot 10^{-6}$	mimo oblast

Pevnost hornin v jednoosém tlaku

(krychle)

VZOREK	SONDA	HLOUBKY [m]	Rozměry [cm]	Def. [%]	Objemová hmotnost		Pór. [%]	Sat. [%]	Pevnost [MPa]	Síla	ŠP
					vlhká [kg/m ³]	suchá					
1251	J51,92L/D1-054	16,0 - 16,5	p1	2,30x2,30x2,30	1,74	2480			3,78	⊥	1,00
			p2	1,70x1,80x1,90	1,84	2477			3,31	⊥	1,06
			p3	1,85x1,90x1,90	1,84	2457			2,84	⊥	1,00
			Ø			2471			3,31		

NELZE = Nelze ani upravit

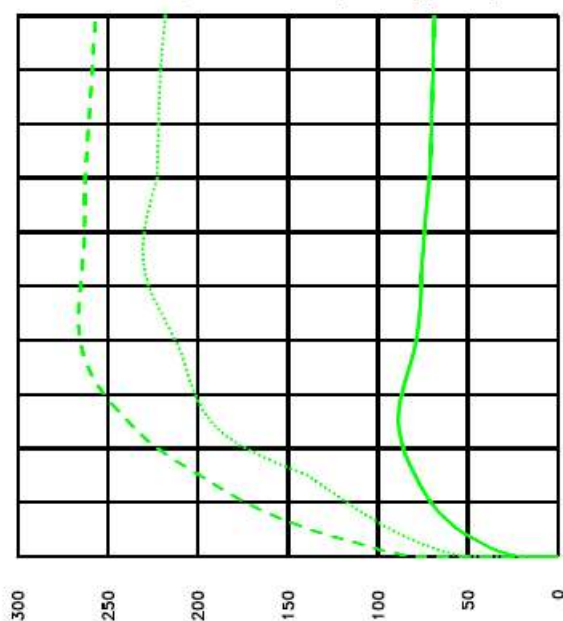
KRABICOVÁ SMYKOVÁ ZKOUŠKA při stálém efektivním normálovém napětí

Akce: D1-MODERNIZACE, DOPLNKOV Sonda: J51,92L/D1 Hloubky: 2.8- 3.0 m
Lab. číslo: 1254

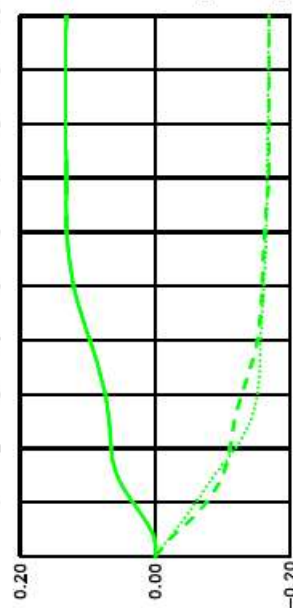
Rychlost smykání: 0.001 mm/min
Vzorky byly při zkoušce zalaty vodou.

Obj. hmotnost vlhká: 2063 ; Obj. hmotnost suchá: 1781 ; Vlhkost: 15.82 %
n: 0.361 ; Sr: 76.038 %
Typ čáry Normálové Smykové Konsolidace w po zk.
nap. ef. σ nap. ef. τ za 24 hod. 2.6 mm 0.030 mm 19.8 %
100 kPa 89 kPa 230 5.3 0.810 18.9
300 265 3.9 0.820 21.3
400

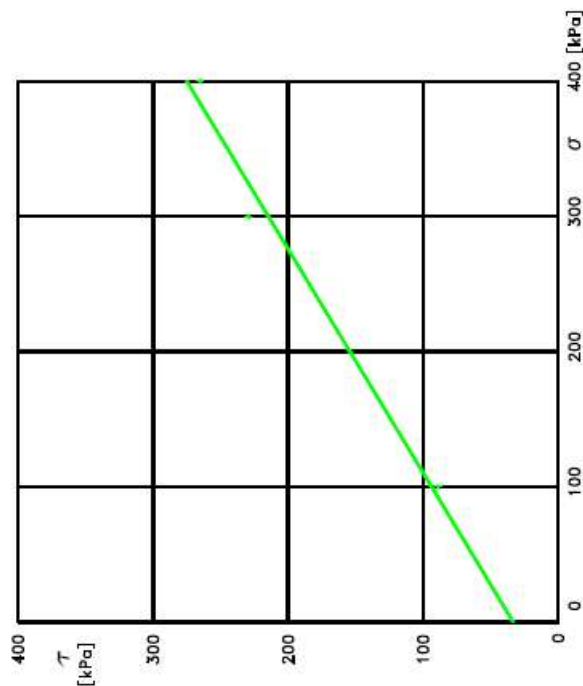
obor: 0 < σ < 400 kPa f_g f_l f_{ef} = 0.60 $f_{l,ef}$ = 31.1° c_{ef} = 33 kPa



