



Zpráva projektu geologických prací 385900

Podpora registrace a klasifikace sesuvů pro Operační program Životní prostředí 2014–2020
(Prioritní osa 1, specifický cíl 1.3. Zajistit povodňovou ochranu intravilánu, Aktivita A.1.3.4
– Stabilizace a sanace svahových nestabilit ohrožujících zdraví, majetek a bezpečnost
vyplývajících z Registru svahových nestabilit ČGS)

Zhodnocení aktivity svahových pohybů na severovýchodním svahu Pavlovských vrchů a návrh efektivních opatření k eliminaci akutního ohrožení v okolí Dolních Věstonic

Odpovědný řešitel: Roman Novotný

**Spoluřešitelé: Vít Baldík, Martin Dostálík, František Konečný,
Petr Kycl, Jan Malík, Ondřej Švagera**

Schválil: Jan Čurda, vedoucí Správy oblastních geologů ČGS

Předkládá: Zdeněk Venera, ředitel ČGS



Digitálně podepsal RNDr. Jan Čurda
DN: c=CZ, o=Česká geologická služba [IČ 00025798], ou=328, cn=RNDr. Jan Čurda, serialNumber=P415102
Datum: 2016.08.10 14:31:06 +02'00'

Česká geologická služba

Klárov 131/ 3, 118 21 Praha 1

IČO 00025798

www.geology.cz

srpen 2016

OBSAH

1. Úvod.....	3
2. Geomorfologické poměry zájmového území.....	4
3. Geologická stavba zájmového území	6
4. Hydrogeologické poměry zájmového území	7
5. Shrnutí výsledků starších mapovacích prací	10
6. Popis geodynamických jevů.....	10
6.1. Svahové nestability – zákresy, kategorizace	11
7. Základní inženýrskogeologické a hydrogeologické zhodnocení zájmového území.....	13
8. Hydrotechnické zhodnocení zájmového území.....	14
9. Nově provedené práce pro upřesnění geologické stavby zájmového území a rozsahu svahových deformací.....	16
9.1. ERT	16
9.2. Interpretace dat dálkového průzkumu Země – DMR5G	26
10. Posouzení dostupných průzkumů ve vztahu k projektu sanace	29
10.1. Průzkum Arcadis CZ, a. s.	29
10.2. Průzkum Sweco Hydroprojekt, a. s.	33
10.3. Průzkum Kolej Consult & servis, spol. s r. o.	34
11. Zhodnocení projektu sanace	37
12. Závěry České geologické služby	43
12.1. Doporučený rámec sanačních prací	43
12.2. Návrh inženýrskogeologického průzkumu a monitoringu.....	44
12.3. Shrnutí	45
13. Použité podklady	47

Přílohy:

Příloha 1: MAŠÍN, D. (07/2016): Zpracování 2D numerických modelů stability svahu, lokalita Dolní Věstonice.
– Univerzita Karlova. Praha.

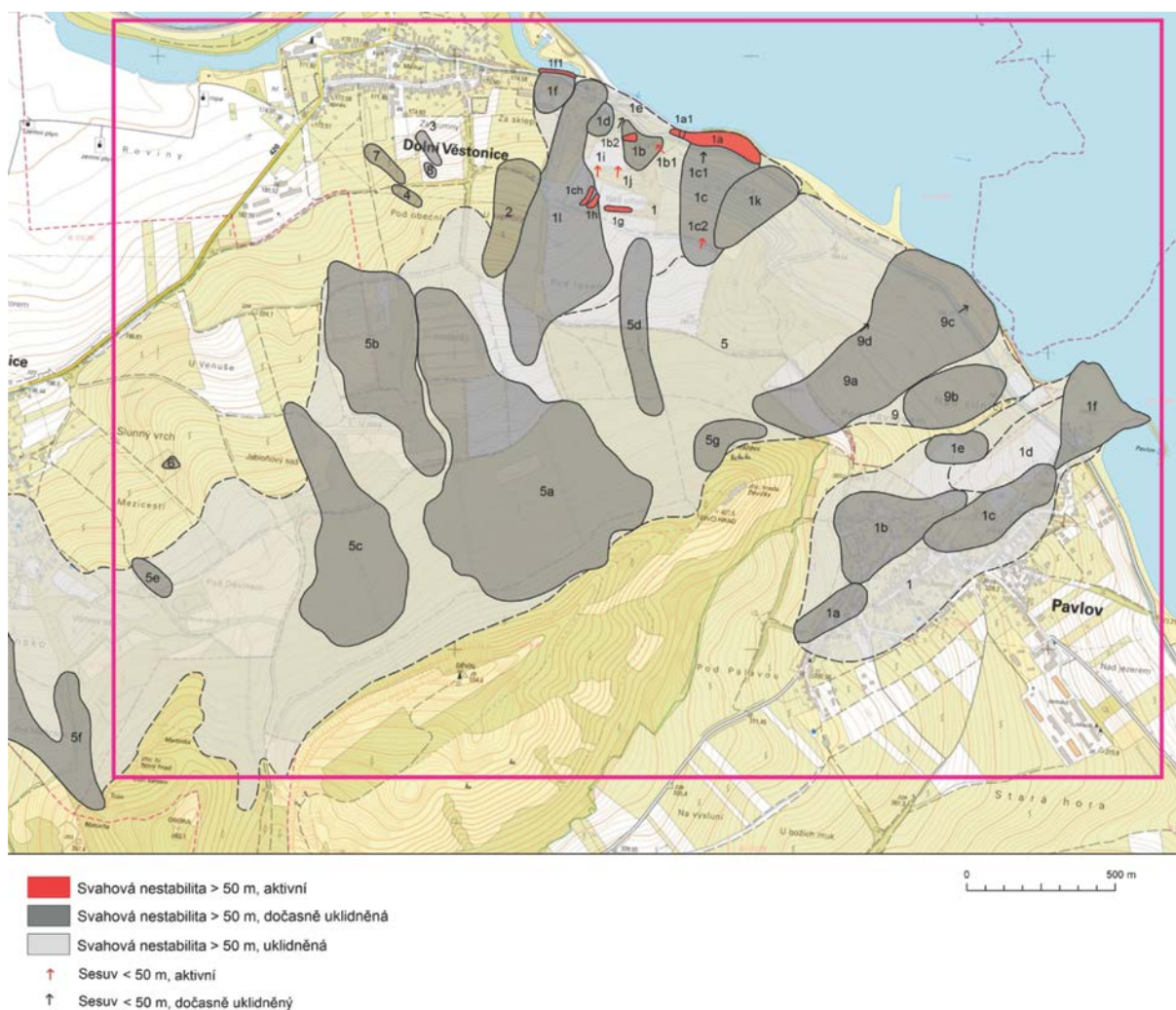
Příloha 2: JAKOUBEK, M. – PÍŠOVÁ, H. (07/2016): Hydrotechnické posouzení lokalit v Dolních Věstonicích postížených svahovými deformacemi (odborné vyjádření znalce). – VHS PROJEKT, s. r. o.
Kralupy nad Vltavou.

Příloha 3: Fotodokumentace

1. Úvod

Předkládaná studie byla zhotovena v rámci projektu České geologické služby (ČGS) 385900 řešeného pod názvem „Podpora registrace a klasifikace sesuvů pro Operační program Životní prostředí 2014–2020 (Prioritní osa 1, specifický cíl 1.3. Zajistit povodňovou ochranu intravilánu, Aktivita A.1.3.4 – Stabilizace a sanace svahových nestabilit ohrožujících zdraví, majetek a bezpečnost vyplývajících z Registru svahových nestabilit ČGS)“ na základě požadavku Ministerstva životního prostředí, odboru geologie, čj. 34253/ENV/16 (956/660/16) ze dne 16. května 2016.

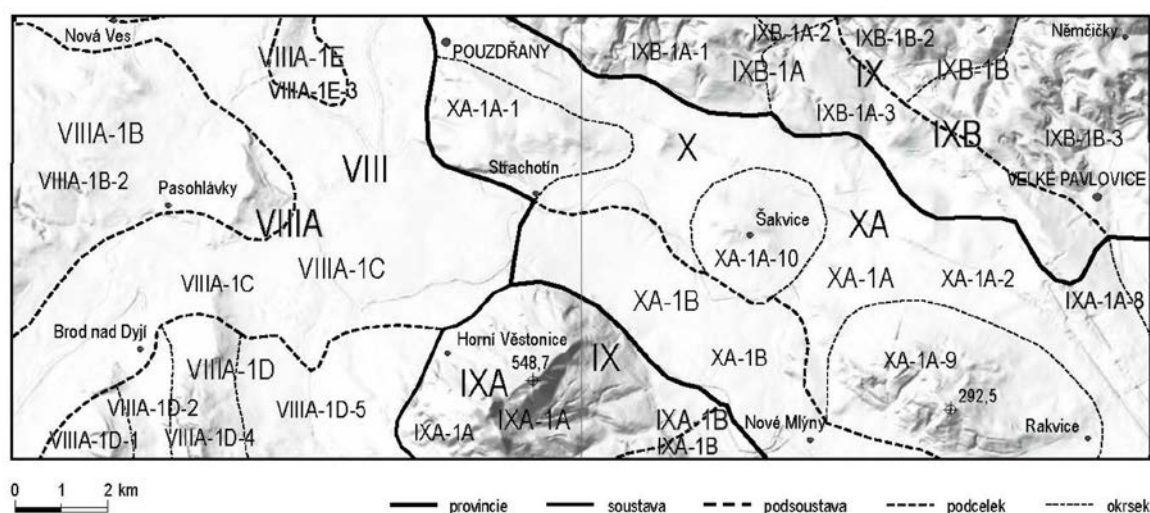
Důvodem pro zadání této studie byla potřeba doplnit a upřesnit údaje o geodynamickém potenciálu zájmového území a vytvořit tak kvalifikovaný nástroj pro posuzování relevantnosti a efektivity koncepce sanačních opatření včetně jednotlivých stabilizačních prvků, nutných k zajištění bezpečnosti obyvatel, jejich majetku jakož i provozu na silnici III/42117 a rekreačních aktivit na břehu dolní Novomlýnské nádrže. Rozsah zájmového území je vymezen břehem dolní Novomlýnské nádrže, intravilánem obce Dolní Věstonice, částečně zpevněnou komunikací spojující obce Dolní Věstonice a Pavlov podél severní hranice Národní přírodní rezervace Děvín – Kotel – Soutěska a obcí Pavlov (obr. 1). Převážně se tedy jedná o severovýchodní svahy Pavlovských vrchů.



Obr. 1. Mapa s vymezením zájmového území se zákresy svahových nestabilit (originál ČGS, 2016; podklad © ČÚŽK 2016).

2. Geomorfologické poměry zájmového území

Zájmové území spadá z geomorfologického hlediska do soustavy Vnější Západní Karpaty, podsoustavy Jihomoravské Karpaty a celku Mikulovská vrchovina (obr. 2). Podle autorů Demek – Mackovčín eds (2006) je samotné zájmové území v rámci celku Mikulovské vrchoviny dále členěno do dvou podcelků: Pavlovské vrchy (IXA-1A) v západní části a Milovická pahorkatina (IXA-1B) ve východní části studovaného území.



Obr. 2. Přehled geomorfologických jednotek ve studované oblasti (Demek – Mackovčín eds 2006).

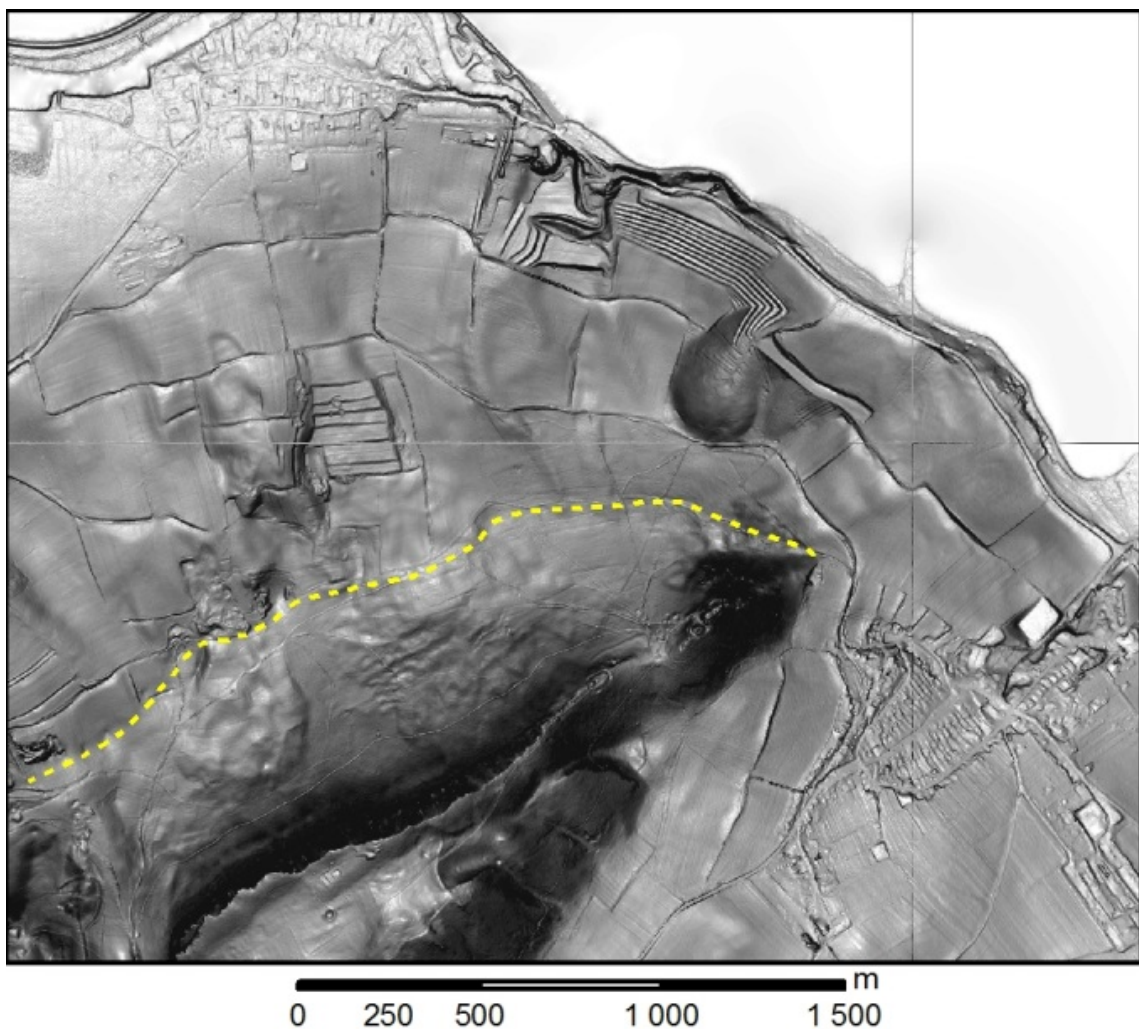
Legenda: soustava **IX** - Vnější Západní Karpaty, **IXA** - podsoustava Jihomoravské Karpaty, **IXA-1** - celek Mikulovská vrchovina, **IXA-1A** - podcelky Pavlovské vrchy a **IXA-1B** Milovická pahorkatina.

Z morfologického průběhu studovaného svahu ve směru po spádnicí vyplývá, že svah je rozdělen na tři části (obr. 3). Nejvyšší partie tvoří strmé svahy s výchozy skalního podloží – karbonátové horniny. Následuje část svahu s akumulacemi převážně svahovin. Prakticky se zde výrazně neprojevuje liniová eroze ve směru spádu svahu. A níže následuje třetí část zaujímající přibližně spodní dvě třetiny svahu s akumulacemi spraší a sprašových hlín. V této části svahu se uplatňuje povrchový odtok liniovými depresemi, které jsou vyplněny splachovými sedimenty.

Část svahu s převahou svahovin a část s převahou výskytu spraší a sprašových hlín na sebe navazují morfologicky výraznou změnou svahu, která je dobře identifikovatelná v digitálním modelu reliéfu 5. generace (DMR5G; obr. 4). Tato změna je predisponována příkrovovou stavbou a tektonickým porušením Pavlovských vrchů. Ve směru VSV-ZJZ jde o omezení příkrovu morfologicky vystupujícího jako kvesta budovaná jurskými a křídovými horninami nasunutými na sedimenty paleogénu a ve směru ZSZ-VJV morfologickou změnu predisponuje zlom.