Smykové napětí [kPa]



Dilatance [mm]



Příloha č. 20 Specifikace tkané geomříže pro vyztužování zeminy
(zdroj: http://www.texiplast.sk/page/catalog/armatex28r29-7.php?cat_id=1&number=0)



Armatex® G je tkaná geomříž vyrobená z vysokopevnostního PET vlákna s nánosem PVC pro vystužení zemin. Bonar Geosynthetics, a.s. je schopný, v případě potřeby, navrhnout a vyrobit výrobek přesně podle požadavků. Výrobce si vyhrazuje právo na změnu technických parametrů bez předchozího upozornění.

Výrobek byl testovaný v německé zkušební laboratoři tBÚ Greven.

Technické údaje:

Materiál:

Polyester, PVC

Popis:

tkaná geomříž pro vystužení zemního tělesa

Hlavní využití:

- vystužení násypů komunikací, parkovacích ploch, železnice a letiště;
- násypy nad pilotami
- vystužení násypů a zemin průmyslových areálů, hal a nákupních středisek;
- vystužení strmých svahů;
- výstavba opěrných a protihlukových stěn;
- sanace sesuvů;
- stabilizace břehů moří, řek a vodních nádrží;
- vystužení nestabilního podloží.

Výhody použití:

- vysoká odolnost proti vytrhnutí (pull-out test);
- nízké hodnoty creepu zajistí dlouhodobou stabilitu;
- zvyšuje bezpečnost a stabilitu násypů;
- výrazně snižuje nároky na přesun zemin na stavenišťě;
- urychlí a optimalizuje časové nároky na realizaci stavby;
- zachovává přirozený vzhled a ráz krajiny;
- jednoduchá realizace a instalace i v zimním období;
- vysoká odolnost materiálu proti poškození při instalaci;
- vysoká odolnost materiálu vůči působení mikroorganismů;
- jednoznačná optimalizace finančních nákladů na realizaci stavby.

Dodávka materiálu

Systém Green Terramesh® je dodávaný na stavbu predpripravený ako prefabrikovaný blok, v poskladanom stave v balíkoch zviazaných cyklopáskou. Spojovací materiál (C-krúžky) je dodávaný v krabiciach. Biodegradovateľná geotextília, alebo georochož je súčasťou čela bloku. Oceľové trojuholníkové podpery sú pripravené k zvaranej výstužnej sieti čela. Dodatočné výstužné podpery sú súčasťou balenia. Každý balík je označený štítkom, kde sú uvedené základné charakteristiky materiálu.

Skladanie

Blok je vytiahnutý z balenia a položený na rovný tvrdý podklad. Roztvorí sa do svojho predurčeného tvaru. Prípadné záhyby sa vyrovnajú tým, že sa blok otočí záhybom na rovný podklad a vyrovná sa bežnou pochôdzkou po hrane záhybu.

Proces spájania

Pri použití spojovacieho drôtu, sa pripraví drôt dĺžky približne 1.5 násobku dĺžky hrany, ktorá bude spájaná. Maximálna dĺžka hrany, ktorá bude spájaná na jeden krát, nemá presahovať dĺžku 1 m. Dlhšie hrany sú spájané niekoľkými kusmi spojovacieho drôtu. Viazací drôt zabezpečuje spoje pomocou navijania a vytvárania slučiek okolo spájanej hrany. Proces navijania je striedanie jednoduchej a dvojitej slučky. Dvojité slučky musia byť robené v maximálnej vzdialenosti 150 mm od seba. Počas procesu spájania musia byť všetky hrany pevne pospájané. Na vytvorenie pevných spojov môžu byť použité viazacie kliešte. Konec viazacieho drôtu musí byť zabezpečený slučkou a navinutím drôtu okolo svojej osi. Pri používaní viazacieho drôtu musí byť venovaná zvýšená pozornosť spôsobu spájania, aby sa zabránilo porušeniu poplastovania.