Obr. 3. Řez svahem Pavlovských vrchů se zvýrazněnými morfologickými hranicemi.



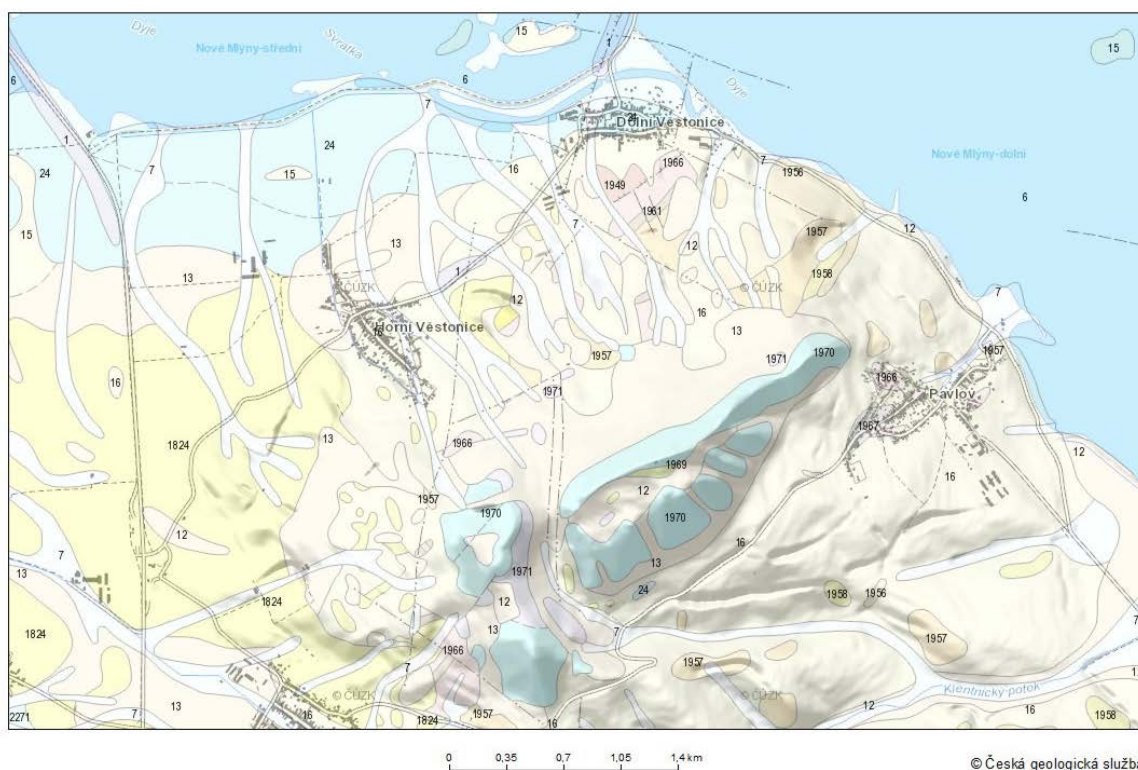
Obr. 4. Žlutá linie kopíruje hranici morfologické změny svahu predisponovanou příkrovovou stavbou a tektonickým porušením. Typem kvartérního pokryvu se pak svah odlišuje na část s převahou svahovin (výše proti svahu) a část s převahou výskytu spraši a sprašových hlín (níže po svahu) – obr. 3 (podklad © ČÚZK 2016).

3. Geologická stavba zájmového území

Geologické poměry předmětného území jsou mimořádně složité. Nejstarší horniny, zastoupené klentnickými vrstvy a ernstbrunnskými vápenci, jsou jurského stáří (svrchní oxford – spodní tithon) a byly tektonicky odloučeny od svého podloží. Klentnické vrstvy tvoří šedé střípkovitě rozpadavé vápnité a písčité jílovce, mladší ernstbrunnské vápence jsou reprezentovány jemnozrnnými, organodetrickými, masivními, bělavými až nažloutlými vápenci. Tyto vápence se výrazně morfologicky uplatňují v reliéfu Pavlovských vrchů, neboť tvoří nejvyšší části bradel. Hojně rozšířenou horninou jsou i vápencové brekcie, které nasedají na nerovný povrch masivních vápenců a vyplňují jejich kapsovitě prohlubeniny. Sedimenty svrchní křídý jsou na Pavlovských vrších zastoupeny denudačními zbytky klementsčých vrstev budovaných zelenavě šedými, silně písčitými vápnitými jílovci s polohami jemně zrnitého jílovito-vápnitého, vzácněji i křemito-vápnitého glaukonitického pískovce.

Značné rozšíření v posuzovaném území mají též horniny ždánicko-hustopečského, menilitového a podmenilitového souvrství ždánické jednotky. Místy, ve svrchní části menilitového souvrství, vycházejí šitbořické vrstvy. V jižní části k. ú. Dolní Věstonice vystupuje pouzdřanská jednotka (pouzdranské a boudecké slíny) a vápnité jíly karpátu.

Kvartérní pokryv tvoří spraše a sprašové hlíny, splachové hlinitopísčité sedimenty a hlinitokamenité svahoviny (obr. 5).



Obr. 5. Geologická mapa okolí Dolních Věstonic a Pavlova (<http://mapy.geology.cz>; podklad © ČÚZK 2016).

Podél silnice III/42117 je kvartérní pokryv tvořen navážkami zemin o mocnosti 2–3 m a písčito-jílovitou sutí, místy s bloky stavebního materiálu. Různorodé navážky obecně řazené do skupiny výsypky, sypaniny (symbol Mg – dle ČSN EN ISO 14688-2) mají v daném případě výhodu vysoké ulehlosti díky jejich stáří a pevnosti vzhledem k vysokému podílu hrubých klastických částic (písek – šterk – balvany).

4. Hydrogeologické poměry zájmového území

Území okolo obcí Dolní Věstonice a Pavlov leží v teplé oblasti, teplém a suchém okrsku A2 s mírnou zimou. Klimatickou výjimečnost zájmového území, která jej řadí k nejteplejším oblastem státu, potvrzují vysoké průměrné roční teploty vzduchu ve výši 8–9,5 °C. Velmi nízké průměrné roční srážkové úhrny pouze kolem 500 mm a vysoké průměrné hodnoty výparu (ca 460 mm) zájmové území zároveň řadí k nejsušším oblastem v ČR. V extrémně suchých letech klesají srážkové úhrny až na hodnoty kolem 350 mm a v plné míře tak dokládají vliv srážkového stínu Českomoravské vrchoviny a Vnějších Západních Karpat.

Hydrogeologický režim je na zájmovém území ovlivněn soustavou vodních nádrží Nové Mlýny I, Nové Mlýny II, Nové Mlýny III. Kaskáda těchto tří na sebe navazujících nádrží na řece Dyji v soutokové oblasti Svatky, Jihlavy a Dyje má plochu povodí 11 674 km². Dolní nádrž (tzv. Novomlýnská) má maximální hloubku 7,8 m. Délka vzdutí ovlivňuje 7,8 km a maximální hladina může dosáhnout kóty 171,24 m n. m. (Müller ed., 1995).

Zájmová oblast je odvodňována přímo řekou Dyjí (povodí 4-14-03 Jevišovka a Dyje od Jevišovky po Svatku a 4-17-01 Dyje od Svatky po ústí).

Zájmové území náleží podle vyhlášky č. 5/2011 Sb., o vymezení hydrogeologických rajonů a útvarů podzemních vod, způsobu hodnocení stavu podzemních vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu podzemních vod, z regionálně hydrogeologického hlediska částečně k hydrogeologickému rajonu základní vrstvy 3230 – Středomoravské Karpaty, částečně k hydrogeologickému rajonu základní vrstvy 3110 – Pavlovské vrchy a okolí (Olmer a kol., 2006). Oblast Dolních Věstonic náleží k hydrogeologickému rajonu 3230 – Středomoravské Karpaty, oblast Pavlova k hydrogeologickému rajonu 3110 – Pavlovské vrchy a okolí.

Ve flyšových komplexech, ke kterým oba zmíněné hydrogeologické rajony patří, je možno obecně vymežit tři hloubková pásma s odlišným charakterem propustnosti: připovrchovou zónu, pásmo otevřených puklin pod pásmem rozvolnění a nejhlubší pásmo se zcela ojedinělými otevřenými puklinami. Běžně rozšířeným hydrogeologickým kolektorem flyšových oblastí je připovrchová zóna zvýšené propustnosti. V prostředí kvartérních hornin a v pásmu rozvětraných paleogenních sedimentů je vyvinuta většinou nespojitá průlinová zvodeň, která má jen omezený praktický význam. Hladina podzemní vody zde kolísá v závislosti na morfologické pozici území a četnosti a vydatnosti atmosférických srážek.

Na stavbě **hydrogeologického rajonu 3230 – Středomoravské Karpaty** se podílejí petrograficky, texturně a strukturně různé typy hornin, které ovlivňují značnou variabilitu stupně puklinové porozity. Připovrchová zóna dosahuje zpravidla do hloubek okolo 30 až 40 m, ojediněle i 50 m. Intenzivní rozpukání hornin v tomto pásmu lze přičíst účinkům kolísání teplot a působení podzemní vody, na svazích i účinku uvolnění horizontálních složek napětí při zahlubování údolí Dyje nebo při sesouvání svahů po predisponovaných vrstevních plochách. Zóna podpovrchového rozpukání hornin probíhá více méně konformně s povrchem terénu. Nádržní kolektory jsou tedy lokalizovány zejména ve dnech údolí, zatímco kolektory svahů mají funkci vodící, bez možnosti retence, a jsou poměrně rychle po srážkové dotaci gravitačně odvodňovány. Svažité terén současně snižuje množství infiltrované vody ve prospěch povrchového odtoku. Infiltrované vody odtékají jednak jako hypodermický odtok,

jednak jako voda tzv. první zvodně. Průměrná propustnost zóny podpovrchového rozpojení se pohybuje kolem $1 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$. Průměrná průtočnost této zóny pak odpovídá potenciálním specifickým vydatnostem vrtů v rozpětí 0,1 až $1,0 \text{ l.s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Podle klasifikace Jetela (1973) je propustnost připovrchové zóny mírná ve IV. třídě propustnosti, přechodné zóny (40–80 m) dosti slabá v V. třídě propustnosti (Müller ed., 1995).

Pásmo otevřených puklin pod úrovní dosahu připovrchového rozvolnění hornin má výrazně nižší propustnost, umožňuje však ještě relativně souvislý oběh podzemních vod. Hloubka otevřených puklin zpravidla nepřesahuje 100 m.

Množství podzemní vody je závislé především na četnosti a otevřenosti puklin, jejich vzájemné komunikaci, na poměru hornin propustnějších (pískovce) k méně propustným (jílovce) a dále na množství atmosférických srážek, možnosti jejich infiltrace do podloží, na velikosti infiltrační plochy, na morfologii terénu a velikosti odtoku. Dalším faktorem, který ovlivňuje oběh prostých podzemních vod v puklinovém prostředí, je tektonická expozice příslušného místa. Na pohyb podzemních vod má naopak nepříznivý vliv převaha pelitů nad psamity a rychlé rytmické střídání vrstev potenciálně kolektorských s polohami izolátorů.

Hydrogeologický rajon 3110 – Pavlovské vrchy a okolí se svými geomorfologickými, geologickými i hydrogeologickými poměry výrazně odlišuje od okolního území. Pavlovské vrchy představují pruh vyššího reliéfu s ostrými tvary na jurských vápencích, probíhající v délce 11 km a šířce 2–4 km ve směru od jihu k severu.

Území hydrogeologického rajonu 3110 – Pavlovské vrchy a okolí patří ke ždánicko-podslézské jednotce flyšového pásma Západních Karpat.

Relativně nejprůzračnější podmínky z hlediska vzniku, akumulace, oběhu a dotace zásob podzemních vod jsou v západní části rajonu, v území tvořeném karbonátovými horninami. Toto území lze charakterizovat jako plošně omezenou geologicko-hydrogeologickou strukturu s výrazně anizotropními, převážně puklinově, méně puklinovo-krasově až krasově propustnými, velmi proměnlivě mocnými souvrstvími mezozoických vápenců, s poměrně příznivými (vzhledem k okolním územím) podmínkami pro infiltraci atmosférických srážek, které jsou rozhodujícím zdrojem dotace podzemních vod.

Naopak jako prostředí s velmi nepříznivými hydrogeologickými poměry, tj. prostředí nepatrně propustné (Jetel 1973) až prakticky nepropustné, se jeví území budované petrogenními sedimenty ždánicko-podslézské jednotky. Pukliny, jimiž jsou petrogenní jílovce prostoupeny, jsou většinou zajiřované a tudíž pro vodu nepropustné. Příznivější poměry pro oběh podzemních vod lze očekávat jen v pískovcových polohách, které snadno zvětrávají v převážně jemnozrnné, průlinově propustné písky, pod zónou zvětrávání jsou pak pískovce hustěji rozpukané a tak puklinově propustné. Flyšový charakter sedimentů ždánicko-hustopečské jednotky (střídající se polohy převažujících jílovců s pískovci) ztěžuje doplňování zásob podzemních vod v propustnějších polohách, což se projevuje i ve vlastnostech podzemních vod, které se vyznačují zvýšenou celkovou mineralizací (až okolo 1 g.l^{-1}) a chemickým typem vod kalcium-magnezium-hydrogenuhličitanovém (Michlíček a kol., 1986).

Celé území rozšíření sedimentů paleogénu lze charakterizovat jako oblast velmi chudou na výskyt podzemní vody, jejíž velmi obtížná upravitelnost prakticky znemožňuje vodárenské využití. Hodnoty specifických vydatností jednotlivých průzkumných

hydrogeologických vrtů, vyhloubených v tomto horninovém prostředí, jsou velmi nízké a pouze výjimečně přesahují hodnotu $0,1 \text{ l.s}^{-1}.\text{m}^{-1}$.

Dotace do zvodně vytvořené v kolektoru paleogenních sedimentů je zajišťována prakticky výhradně srážkovými vodami, které infiltrují přes pórovitější a místy i písčitéjší polohy nadložních kvartérních spraší. K odvodnění kolektoru dochází severním směrem k lokální drenážní bázi, kterou v širším okolí zájmového území představuje nádrž Nové Mlýny.

Nadložní kvartérní sedimenty tvořené převážně eolickými sprašemi a deluviálními jílovitoprachovitými uloženinami nevytvářejí, vzhledem ke své proměnlivé propustnosti, vhodné podmínky pro vznik trvalé zvodně, nicméně srážková voda je schopna přes pórovitější polohy, praskliny či písčitéjší vrstvy infiltrovat hlouběji a vytvářet spojitou zvedeň, která je v rámci kvartérních poloh vázána na hydrogeologicky významný kolektor pleistocenních terasových sedimentů řeky Dyje. Jedná se o průlinově propustný kolektor s pravděpodobně napjatou, případně mírně napjatou hladinou podzemní vody, který komunikuje s podložním puklinovým kolektorem paleogenních sedimentů ždánicko-hustopečského souvrství.

V blízkosti vodní nádrže Nové Mlýny lze blízko při povrchu očekávat přítomnost průlinového kolektoru tvořeného převážně holocenními fluviálními písčými. Úroveň hladiny podzemní vody, která je vázaná na tento kolektor, je přímo závislá na úrovni hladiny vody v nádrži a přispívá také k dotaci zvodně puklinového kolektoru podložních paleogenních sedimentů.

Souvislou hladinu podzemní vody lze v zájmovém území očekávat v širokém rozmezí hloubek. V blízkosti vodní nádrže Nové Mlýny to může být již od hloubek kolem 1 m, výše, ve svazích nad silnicí směrem do Pavlova, to pak může být v hloubkách větších než 20 m. V těchto svazích, tedy v blízkosti silnice, lze však také v menších hloubkách, v řádu prvních jednotek metrů, počítat s výskytem izolovaných zvodní, vázaných na písčité polohy, případně na propustné polohy v navážkách, tvořících zásypy starých sklepů, násypy komunikací či jejich přísypy (Stejskal, 2016).

Přestože hydrogeologické poměry zájmového území mohou mít vliv na stabilitu území, nebyla jim v minulosti věnována odpovídající pozornost. Na předmětné lokalitě nebyl proveden podrobný hydrogeologický průzkum, není sledována hladina podzemní vody ve vrtech. Poslední souvislé režimní měření hladiny podzemní vody bylo, podle podkladů z archivu ČGS (Geofond), na lokalitě prováděno v roce 1990 (Ambrož, 1990). Proto by bylo vhodné obnovit, případně doplnit síť monitorovacích vrtů a průběžně provádět režimní měření hladiny podzemní vody tak, aby byly získány relevantní údaje o oscilaci hladiny podzemní vody v zájmovém území v závislosti jak na hladině vody v údolní nádrži Nové Mlýny, tak i na množství infiltrovaných atmosférických srážek.

5. Shrnutí výsledků starších mapovacích prací

První komplexní průzkum, zabývající se studovaným územím, představuje zpráva o inženýrskogeologických poměrech sesuvného území mezi Dolními Věstonicemi a Pavlovem (Jankovský, 1967). Tato zpráva obsahuje citaci starší literatury (Stejskal – Woldřich, 1934), v níž je – stejně jako v dalších pracích prof. J. Stejskala (Stejskal, 1930, 1931, 1932, 1935) – stručně popsán výskyt svahového pohybu v prostoru studované lokality (1906 – sesunutí zemní stěny v cihelně na východní straně obce Dolní Věstonice a sesouvání v rokli 70 m východně od cihelny). V rámci geologického mapování (Stráník, 1981) byly již některé geodynamické jevy vymapovány v měřítku 1 : 10 000. Po sesuvných událostech v září 2014 (Novotný, 2014; Novotný – Baldík, 2014) proběhlo detailní mapování svahových nestabilit v měřítku 1 : 10 000 (Krejčí a kol., 2015a, 2015b).

Mladší záznamy z tohoto mapování jsou evidovány v Registru sesuvů Geofondu a následně Registrem svahových nestabilit ČGS.

6. Popis geodynamických jevů

Svahové pohyby, dále v této studii klasifikované podle Nemčok – Pašek – Rybář (1974), jsou predisponovány pasívními a aktivními faktory. Mezi pasívní faktory patří geologická stavba území a jeho tektonické porušení, charakter litostratigrafických jednotek, které se podílejí na stavbě zájmového území, a intenzita zvětrání. Mezi aktivní faktory možno zařadit srážky a nasycení hornin vodou, změnu geometrie svahu vodní erozí a podkopáním aj. antropogenní činnosti.

Stabilita svahu obecně závisí na pevnosti zeminy/horniny, způsobu porušení, který je dán tvarem smykové plochy (kombinace vlivů vrstevnatosti, puklinatosti, proplásků aj.), a úrovní hladiny podzemní vody.

Náchylnost svahu k sesouvání lze na studovaném území charakterizovat podle sklonu a výšky svahu a také podle geomechanických vlastností materiálu, který svah buduje. Všeobecně lze usuzovat, že velmi strmé svahy až skalní stěny jsou převážně nestabilní a čas od času dochází k sesouvání zeminy nebo ke skalnímu řícení. K aktivaci dochází obvykle po vydatných deštích, během jarního tání a v důsledku nevhodné antropogenní činnosti.

Na svazích Pavlovských vrchů, upadajících k východní části obce Dolní Věstonice, se nacházejí území postižená svahovými pohyby a v nich se vyskytují geomorfologicky zřetelná individuální tělesa svahových nestabilit.

Z hlediska geneze svahových pohybů zájmové území prodělalo tři generace. První generace představuje vznik svahových pohybů, resp. nestabilit, které jsou v současnosti v terénu těžce interpretovatelné, a to z důvodu jejich zakrytí mladšími pokryvnými útvary, jako jsou akumulace spraší a sprašových hlín a svahovin, tzn. že mluvíme o fosilních pohybech/nestabilitách v uklidněném stupni aktivity. Druhou generací jsou myšleny svahové pohyby, které vznikaly v pleistocénu, jejichž morfologické tvary jsou v současnosti lokálně pozměněné erozí a modelací krajiny člověkem, avšak stále interpretovatelné z DMR5G a topografické mapy 1 : 10 000. Tyto svahové pohyby jsou ve stupni aktivity dočasně uklidněné. Třetí a poslední generací jsou mělké svahové pohyby vznikající na svazích přetvořených člověkem, ať už jde o remodelaci svahů na vinice nebo zářezy cest, úpravy

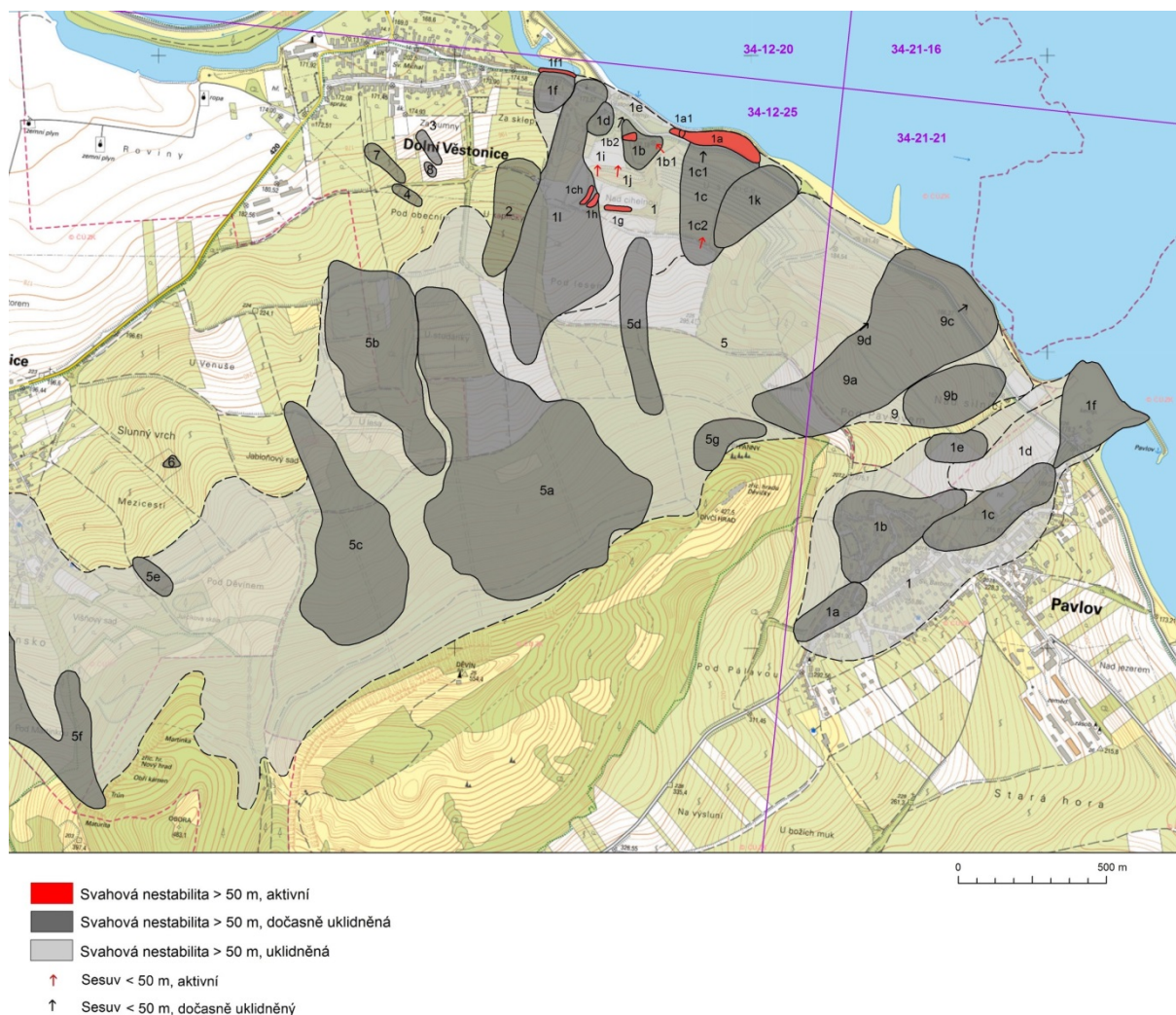
stavebních pozemků apod. Nemalý vliv na vznik nových svahových pohybů třetí generace má nakládání s atmosférickými srážkami spadlými na rozsáhlá území vinic. Tyto svahové pohyby jsou aktivní a byly a jsou předmětem sanačních opatření, zvláště dojde-li k jejich projevu v okolí silnice III/42117.

Převážná část nově registrovaných svahových nestabilit je mělkého charakteru – tj. do mocnosti 5 m (na základě odhadnuté svislé vzdálenosti mezi povrchem a bází svahové deformace).

6.1. Svahové nestability – zákresy, kategorizace

Z hlediska nestability terénu jsou zákresy všech geodynamických jevů v zájmovém území zachyceny na obr. 6. a jednoduchý přehled se stupněm jejich aktivity a kategorizací rizika (dle Hroch – Lochmann – Moravcová 1998) podává tabulka č. 1.

Veškeré dokumentované formy svahových procesů s detailním popisem, fotodokumentací a lokalizací v mapě jsou postupně zpřístupňovány v Registru svahových nestabilit ČGS (http://mapy.geology.cz/svahove_nestability).



Obr. 6. Mapa svahových nestabilit v zájmovém území (originál ČGS, 2016; podklad © ČÚZK 2016).

Tab. 1. Přehledná tabulka svahových nestabilit (SN) v zájmovém území se stupněm aktivity a kategorizací.

Číslo SN (obr. 6)	Velikost SN	Mapový list	Typ SN	Stupeň aktivity SN	Kategorie rizika
1	nad 50 m	34-12-25	sesuv	uklidněný	I
1a	nad 50 m	34-12-25	sesuv	aktivní	III
1a1	nad 50 m	34-12-25	sesuv	aktivní	III
1b	nad 50 m	34-12-25	sesuv	dočasně uklidněný	I
1b1	do 50 m	34-12-25	sesuv	aktivní	I
1b2	nad 50 m	34-12-25	sesuv	aktivní	I
1c	nad 50 m	34-12-25	sesuv	dočasně uklidněný	I
1c1	do 50 m	34-12-25	sesuv	dočasně uklidněný	I
1c2	do 50 m	34-12-25	sesuv	aktivní	I
1d	nad 50 m	34-12-25	sesuv	dočasně uklidněný	I
1e	do 50 m	34-12-25	sesuv	dočasně uklidněný	I
1f	nad 50 m	34-12-25	sesuv	dočasně uklidněný	I
1f1	nad 50 m	34-12-25	sesuv	aktivní	III
1g	nad 50 m	34-12-25	sesuv	aktivní	I
1h	nad 50 m	34-12-25	sesuv	aktivní	I
1ch	nad 50 m	34-12-25	sesuv	aktivní	I
1i	do 50 m	34-12-25	sesuv	aktivní	I
1j	do 50 m	34-12-25	sesuv	aktivní	I
1k	nad 50 m	34-12-25	sesuv	dočasně uklidněný	I
1l	nad 50 m	34-12-25	sesuv	dočasně uklidněný	I
2	nad 50 m	34-12-25	sesuv	dočasně uklidněný	I
3	nad 50 m	34-12-25	sesuv	dočasně uklidněný	I
4	nad 50 m	34-12-25	sesuv	aktivní	I
5	nad 50 m	34-12-25	sesuv	uklidněný	I
5a	nad 50 m	34-12-25	sesuv	dočasně uklidněný	I
5b	nad 50 m	34-12-25	sesuv	dočasně uklidněný	I
5c	nad 50 m	34-12-25	sesuv	dočasně uklidněný	I
5d	nad 50 m	34-12-25	sesuv	dočasně uklidněný	I
5e	nad 50 m	34-12-25	sesuv	dočasně uklidněný	I
5f	nad 50 m	34-12-25	sesuv	dočasně uklidněný	I
5g	nad 50 m	34-12-25	sesuv	dočasně uklidněný	I
6	nad 50 m	34-12-25	sesuv	dočasně uklidněný	I
7	nad 50 m	34-12-25	sesuv	dočasně uklidněný	I
8	nad 50 m	34-12-25	sesuv	dočasně uklidněný	I
9	nad 50 m	34-12-25	sesuv	uklidněný	I
9a	nad 50 m	34-12-25	sesuv	dočasně uklidněný	I
1	nad 50 m	34-21-21	sesuv	uklidněný	I
1a	nad 50 m	34-21-21	sesuv	dočasně uklidněný	I
1b	nad 50 m	34-21-21	sesuv	dočasně uklidněný	I
1c	nad 50 m	34-21-21	sesuv	dočasně uklidněný	I
1d	nad 50 m	34-21-21	sesuv	uklidněný	I
1e	nad 50 m	34-21-21	sesuv	dočasně uklidněný	I
1f	nad 50 m	34-21-21	sesuv	dočasně uklidněný	I
9b	nad 50 m	34-21-21	sesuv	dočasně uklidněný	I
9c	do 50 m	34-21-21	sesuv	dočasně uklidněný	I
9d	do 50 m	34-21-21	sesuv	dočasně uklidněný	I

7. Základní inženýskogeologické a hydrogeologické zhodnocení zájmového území

Posuzované území je tvořeno převážně příkrovy ždánické jednotky a to ždánicko-hustopečským, menilitovým a podmenilitovým souvrstvím. Vrcholky svahů, které v terénu vystupují jako skalní výchozy, mají na svahové pohyby omezený vliv a to sekundárně hydrogeologicky a hydrologicky. Výchozové části Pavlovských vrchů budují karbonátové horniny ernstbrunnských vápenců a kletnického souvrství.

Kvartérní pokryv je vyvinut jen v nižších partiích svahu a tvoří jej svahoviny jako produkty zvětrávání a eroze (denudace) vrcholů Pavlovských vrchů, nacházející se zejména ve střední části svahu, a akumulace eolických sedimentů spraší a sprašových hlín v nejnižších partiích svahu. V obou typech těchto dominantních zástupců kvartérního pokryvu vznikly a vznikají svahové pohyby. S velkou pravděpodobností lze předpokládat, že svahovými pohyby byl postižen také masiv předkvartérního podloží.

Tyto předpokládané svahové pohyby jsou však zakryty kvartérním pokryvem, který byl také postižen svahovými pohyby v pleistocénu, a nejsou v morfologii terénu jednoznačně identifikovatelné. Za současných interglaciálních klimatických podmínek jsou aktivovány při extrémním stavu klimatu mělké svahové nestability, zpravidla podmíněné antropogenním zásahem při zkulturnování krajiny (těžba surovin, zemědělství, stavební činnost, komunikace apod.).

ČGS nepředpokládá, z hlediska stability zájmového území, existenci hlubokých svahových deformací, jejichž smykové plochy by procházely předkvartérním podložím. ČGS však nevyklučuje možnost založení svahové nestability s maximální hloubkou smykových ploch při rozhraní podloží a kvartérního pokryvu, ale to jen za zcela extrémní situace, např. při provádění zemních prací většího rozsahu. Dojde-li těmito pracemi k odkrytí skalního podloží bez řádného odvodnění, resp. ke vzniku deprese s nevhodnými odtokovými poměry, bude tak výkopem vytvořena preferenční infiltrační cesta k sycení litologického rozhraní podloží/kvartér.

ČGS je názoru, že největší pravděpodobnost vzniku svahového pohybu s ohledem na hydrogeologické a hydrologické poměry mají svahové nestability se smykovými plochami založenými v rámci pokryvných útvarů, a to na morfologicky podmíněných a lidskou činností pozměněných svazích.

Pro udržení stability území je zásadní kontrolovaný povrchový odtok atmosférických srážek z rozsáhlých ploch vinic v zázemí svahových nestabilit. Při hospodaření na těchto plochách se nesmějí vytvářet bezodtoké deprese, resp. preferenční cesty infiltrace ke skalnímu podloží.

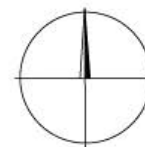
8. Hydrotechnické zhodnocení zájmového území

Komplexní hydrotechnické zhodnocení zájmového území je předmětem samostatné přílohy č. 2 (Jakoubek – Píšová 2016). Náplní této přílohy je:

- 1) Posouzení hydrologické situace, která v lokalitě nastala v září 2014 a jejímž následkem byla blesková povodeň, která prošla řešeným dílčím povodím v k. ú. Dolní Věstonice. Povrchové proudění vody (soustředěný bahnotok) následně způsobilo svahové deformace v této lokalitě a způsobilo řadu poškození pozemků.
- 2) Vypracování modelového řešení povrchového odtoku způsobeného 100letou srážkovou událostí k uzávěrovým profilům silnice III/42117.
- 3) Koncepční návrh stavebně-technických opatření pro zajištění spolehlivého odvádění srážkových vod z dílčího povodí až do recipientu vodní nádrže Nové Mlýny, a to včetně bezpečného převedení těchto vod pod silnicí III/42117.