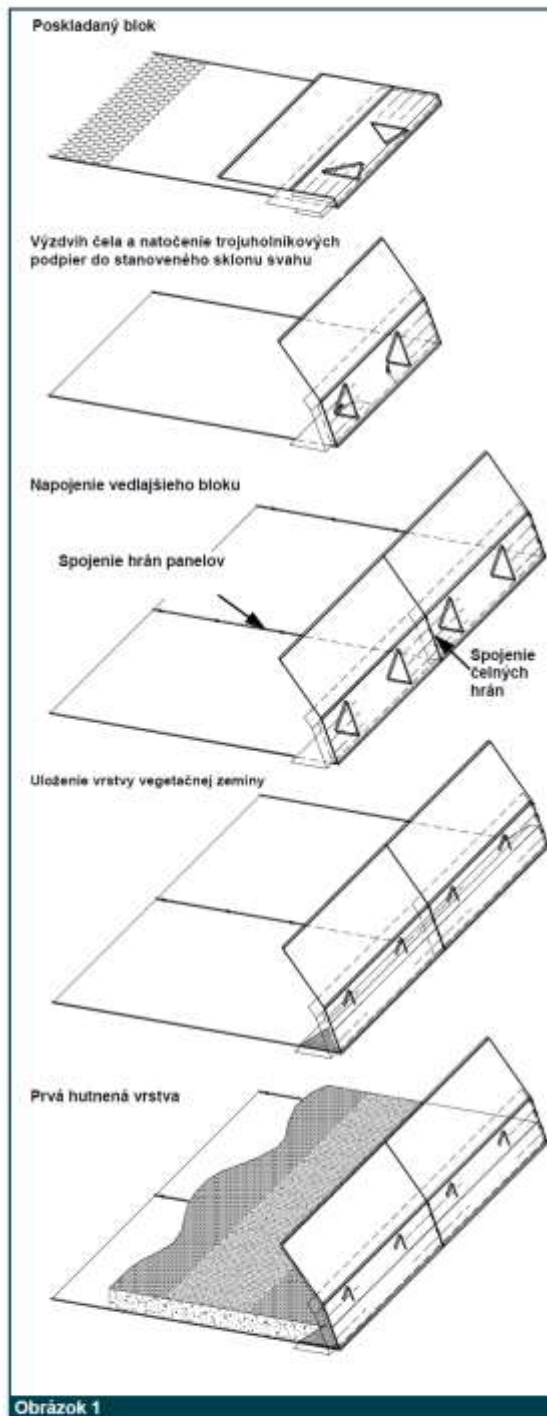
Pri použití oceľových C-krúžkov, je požadované použitie manuálnych alebo pneumatických spojovacích klieští. Spojovacie C-krúžky musia byť nainštalované pozdĺž všetkých spojov hrán blokov v maximálnej vzdialenosti 200 mm od seba. Všetky príľahlé bloky musia byť medzi sebou pospájané. Spájanie príľahlých výstužných panelov zabezpečuje rovný povrch pre manipuláciu a výplň materiálu.

Príprava podložia

Podložie a základová špára musí byť pripravené podľa projektovej dokumentácie. Povrch musí byť rovný, bez prekážok a vegetácie. Únosnosť podložia musí byť daná projektovou dokumentáciou a overená danou skúškou na stavbe pred pokládkou systému.

Inštalácia a hutnenie

Na pripravené podložie sa položí rozložený predpripravený blok Green Terramesh® do polohy podľa dokumentácie, blok sa spojí s príľahlými už položenými blokmi pozdĺž všetkých hrán pre vytvorenie ucelenej monolitckej konštrukcie. Trojuholníkové oceľové podpery sa natočia a upevnia naspodu k panelu výstužnej siete tak aby boli dodržané požadovaný sklon. Protierózna geotextília, alebo georochož každého bloku musí mať prekryv min. 100 mm, aby nedošlo k exponovaniu vegetačnej zeminu za geotextíliou. Pri sypaní vegetačnej zeminu treba zabezpečiť, aby nedošlo



Příloha č. 22 Fotografická dokumentace 52. km D1 směr Praha (zdroj: vlastní provedení)