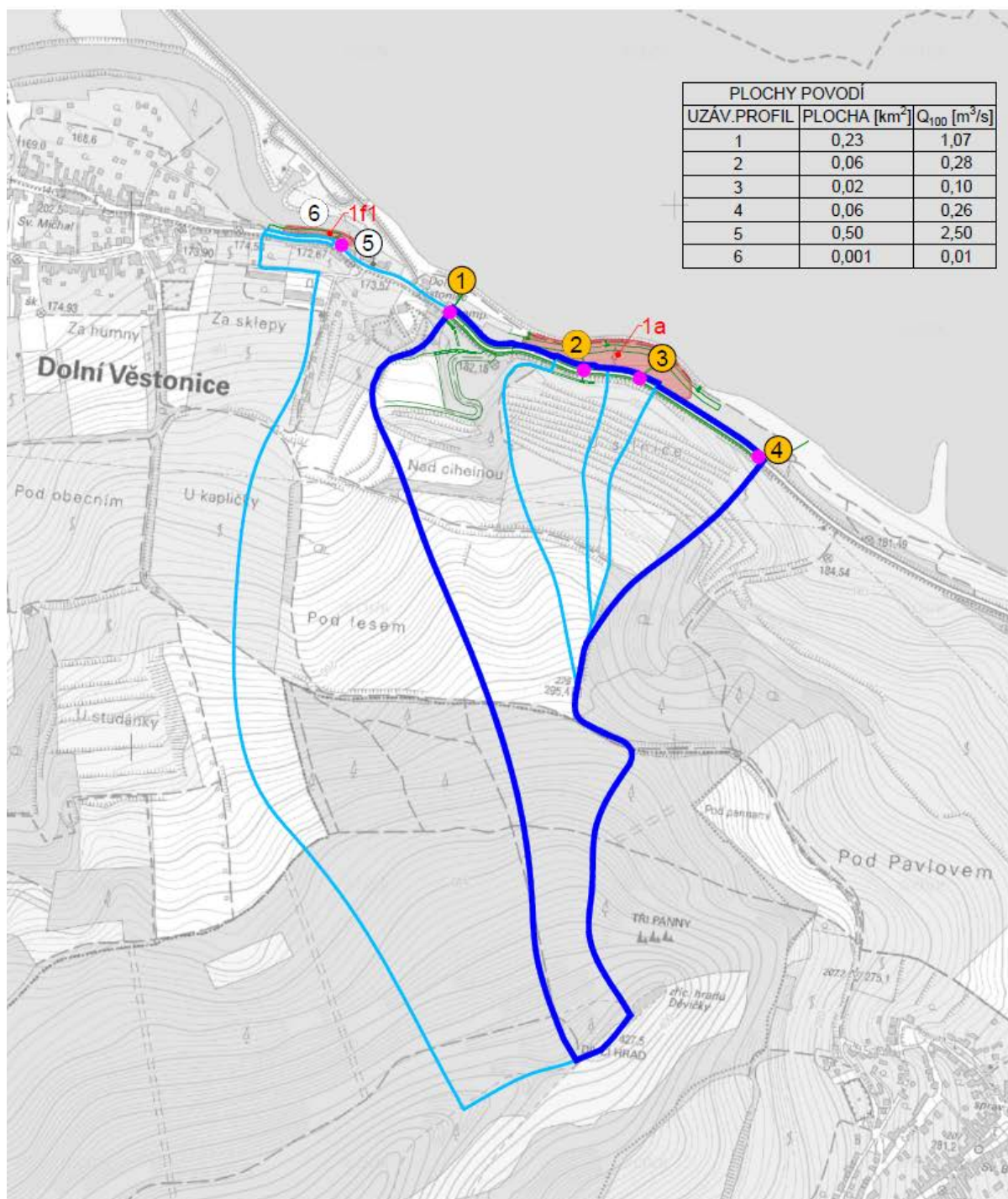
Ze závěrů hydrotechnického posouzení vyplývá:

- Prakticky všechny posuzované propustky jsou dostatečně kapacitní pro převedení průtoků Q_{100} , avšak za předpokladu že jsou v řádném a plně průtočném stavu, včetně naváděcích zařízení (rigoly podél silnice III/42117).
- Mimořádná hydrologická situace ve dnech 13.–14. září 2014, jež způsobila několik havarijních stavů, nedosáhla s největší pravděpodobností maximálních průtoků Q_{100} .
- Všechny odvodňovací prvky musí být navrženy v dostatečných dimenzích a dostatečné kapacitě tak, aby systém jako celek byl schopen převést návrhový průtok Q_{100} do propustků pod silnicí III/42117 a do recipientu vodního díla Nové Mlýny – dolní nádrž.
- Návrh odvodnění musí zahrnovat také další technická opatření, která z vymezených dílčích povodí (obr. 7) zamezí neorganizovanému povrchovému odtoku spojenému s erozí půdy a transportem materiálu, jenž rychle zanáší vodní díla.
- Pozitivním krokem vedoucím ke snížení rizika opakování havarijního stavu ze září 2014 bylo vyčištění stávajících propustků v červenci 2016.



LEGENDA:

- 5 NAVRŽENÁ STAVEBNĚ TECHNICKÁ OPATŘENÍ PRO ZAJIŠTĚNÍ SVAHOVÝCH NESTABILIT
- 3 UZÁVĚRNÝ PROFIL - PROPUSTKY POD KRAJSKOU KOMUNIKACÍ, KTERÉ JSOU MIMO RÁMEC NAVRŽENÝCH PRACÍ
- PLOCHA VYMEZENÉHO POVODÍ, KTEROU JE NUTNO ODVODNIT PRO ZAJIŠTĚNÍ SVAHOVÝCH NESTABILIT V ÚZEMÍ
- HRANICE VYŠETŘOVANÝCH DÍLČÍCH POVODÍ
- SVAHOVÉ NESTABILITY III. KATEGORIE
- PROPUSTEK POD KRAJSKOU KOMUNIKACÍ



Obr. 7. Hydrotechnická situace s vymezením ploch dílčích povodí (1, 2, 3 a 4), která je nezbytné odvodnit pro zajištění stability zájmového území.

9. Nově provedené práce pro upřesnění geologické stavby zájmového území a rozsahu svahových deformací

9.1. ERT

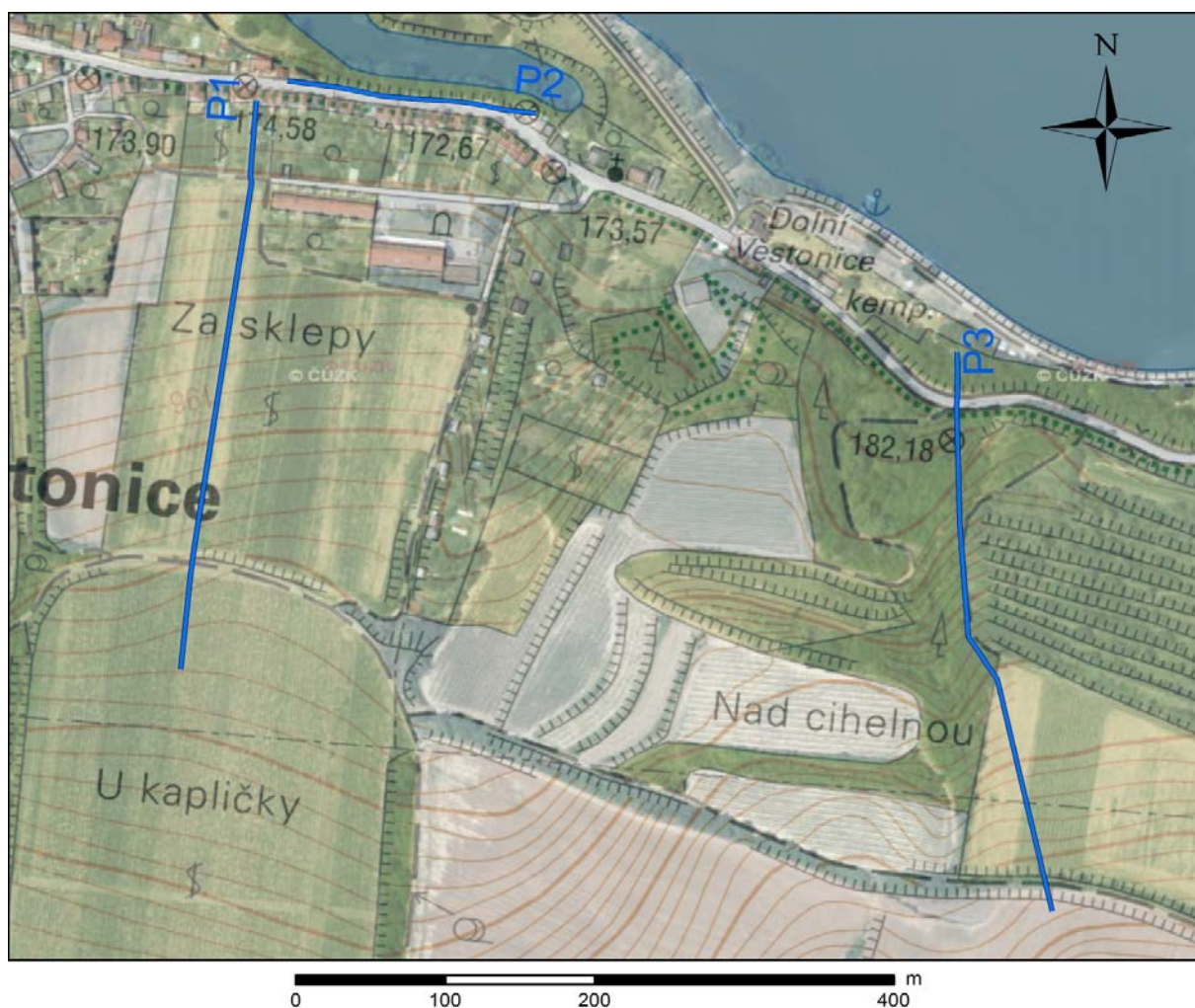
Geofyzikální metoda elektrické odporové tomografie (ERT – Electrical Resistivity Tomography), také známá jako multielektrodová odporová metoda (multikabel), slouží k sestavení vertikálního odporového řezu geologických poměrů v jeho linii. Princip uvedené metody spočívá v měření měrných odporů zemin a hornin pomocí velkého množství elektrod uzemněných v linii profilu. Ekvidistantní vzdálenost sousedních elektrod byla zvolena 3 a 5 m. Naměřená data byla interpretována programem Res2Dinv (Loke – Barker 1996). Program provádí 2D inverzi naměřených odporových dat (iterace) a sestavuje 2D odporové řezy prostředí pod profilem. Naměřené profily byly dosazeny do kontextu 3D geologického modelu, sestaveného na základě digitálního modelu reliéfu (DMR5G) a zejména na základě výsledků dostupné vrtné prozkoumanosti.

Měření multielektrodovou odporovou metodou ERT bylo realizováno v liniích profilů P1, P2 a P3 (obr. 8). Celkově byly proměřeny profily o souhrnné délce 955 m. U všech profilů bylo použito uspořádání elektrod Wenner-Schlumberger N6 s délkou pulzu 0,3 s. P profily P1 a P3 byly měřeny s ekvidistantní vzdáleností elektrod 5 m a přesnost měření byla díky absenci antropogenních rušivých objektů pod povrchem dobrá, což dokládá i relativně nízká střední kvadratická chyba inverze naměřených dat, cca 5,5 %. U profilu P2, měřeného s ekvidistantní vzdáleností elektrod 3 m, byla střední kvadratická chyba inverze vyšší, cca 12 %, což lze přičíst právě antropogenním rušivým objektům pod povrchem (septik).

Vlastní terénní měření metodou ERT bylo realizováno 7. a 8. července 2016 geoelektrickou aparaturou ARES II (GF Instruments, s. r. o., Brno) za použití 6 sekcí (kabelů) po osmi elektrodách. Pro grafický výstup odporového řezu byla využita 3. iterace a profily byly 1,5krát převýšeny pro názornost. Pro všechny profily byla generována přesná topografie terénu z DMR5G. Z hydrometeorologických dat vyplývá, že měsíce květen a červen 2016 byly srážkově podprůměrné a v několika dnech předcházejících měření na dané lokalitě významněji nepršelo (tab. 2).

Tab. 2. Hydrometeorologická situace Jihomoravského kraje v prvních měsících roku 2016 (© ČHMÚ, 2016).

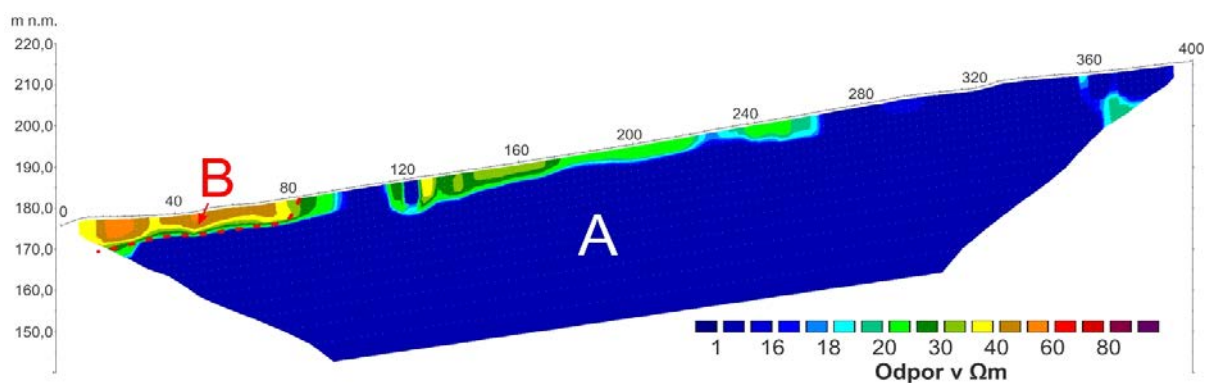
Jihomoravský kraj	Měsíc					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
S = úhrn srážek [mm]	26	67	25	46	49	51
N = dlouhodobý srážkový normál 1961–1990 [mm]	30	30	29	38	65	75
% = úhrn srážek v % normálu 1961–1990	86	223	86	121	75	68



Obr. 8. Situace profilů ERT P1, P2 a P3 (podklad © ČÚZK, 2016).

Interpretace měření

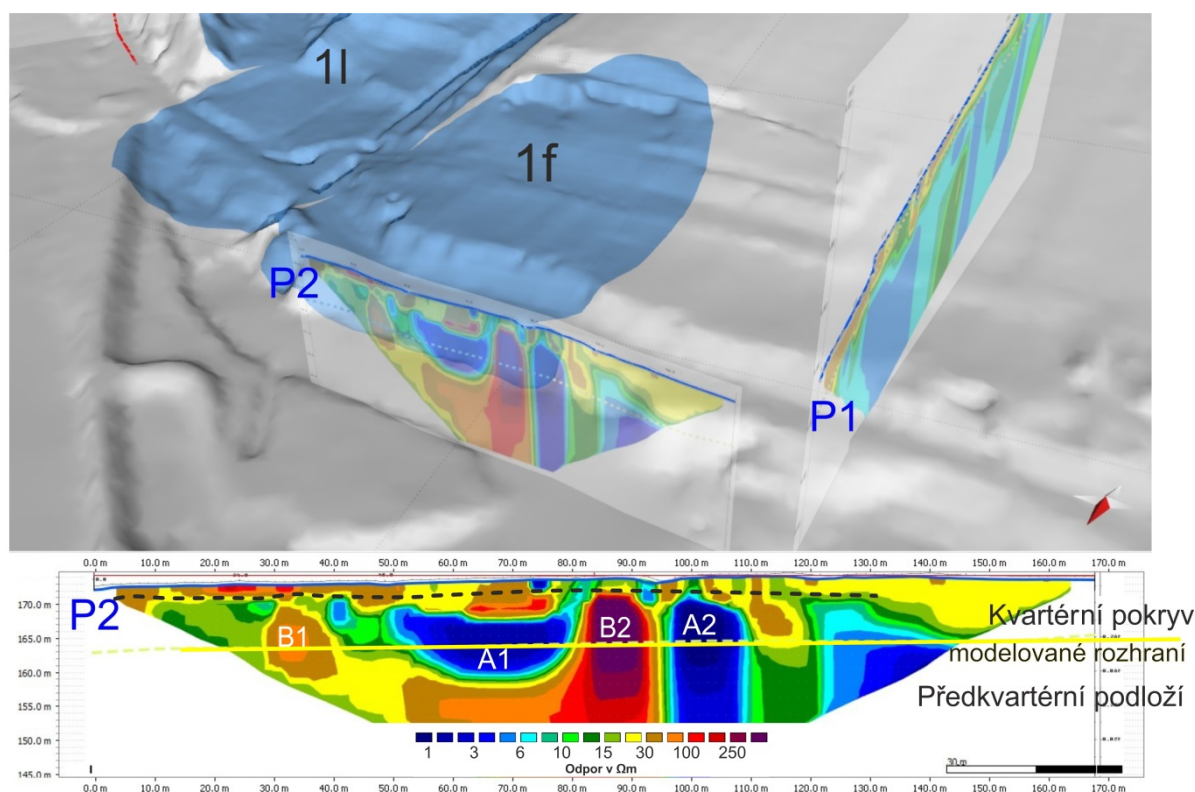
Profil P1



Obr. 9. Odporový řez profilu P1 se zahuštěnou škálou odporů v rozmezí 1–16 Ωm . Plocha A reprezentuje homogenní prostředí nízkých odporů. Plocha B je projev vinného sklepu s vysokými odpory.

Začátek profilu P1 byl položen mezi sklepy a dále veden jižním směrem podél vinice. Délka profilu je 395 m s ekvidistantní vzdáleností elektrod 5 m. Rozsah hodnot naměřených odporů je mezi 0,8 až 85 Ω m, přičemž většina hodnot se pohybuje v rozmezí 0,8 až 16 Ω m (prostředí A v obr. 9). Distribuce odporů v profilu P1 naznačuje homogenní prostředí odpovídající zeminám nebo horninám jílovité povahy. V metráži 0–70 m se projevuje vinný sklep zvýšenými odpory (prostředí B v obr. 9), který profil přecházel.

Profil P2



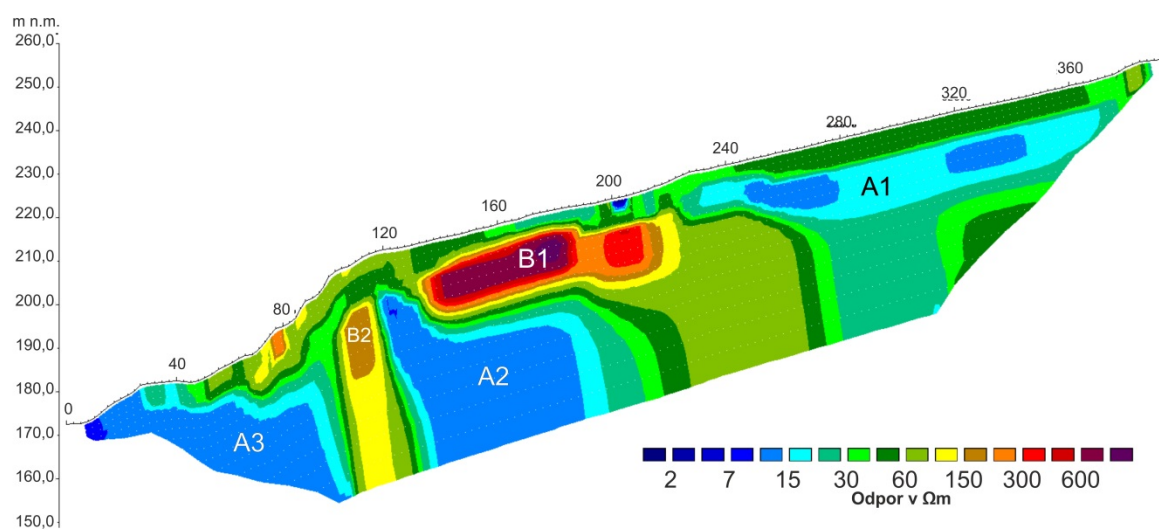
Obr. 10. Odporový řez P2 vyneseny v 3D modelu se zobrazeným rozhraním (žlutá čára) kvartérní pokryv vs. předkvartérní podloží. V 3D modelu je odporový řez 2krát převýšen.

Profil P2 byl vedený podél silnice III/42117 po pravé straně ve směru do Dolních Věstonic. Délka profilu je 165 m s ekvidistantní vzdáleností elektrod 3 m. Celkový rozptyl naměřených odporů je mezi 0,8 až 980 Ω m, což dokládá nehomogenitu horninového prostředí. Střední kvadratická chyba inverze naměřených hodnot se pohybuje okolo 12 %, jako důsledek antropogenních rušivých objektů pod povrchem (septik). Rozpětí a rozložení hodnot odporů odpovídá antropogenním navažkám a vysokému stupni přetvoření původních poměrů člověkem. Významně se projevuje také konstrukční vrstva silnice (černá přerušovaná čára v obr. 10). Anomálie označená B1 v obr. 10 je pravděpodobně odporovým projevem přečerpávací stanice nacházející se v těchto místech profilu P2. Vysokoodporová anomálie s hodnotami mezi 100 až 980 Ω m v okolí metráže 80 m (označena B2 v obr. 10), obklopená nízko odporovými anomáliemi s odpory mezi 1 až 9 Ω m (A1 a A2 v obr. 10) je s největší pravděpodobností projevem dvou stávajících septiků, které mají být v rámci sanace zasypány (dle projektové dokumentace SO 02.11 firmy Fundos, spol. s r. o.; Lokos – Lamparter 2016).

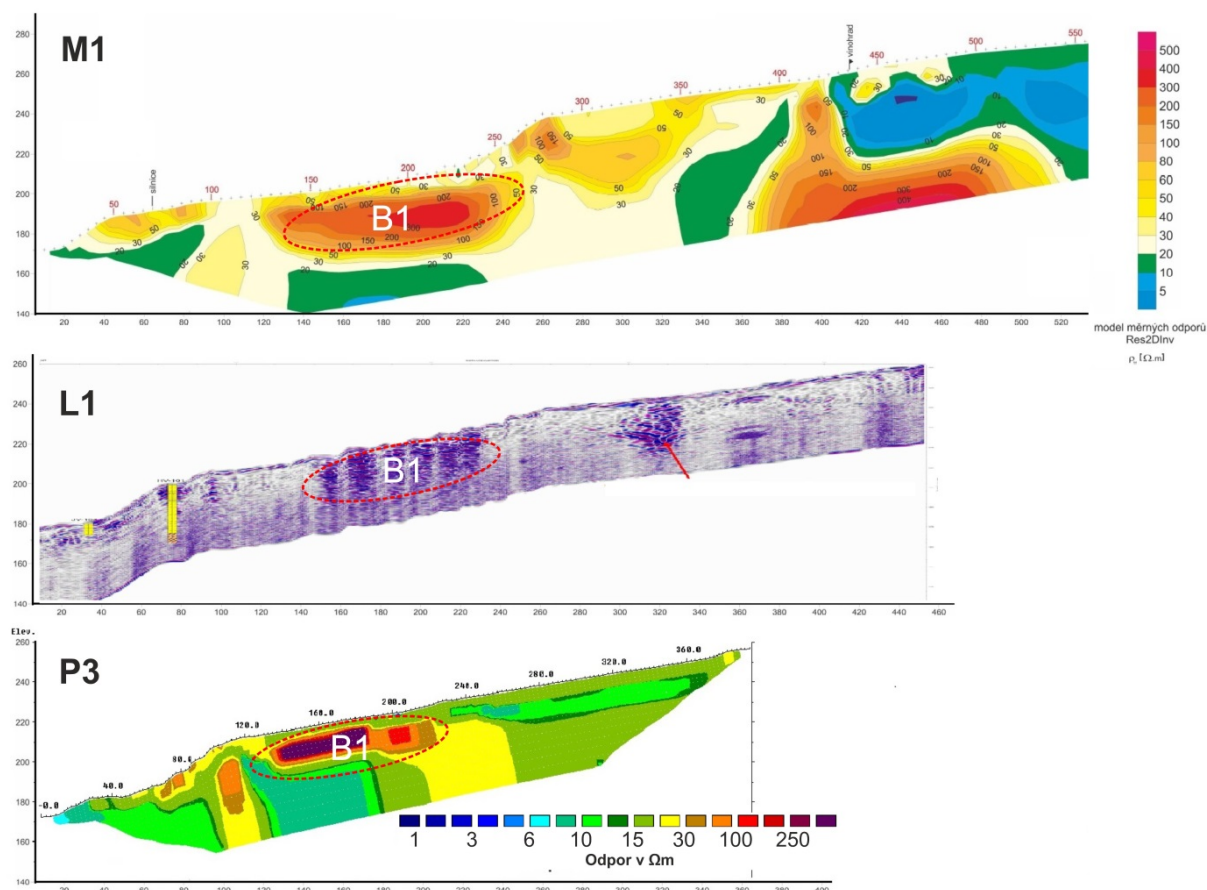
Profil P2 také charakterizuje výskyt oblastí s extrémně nízkým odporem – v obr. 10 označeny písmeny A1 a A2. Tyto anomálie nelze na základě jedné průzkumné metody jednoznačně identifikovat. Na základě nízkých hodnot odporů lze předpokládat, že se jedná nejspíše o silně zvodněné nebo jílovité geologické prostředí. Významný vliv na odporový projev profilu P2 má také blízkost vodní plochy mrtvého ramena Dyje, vzdáleného jen cca 15 m.

Profil P3

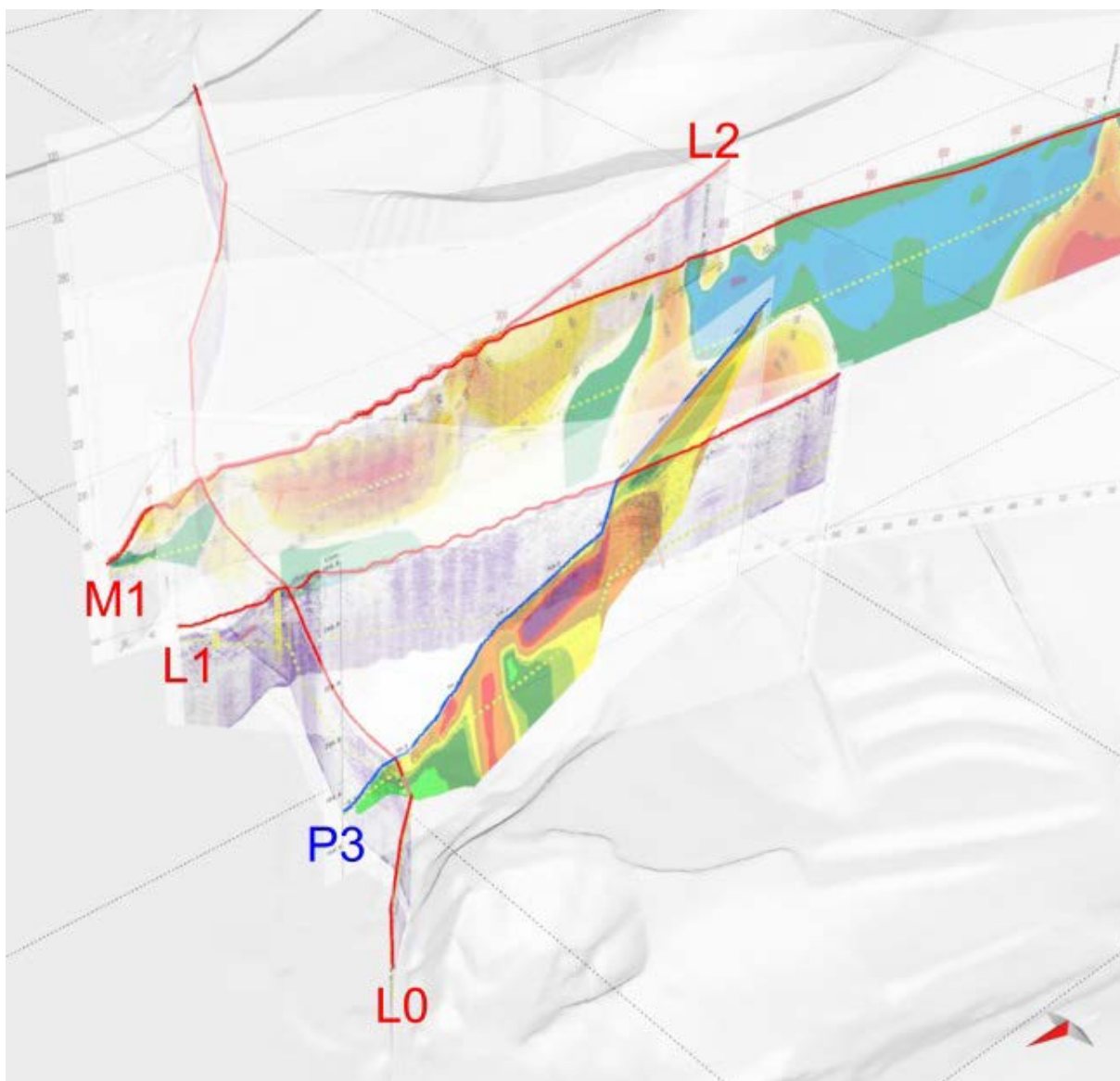
Začátek profilu P3 byl umístěn k plotu ohraničující kemp Langer a profil byl dále veden do svahu směrem k jihu. Délka profilu je 395 m s ekvidistantní vzdáleností elektrod 5 m. Celkový rozptyl naměřených odporů u profilu P3 je mezi 2 až 720 Ωm a distribuce odporů odpovídá složitosti geologických poměrů. Vysokoodporová anomálie, označena B2 na obr. 9, je interpretována jako projev rozvolnění odlučné oblasti svahové nestability. Svahové pohyby jsou pod hranou svahu morfologicky patrné. Podobný projev je interpretovaný z profilu L1 průzkumu Hubatky – Kudy – Frolky (2016). Vysokoodporová anomálie B1 v obr. 11 může být interpretována jako projev štěrkové terasy řeky Dyje. Na zvýšení odporů anomálie B1 má také vliv fakt, že profil byl v těchto místech veden na hraně svahu (úsek profilu vedený po polní cestě) a nebyl zde zachován celý poloprostor pod profilem. Podobná anomálie je popsána v závěrečné zprávě geofyzikálního průzkumu společnosti Kolej Consult & servis, spol. s r. o., na profilu M1, a také se projevuje na profilu L1 (Hubatka – Kuda – Frolka, 2016). Porovnání geofyzikálních profilů M1, L1 a P3 ukazuje obr. 12. Při korelaci tohoto projevu v 3D modelu (viz obr. 13) je zřejmé, že na profilech M1 a L1 je tato anomálie níže po svahu oproti profilu P3. Rozdíl výšek pravděpodobně dokazuje přemístění štěrkové terasy starými svahovými pohyby. Že se štěrková terasa v profilu P3 nachází výše ve svahu, ČGS interpretuje situováním linie profilu do relativně stabilního hřbetu, což je patrné z morfologické analýzy DMR5G. Výše ve svahu na profilu P3, přibližně od metráže 220 m až do konce profilu, se projevuje nízkoodporová anomálie A1 (10 až 30 Ωm ; viz obr. 11). Na základě nízkých hodnot odporů lze předpokládat, že se jedná nejspíše o silně zvodněné nebo jílovité geologické prostředí, stejně jako anomálie A2 a A3 (viz obr. 11).



Obr. 11. Odporový řez profilu P3 s vyznačenými anomáliemi A1, A2, A3 a B1, B2.



Obr. 12. Porovnání geofyzikálních profilů M1, L1 (Hubatka – Kuda – Frolka, 2016) a P3.



Obr. 13. Vzájemná pozice geofyzikálních profilů M1, L1 (Hubatka – Kuda – Frolka, 2016) a P3 v 3D modelu zájmového území.

3D model

Program MOVE je software pro užití v geologických vědách za účelem 3D modelování geologické stavby. Je primárně cílen na potřeby strukturních geologů, dále je hojně využíván pro potřeby sedimentárního modelování a geomechanického modelování. Program MOVE umožňuje tvorbu litologických horizontů z vrtných a seismických dat a využívá širokou škálu algoritmů pro výpočet výsledného 3D povrchu (meshe). Pro konstrukci plochy povrchu předkvartérního podloží byla využita data z 36 vrtů. Plocha tohoto rozhraní byla vytvořena pomocí Delaunayho triangulace, která v případě těchto dat dává nejlepší výsledky, jelikož přímo propojuje dané hloubkové úrovně bez zkreslení nebo umělého zakřivení povrchu. Použité vrty jsou uvedeny v tabulce č. 3. Z celkového počtu 36 vrtů je 29 archivních, převzatých z databáze Geologicky dokumentovaných objektů ČGS (GDO). 6 vrtů bylo převzato z průzkumu Stejskala (2016) a 1 vrt z průzkumu Mrázka (2016). Pro zobrazení povrchu terénu byl použit DMR5G analyzovaný funkcí slope/sklon, která

A 3D visualization of a geological model, likely a reservoir, showing various well locations and reservoir properties. The model is displayed on a grid background. The reservoir is represented by a blue, semi-transparent volume. Several wells are marked with black icons and labels, including HP5, S-30, VP-7, VP-6, S-38, JV106, JV105, HV101, JV104, HP107, V-1, HP-1, P318, P310, V-10, V-9, V-11, HP8, HP3, V-31, R311, V-30, 101 V30, 92 V1013, R312, HV-10, HV-9, V-5, JV102, V-1014, V-103, and V-10. The reservoir is divided into several regions, each labeled with a color-coded code: M1 (red), L1 (red), L2 (red), P3 (blue), L0 (red), P2 (blue), and P1 (blue). The model also shows a topographic map of the surrounding area, including a mountain range in the background.

Tab. 3. Tabulka vrtů použitých ke tvorbě 3D modelu zájmového území.

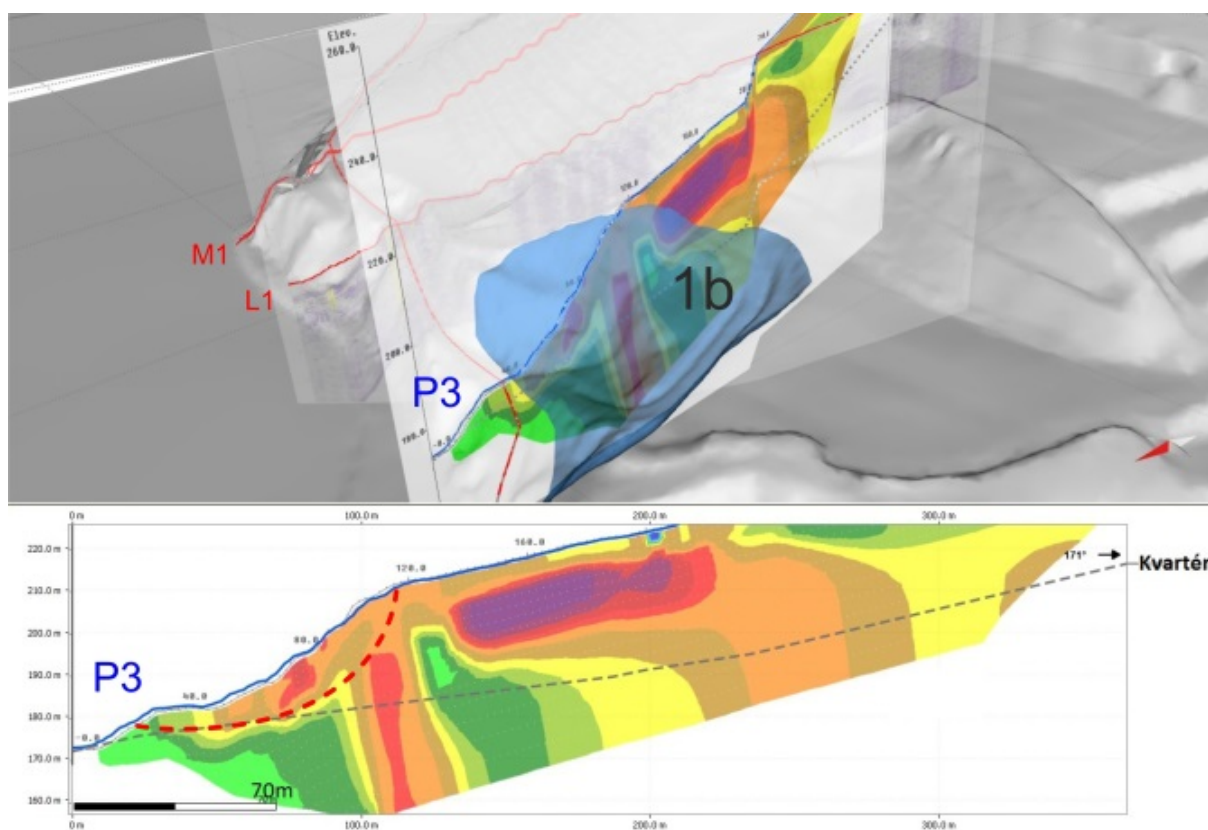
22

92 V-1014	527518	1195170,00	598610,00	186,50	10,00	4,60	Suchý vrt	Paleogén
HV-101	527519	1195181,40	598548,10	176,50	12,00	4,50	4,70	Hl. p. v. ověřována, Paleogén
VP-5	527543	1195127,40	598252,20	167,50	9,60	9,10	1,10	Hl. p. v. ověřována, Neogén
VP-6	527544	1195171,70	598005,10	116,80	9,40	8,90	1,50	Hl. p. v. ověřována, Neogén
VP-7	527545	1195193,30	597766,70	166,60	9,80	9,30	1,90	Hl. p. v. ověřována, Neogén
V-30	527605	1195420,00	598630,00	205,00	15,00	13,80	Suchý vrt	paleogén
V-31	527606	1195360,00	598510,00	210,70	15,00		Suchý vrt	podloží nenavrtáno
101 V-26	527609	1195243,40	598439,60	200,50	15,00		Suchý vrt	podloží nenavrtáno
101 V-30	527613	1195457,30	598662,50	210,90	15,00	13,80	Suchý vrt	paleogén
P-310	527861	1194813,40	598789,20	168,30	10,00	9,40	2,00	Naražená hl. p. v., Neogén
P-318	527862	1195085,80	598528,40	168,70	11,00	8,00		Bez záznamu o hl. p.v., Neogén
HP-5	531293	1195780,00	597255,00	169,80	15,20	7,80	2,50	Hl. p. v. ověřována, Paleogén
HP-8	531294	1195940,00	597435,00	208,30	30,00	20,50	7,20	Hl. p. v. ověřována, Paleogén
V-9	531295	1196070,00	597625,00	239,10	30,00	16,00	5,00	Hl. p. v. ověřována, Paleogén
V-11	531296	1196230,00	597750,00	269,80	8,20	3,10	Suchý vrt	Paleogén
HV-9	577728	1194909,70	598921,90	168,85	8,00	7,00	3,00	Ustálená hl. p. v., Neogén
S-30	603322	1195446,00	597492,00	167,40	5,80		2,00	Hl p. v. naražená, podloží nenavrtáno,
S-38	603324	1195052,00	598263,00	166,80	5,00		2,50	Hl p. v. naražená, podloží nenavrtáno,
HV-1	527733	1195032,10	599159,80	169,74	8,20	6,20	1,50	Ustálená hl. p. v., Paleogén
HV-10	577729	1195207,90	599267,20	172,62	7,10	6,60	4,00	Ustálená hl. p. v., Neogén
HP-107		1195257,25	598221,47	179,90	9,00	4,20	záznam není	Geotest, signatura: P058052
JV-101		1195246,13	598255,99	172,00	6,00	3,40		Arcadis 1
JV-102		1195037,72	598756,92	173,50	10,20			Arcadis 2, podloží nenavrtáno
JV-103		1195061,71	598619,18	172,90	10,00		6,60	Arcadis 3, Ustálená hl. p. v. podloží nenavrtáno
JV-104		1195260,36	598131,87	172,90	6,00			Arcadis 4, podloží nenavrtáno
JV-105		1195293,88	598004,83	172,25	6,00	4,60	2,30	Arcadis 5 naražená

								hladina (vrt zavalen)
JV- 106		1195351,52	597944,53	172,30	6,00	5,00	2,50	Arcadis, 6 naražená hl. p. v. (vrt zavalen)
HV- 101		1195292,33	598201,77	192,10	30,00	25,00	20,00	Sweco, ustálená hl. p. v.

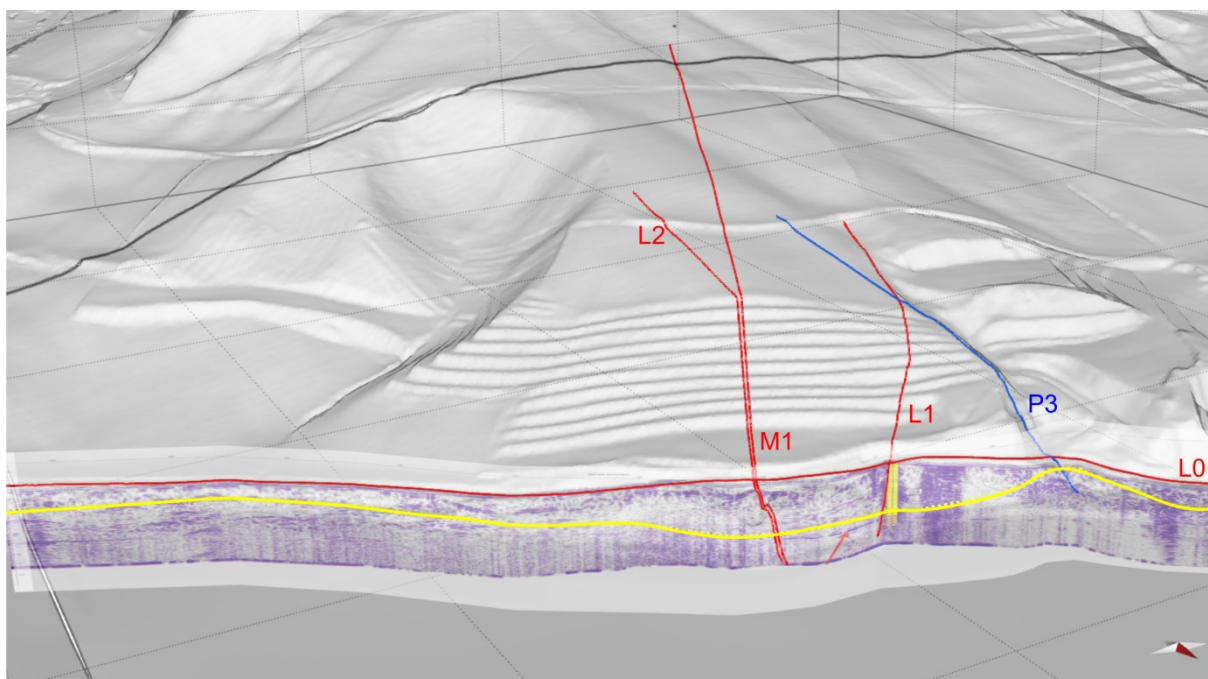
V modelu jsou vzájemně korelovány všechny dostupné geofyzikální profily a vrty. Na povrch jsou promítnuty zákresy svahových nestabilit, které jsou výsledkem geomorfologické analýzy DMR5G. Pro názornost je model na všech obrázcích 2krát převýšen.

Rozložení, hustota a počet vrtů není dostatečný pro zkonstruování dostatečně podrobné plochy povrchu předkvartérního podloží, proto je vyneseno rozhraní spíše orientační, ale s určitou mírou nepřesnosti odpovídá a vysvětluje některé geofyzikální indikace, např. v úvodní části profilu P3 (20 až 120 m) probíhá rozhraní podél smykové plochy svahové nestability 34-12-25/1b (obr. 15).

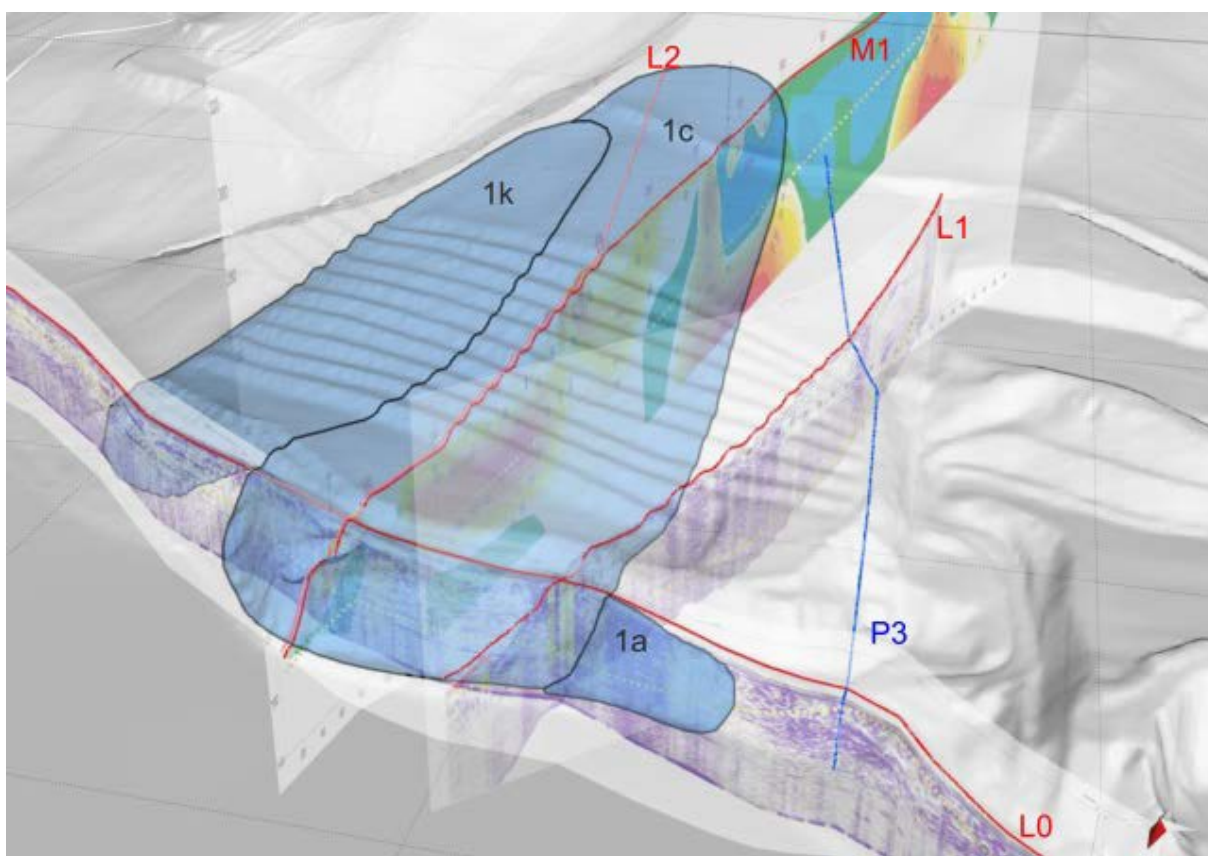


Obr. 15. Odporový řez P3 vyneseny v 3D modelu se zobrazeným rozhraním (šedá čára) kvartérního pokryvu a předkvartérního podloží.

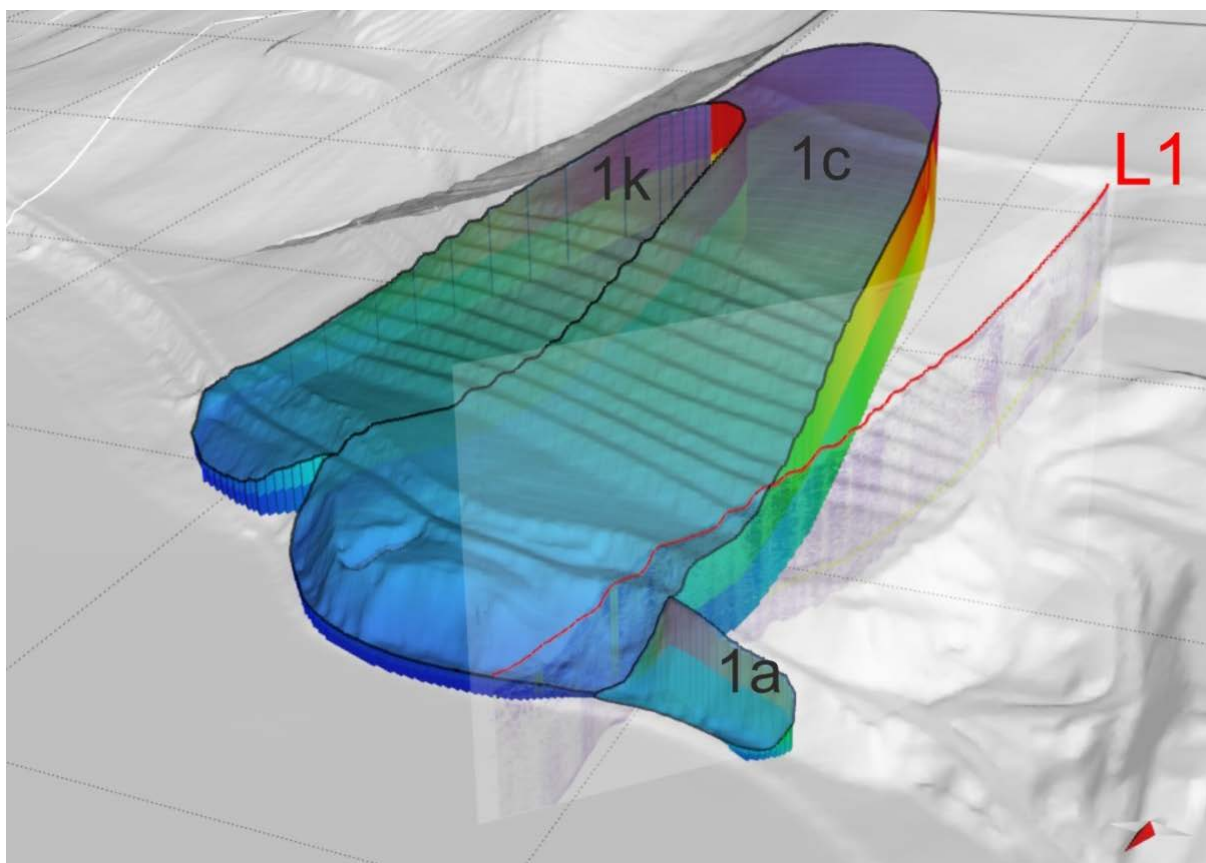
Obrázek č. 16 dokládá proměnlivou mocnost kvartérního pokryvu. V místě křížení profilu L0 a P3 je jeho mocnost nejmenší. Směrem k východu mocnost kvartéru narůstá. Přehledně je pak situace vynesena v obr. 17 a 18, kde jsou zobrazeny svahové nestability ve vztahu ke geofyzikálním profilům.



Obr. 16. Georadarový řez L0 (Hubatka – Kuda – Frolka, 2016) vynesný v 3D modelu se zobrazeným rozhraním (žlutá čára) kvartérního pokryvu a předkvartérního podloží.



Obr. 17. Geofyzikální profily M1, L1 a L0 (Hubatka – Kuda – Frolka, 2016) vynesný v 3D modelu.



Obr. 18. 3D model svahových nestabilit s naznačenou mocností sesuvných těles.

V programu MOVE byly vypočítány přibližné objemy hmot svahových nestabilit 34-12-25/1a (18 533 m³), 34-12-25/1c (2 196 014 m³) a 34-12-25/1k (1 065 511 m³). Spodní omezení, neboli báze sesuvných těles, je reprezentováno vygenerovaným rozhraním mezi kvartérním pokryvem a předkvartérním podložím, které bylo vytvořeno pomocí Delaunayho triangulace dat z vrtné dokumentace.

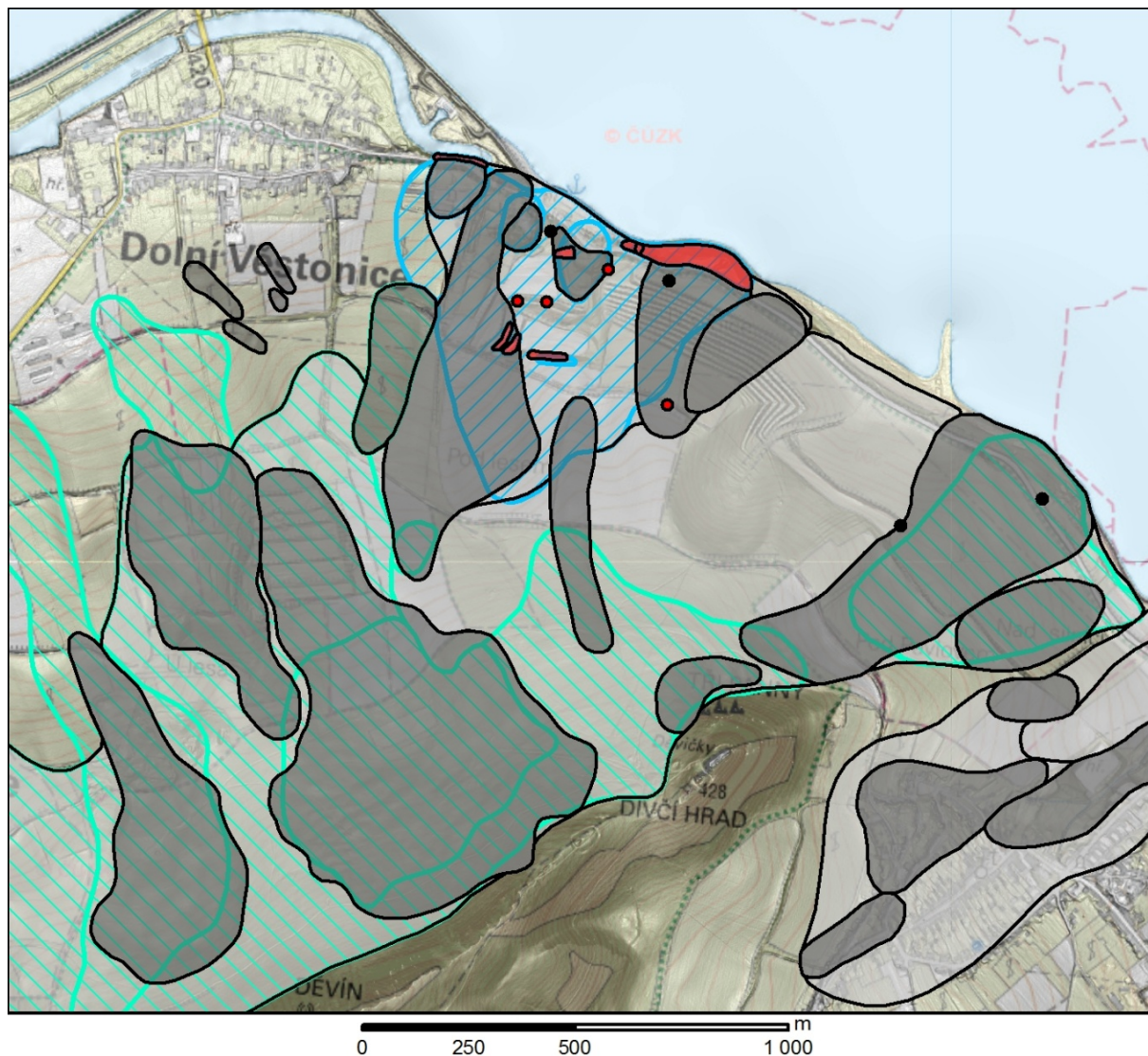
9.2. Interpretace dat dálkového průzkumu Země – DMR5G

Na základě nedávno nově zpřístupněných dat DMR5G (© ČÚZK) bylo zájmové území v rámci zpracování této studie přemapováno, přičemž byly změněny geometrické zákresy území a těles svahových nestabilit evidovaných v Registru svahových nestabilit ČGS na mapovém listu 34-12-25. Záznamy, které budou v rámci registru upraveny, byly interpretovány na základě mapovacích túr, analýzy topografické základní mapy 1 : 10 000 a s využitím archivních záznamů. Prostředí Pavlovských vrchů představuje pro povrchové mapování složité území, protože prodělalo významné antropogenní přetvoření. Morfologické tvary svahových nestabilit v terénu zůstávají nevýrazné, i když DMR5G mění možnosti mapéra výrazně k lepšímu.

Průzkum v rámci řešení stability tohoto území v souvislosti s provozem a výstavbou nádrže u Nových Mlýnů (Janovský, 1967) vymezil na předmětné lokalitě tzv. „dolnověstonický sesuv“, jehož zákres byl převzat do Registru sesuvů Geofond pod číslem

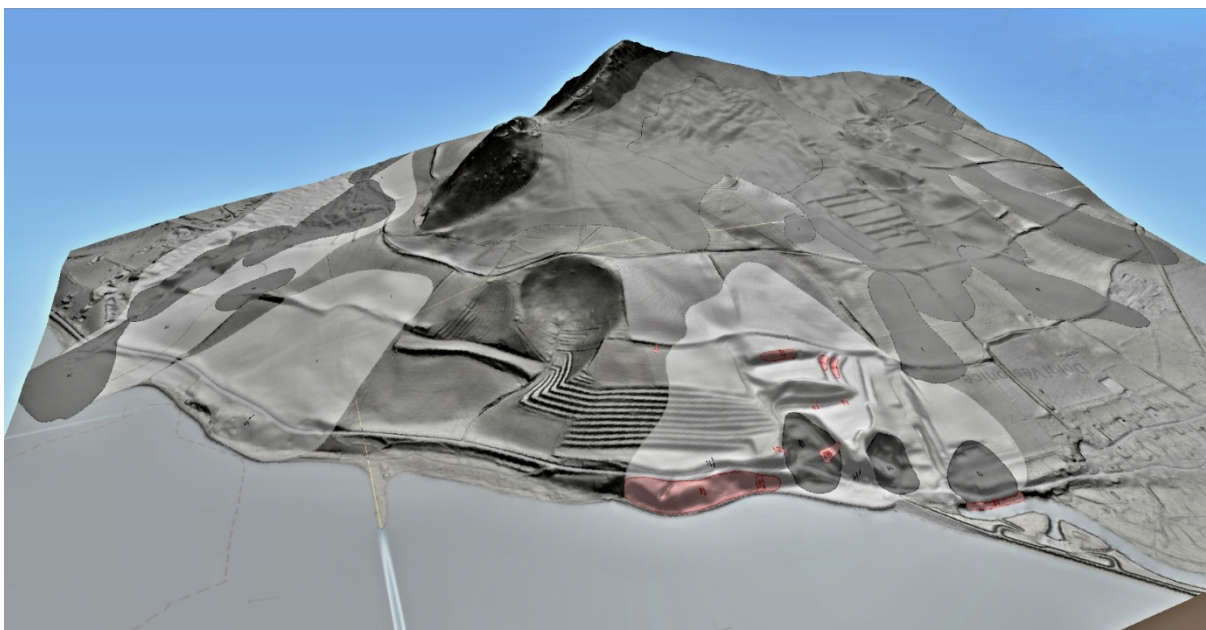
5608. Následně byl zákres upraven a zanesen do Registru svahových nestabilit ČGS pod číslem 34-12-25/1 (obr. 19, 20).

Na základě geomorfologické analýzy DMR5G a komplexní interpretace dat lze shrnout, že tzv. „dolnověstonický sesuv“ je spíše soustavou dílčích těles svahových nestabilit (obr. 21) a pro jeho prezentování jako samostatného tělesa neexistují v reliéfu patřičné geomorfologické parametry a doklady.

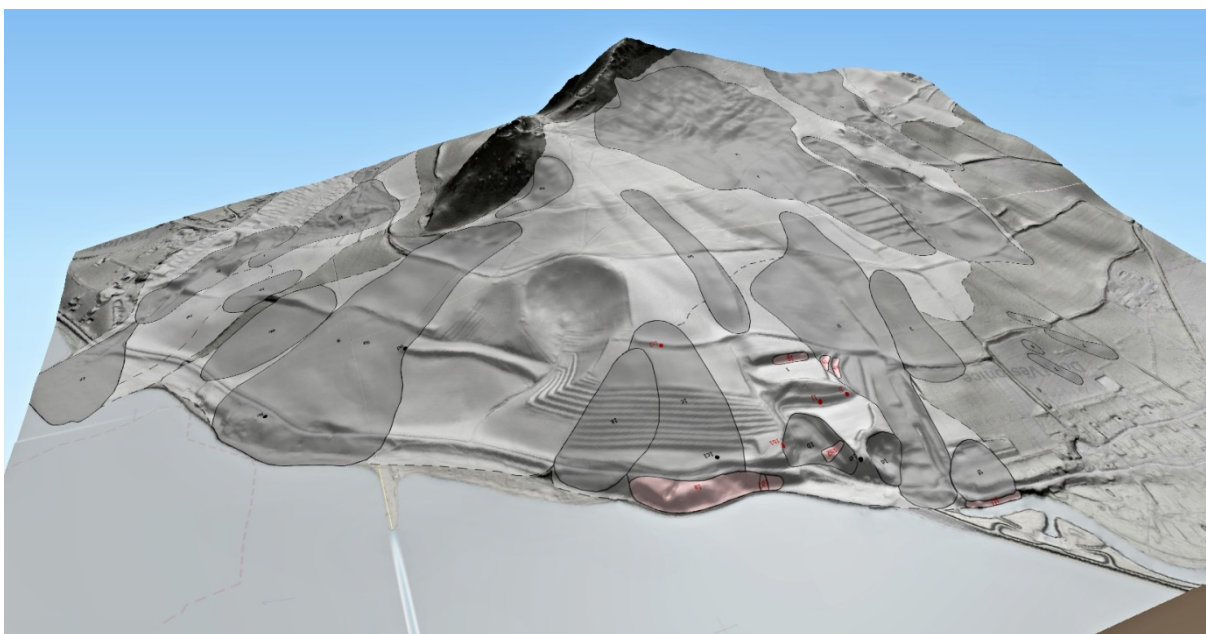


Obr. 19. Přehledná situace konfrontace záznamů evidovaných v Registru svahových nestabilit ČGS (stav k červnu 2016) s tělesy svahových deformací interpretovaných na základě mapovacích túr, analýzy topografické mapy a převzetím archivních záznamů (originál ČGS, 2016; podklad © ČÚZK, 2016).

Legenda: Záznamy Registru svahových nestabilit ČGS – polygony s doleva ukloněnou šrafovou představují svahovou nestabilitu tzv. „dolnověstonického sesuvu“; polygony s doprava ukloněnou šrafovou jsou ostatní evidované svahové nestability; červenými body jsou označeny aktivní svahové nestability velikosti do 50 m, černými body jsou označeny dočasně uklidněné svahové nestability velikosti do 50 m. Polygony s plnou barevnou výplní jsou svahové nestability interpretované z DMR5G.



Obr. 20. Výřez ze 3D blokdiagramu s vrstvou záznamů svahových nestabilit evidovaných v Registru svahových nestabilit ČGS.



Obr. 21. Výřez ze 3D blokdiagramu s vrstvou záznamů svahových nestabilit interpretovaných z DMR5G.

Aktivita svahových pohybů

Monitoring lokality geodetickým zaměřením stabilizovaných bodů (Janovský 1968, 1969, 1970, 1971; Ambrož 1990a, 1990b) neprokázal aktivitu tohoto území ve smyslu „dolnověstonického sesuvu“, resp. neprokázal pohyb dílčích svahových nestabilit. Na lokalitě tedy dochází k epizodické aktivizaci mělkých svahových nestabilit jako důsledku přesycení pokryvných útvarů atmosférickými srážkami (Novotný – Baldík 2014).

Naopak, svahové pohyby byly prokázány u tzv. „pavlovského sesuvu“, kde v akumulční oblasti, kudy prochází silnice III/42117, byl monitoringem (Janovský 1968, 1969, 1970, 1971; Ambrož 1990a, 1990b) prokázán plouživý pohyb v řádu cm/rok.

10. Posouzení dostupných průzkumů ve vztahu k projektu sanace

10.1. Průzkum Arcadis CZ, a. s.

Závěrečná zpráva Dolní Věstonice – sanace sesuvů, IG. Závěrečná zpráva z geotechnického průzkumu

Objednatel: Fundos, spol. s r. o.

Zhotovitel: Arcadis CZ, a. s., odpovědný řešitel Mgr. Petr Stejskal

Datum: březen 2016

Účel průzkumu

Průzkum byl proveden za účelem objasnění geologických poměrů pro návrh sanačních prací s využitím kombinace opěrných a odvodňovacích prvků spolu s úpravami sklonů stávajících svahů. Stavebním záměrem je eliminace stávajících projevů svahových pohybů kolem silnice III/42117.

Metodika průzkumu

Pro ověření inženýrskogeologických a hydrogeologických poměrů bylo odvrtno celkem 6 jádrových vrtů (JV-101 až JV-106) v celkové metráži 44 bm, 2 dynamické penetrační sondy – DP-101 a DP-104, (v tab. 3 str. 12 je ale uvedeno SP-104?, v příloze 2 a v protokolu penetrační sondy pak DP-104?) a 8 statických penetračních sond (SP-101 až SP-103 a SP-105 až SP-109) v celkové metráži 110,2 bm (součet dle protokolů, v textu zprávy je uvedeno 106 bm). Vrty JV-101, JV-104 a JV-105 byly situovány při patě svahu v blízkosti břehového opevnění dolní Novomlýnské nádrže, penetrační sonda 102 do svahu nad silnicí III/42117 Dolní Věstonice – Pavlov a zbylá průzkumná díla podél krajnice této komunikace.

Vyhodnocení průzkumu (kapitola 5, str. 20 až 23, zachováno řazení objektů)

Ve vyhodnocení průzkumu nesouhlasí názvy stavebních objektů (SO) se situací stavebních objektů v příloze č. 2 „Podrobná situace zájmového území“. Tato příloha č. 2 je ale v plné shodě s pozdější dokumentací DÚR + DSP (Lokos – Lamparter 2016) a k žádným změnám v názvu jednotlivých SO v průběhu projektování nedošlo. Nesrovnalost mezi textovou částí a grafickou přílohou je tak nutno považovat za formální chybu.

Dynamické a statické penetrační zkoušky a z nich vyhodnocené geologické profily nutno brát s určitou rezervou. V žádném případě by neměly vstupovat do výpočtů návrhu sanace odvozené hodnoty z těchto typů zkoušek.

V průzkumu je konstatováno: „V zájmovém území se však v rámci kvartérních poloh nachází celá řada drobnějších, mělkých sesuvů s hloubkou zpravidla do cca 1,5 m a šířkou v rádech metrů až prvních desítek metrů, jejichž přítomnost je třeba řešit.“ Tzn., že průzkum potvrdil přítomnost pouze mělce založených svahových nestabilit. Text zprávy neobsahuje zásadní informaci o předpokladu (nutnosti) sanace hlouběji založených svahových nestabilit.

Poznámka: Průzkum Stejskal (2016) obsahuje v textu nepřesnosti/odchylky v označení některých stavebních objektů (SO) od jejich použitého a skutečného označení v ostatních dokumentech, jako například Lokos –

Lamparter (2016). V tomto textu je u zhodnocení průzkumu daného stavebního objektu vždy uvedeno v závorce správné označení stavebního objektu, liší-li se od jeho skutečného označení.

SO 06 – svah u objektu č. p. 95

Průzkum popisuje poruchy silnice III/42117 způsobené objemově nestálými a namrzavými navážkami v násypu této komunikace. Doporučená sanační opatření jsou primárně důkladné odvodnění silnice III/42117, rozsáhlejší sanační práce pak uvažují výměnu navážek násypu za stabilnější materiál. Uvažovat lze také o instalaci opěrného prvku.

Hodnocení ČGS

Poruchy nemají evidentně souvislost s událostmi v září 2014 a nejsou v příčinném vztahu ke svahovým nestabilitám, resp. nejedná se o svahový pohyb. Průzkum správně hodnotí poruchy jako důsledek objemových změn namrzání nevhodně založeného a neodvodněného násypu.

SO 02.11 – svah ke slepému rameni Dyje

Průzkumem byly ověřeny navážky, které se dosypávají za hranu silnice III/42117. Konstatuje se, že „na silnici žádné poruchy patrně nejsou“. Doporučená sanační opatření jsou odvedení srážkové vody ze silnice III/42117 mimo svah v kombinaci s opěrnými prvky při patě svahu.

Hodnocení ČGS

Opět se jedná o velmi realistické hodnocení lokality, i když průzkumná díla nejsou optimálně rozvržena. To mohlo být dáno také hustotou inženýrských sítí.

Vrty JV-102 a JV-103 jsou situovány právě do evidentních mocnějších ostrohů navážek svahu, kde je z morfologie geologická situace předvídatelná (materiál z vykopaných sklepů, k dosypávání dochází i v září 2016). ČGS je toho názoru, že vhodnější by bylo prozkoumat geologické poměry blíže k silnici III/42117. Zde je ale pouze jedna penetrační sonda DP-104, z jejíchž neprůkazných záznamů pro hloubku 1,0–6,1 m je pak interpretován geologický profil.

Průzkumem není pro tuto lokalitu nijak hodnocen fakt, že v době vzniku mělkého sesuvu byl v místě silnice otevřený nezajištěný výkop kanalizace, kterým byla do svahu svedena voda při extrémních srážkách v září 2014. Tento výkop, jímž zasakovala voda do svahu, byl jednou z příčin iniciace svahového pohybu v dané lokalitě, když zasakující voda negativně ovlivnila mechanické vlastnosti navážek budujících svah.

Průzkum nijak neobjasňuje nehomogenitu celého prostředí. Z odporového řezu profilu P2 (viz obr. 10) se daná oblast totiž jeví velice nehomogenně a lokálně se vyskytují velice zvodněné partie.

SO 02.13 – svah nad komunikací k vinicím (chybný název SO, správně SO 02.3a)

U tohoto objektu nejsou provedeny žádné průzkumné práce, což ani nebylo vzhledem k závažnosti jevu třeba. Zaznamenán byl pouze mělký povrchový sesuv o rozměrech 10x15 m. Doporučená sanační opatření jsou odvodnění, popř. odstupňování celého svahu na terasy.

Hodnocení ČGS

Lokalita SO 02.3a by měla být řešena v rámci odvodnění celé oblasti, bez nutnosti zásahu technickým opatřením.

SO 02.13 – svah za sklípkem na pozemku parc. č. 2288 (chybný název SO, správně SO 02.5)

Stavební objekt bez průzkumných prací, pouze u silnice cca 10 m od stěny je lokalizována jedna statická penetrační sonda SP-103. Průzkum hodnotí svah budovaný sprašemi pevné až velmi pevné konzistence, který vlivem vyšší dotace vody do puklin (spraš je sloupcovitě odlučná) může podléhat svahovým pohybům. Sesuv za sklípkem s rozměry 20x10 m hodnotí jako důsledek vlivu povrchového odtoku, sklonu svahu 50° a odlehčení paty. Doporučená sanační opatření jsou odvodnění svahu v jeho koruně a vybudování opěrného prvku mezi silnicí a svahem.

Hodnocení ČGS

Lokalita SO 02.5 by měla být řešena v rámci odvodnění celé oblasti, bez nutnosti zásahu technickým opatřením.

SO 02.5 svah jv. od silnice III/42117, za odbočkou na obslužnou komunikaci k vinicím (chybný název SO, správně SO 02.3)

Popisují se soliflukční jevy povrchové humózní vrstvy vzniklé vlivem promrzání. Doporučená sanační opatření jsou odvodnění svahu v jeho koruně a vybudování opěrného prvku mezi silnicí a svahem.

Hodnocení ČGS

Nejedná se o tzv. soliflukci, jak autor uvádí (pohyb plošného ploužení), nýbrž se jedná o stékání vysoce vodou nasycených zemin a travního pokryvu. Lokalita SO 02.5 by měla být řešena v rámci odvodnění celé oblasti, bez nutnosti zásahu technickým opatřením.

SO 01 a SO 03 – svah s. od silnice III/42117 se sklonem k Novým Mlýnům

V průzkumu se poukazuje na mělkou (do 1 m) modelaci území sesuvy převážně v deluviálních jílovitých sedimentech, a to vlivem zasakující srážkové vody. Doporučená sanační opatření jsou bezpodmínečné odvedení vody nejen ze silnice III/42117, ale především také ze svahu nad ní. Samotný svah pod touto komunikací je pak doporučeno odvodnit např. pomocí odvodňovacích žeber. V návrhu se uvažuje také s určitou možností pro instalaci opěrných prvků.

Hodnocení ČGS

S návrhem řešení v podobě odvodnění a drenážních žeber se ČGS ztotožňuje. Opěrnými prvky při patě svahu pak mohou být také gabionové stěny. Pouze na základě subjektivního hodnocení autora se v průzkumu upozorňuje, že případně hlouběji založené smykové plochy, než jaké byly doposud pozorovány, mohou vzniknout v mezilehlých mocnějších písčitých polohách v rámci kvartérního pokryvu (starší terasa Dyje). ČGS

považuje za nepravděpodobné založení hlubší smykové plochy právě do šterkopískových poloh. Nehledě na to, že tyto polohy byly např. podle interpretace v DP-101 zastiženy v hloubce 1,2–1,8 m, což neodpovídá pojmu „hlubší smykové plochy“.

SO 02 – svahy jz. a sv. od silnice III/42117, cca v polovině úseku mezi Dolními Věstonicemi a Pavlovem (chybný název SO, správně SO 04)

V průzkumu se popisují svahy bez jakýchkoli projevů svahových deformací, přesto je lokalita navržena k sanaci. Doporučené sanační opatření je realisticky navrženo pouze jako povrchové odvodnění území.

Hodnocení ČGS

ČGS doporučuje řešit lokalitu SO 04 v rámci údržby odvodňovacích prvků krajské silnice. Projevy nestability na lokalitě nemají spojitost s extrémními srážkami v září 2014, nýbrž se jedná o dlouhodobý stav spojený s chybějící pravidelnou údržbou silnice III/42117.

Shrnutí vyhodnocení průzkumu

Průzkum stručně vystihuje základní inženýrskogeologickou situaci a systémem navržených průzkumných děl směřuje k hlavnímu cíli – sanaci mělkých sesuvů v oblasti, vzniklých následkem extrémních přívalových srážek v září 2014 a odvodnění širších svahů.

Tab. 4. Vztah stavebních objektů k průzkumným objektům a očekávané výši investice.

Stavební objekt	DP/SP (hloubka v m)	Vrt (hloubka v m)	Orientační výše investice (mil. Kč bez DPH)
SO 01	SP/DP-101 (15/5,8)	JV-101 (6)	22,200
SO 02.3a	-	-	0,125
SO 02.3	SP-102 (10)	-	0,375
SO 02.5	SP-103 (10)	-	2,800
SO 02.11	DP-104 (10)	JV-102 (10), JV-103 (10)	9,550
SO 03	SP-105 (15), SP-106 (15), SP-107 (13,4)	JV-104 (6), JV-105 (6), JV-106 (6)	41,300
SO 04	SP-108 (10)	-	5,730
SO 06	SP-109 (6)	-	1,000

Z tabulky vyplývá, že stavební objekty z projektové dokumentace DÚR + DSP (Lokos – Lamparter 2016), označené jako SO 02.2, SO 02.3b, SO 02.4, SO 02.6 v odhadované investiční výši 17,429 mil. Kč bez DPH, nebyly prozkoumány geologickými pracemi. Návrh sanačních opatření na těchto stavebních objektech je tedy zcela nepodložen inženýrskogeologickými podklady danými průzkumem.

Odvodnění SO 05 (21,513 mil. Kč bez DPH) je bráno jako samostatně řešený problém, na který nebyl doposud zaměřen žádný z provedených průzkumů.

Provedený průzkum svým pojetím a rozsahem nemohl být zamýšlen jako podklad pro sanaci v investičním rozsahu ca 162 mil. Kč a pro technické řešení sanačních opatření pro

rekonstrukci silničního tělesa opěrnými konstrukcemi (více než 800 m pilotových kotvených stěn), jak bylo nakonec předloženo v projektové dokumentaci sanačních opatření DÚR + DSP (Lokos – Lamparter 2016). Pro takový návrh sanačních opatření je provedený průzkum zcela nedostatečný.

V tomto případě by řešitel měl postupovat podle postupů doporučených např. v Technických podmínkách – 76 (2009):

- Kapitola 3.2.1, bod a) 2) průzkum pro rekonstrukce a opravy komunikací.
- Kapitola 4.7.3 Zvláštní kategorií je rekonstrukce a oprava pozemní komunikace poškozené sesuvnými pohyby zemního tělesa. Potřebný průzkum se provádí podle dokumentace geotechnického průzkumu vypracované inženýrským geologem.

10.2. Průzkum Sweco Hydroprojekt, a. s.

Závěrečná zpráva sanace sesuvů v Dolních Věstonicích – doplňkový průzkum

(GF měření – kapitola 10.3)

Objednatel: Česká geologická služba

Zhotovitel: Sweco Hydroprojekt, a. s., odpovědný řešitel Mgr. J. Mrázek

Datum: březen 2016

Účel průzkumu

Doplňkový průzkum pro „Sesuv Dolní Věstonice“ byl proveden z důvodu ověření případné hluboké smykové plochy, a to na základě stanoviska ČGS-441/16/0094*SOG-441/048/2016 ze dne 27. ledna 2016.

Metodika průzkumu

Pro ověření inženýrskogeologických poměrů v místě byl vyhotoven jeden vystrojený vrt hloubky 30 m, jehož umístění určil objednatel. Z výnosu vrtného jádra byly odebrány čtyři porušené vzorky na zjištění indexových vlastností a jeden neporušený vzorek pro ověření smykových parametrů. Odebrán byl také jeden vzorek podzemní vody. Data z toho jediného vrtu jsou pak prezentována jako „základ projekčních prací technického řešení problému“, které se pohybuje v investiční výši cca 160 mil. Kč.

Vyhodnocení průzkumu (kapitola 4)

Na základě indexových vlastností zemin a s ohledem na genezi a strukturní poměry bylo vyčleněno a popsáno pět geotechnických typů reprezentujících geologické poměry v profilu vrtu HV-101. I přes laboratorně zjištěné hodnoty hlavních geotypů nejsou výsledky těchto testů zahrnuty do tabulky 3 „Souhrnné geotechnické parametry jednotlivých geotypů“, kde jsou pouze přepsány charakteristické hodnoty, které jsou patrně převzaty z již neplatné normy ČSN 73 1001 „Základová půda pod plošnými základy“. Protokoly laboratorních zkoušek (z indexových zkoušek a z měření smykových parametrů) jsou pak přílohou

geotechnického průzkumu Stejskala (2016) bez jakéhokoli komentáře. Ustálená hladina podzemní vody byla ve vrtu HV-101 ověřena v hloubce 20,6 m, tedy přibližně 2 m nad úrovní hladiny vody v dolní Novomlýnské nádrži. Analyzovaný vzorek podzemní vody vykazuje střední agresivitu (stupeň XA2) dle ČSN EN 206-1.

V závěru průzkumu je doporučeno v rámci uvažovaných technických sanačních opatření vybudovat úměrně dimenzovaný drenážní systém, který zajistí bezproblémové odvodnění v řešeném úseku (čímž je myšleno úsek u SO 01 a SO 03).

Shrnutí vyhodnocení průzkumu

Doplňkový průzkum nepřináší žádná zásadní nová zjištění oproti průzkumu Stejskala (2016). Hlubší smyková plocha nebyla vrtem HV-101 ověřena, přičemž byl dokumentován kvartérní pokryv v celé mocnosti jakož i paleogenní podloží. Průzkum popisuje pouze mělké svahové nestability do 1 m. V závěru tohoto doplňkového průzkumu jsou realisticky navržena opatření v podobě odvodnění celého řešeného úseku SO 01 a SO 03.

***Poznámka:** Otázkou zůstává, proč není doposud v hydrogeologickém vrtu HV-101 měřena a vyhodnocována úroveň hladiny podzemní vody, popř. její kolísání v závislosti na srážkách. Takový údaj by byl pro projektanta statického návrhu jistě potřebný.*

10.3. Kolej Consult & servis, spol. s r. o.

Sanace sesuvů v Dolních Věstonicích – doplňkový průzkum. Geofyzikální měření

Objednatel: Sweco Hydroprojekt, a. s.

Zhotovitel: Kolej Consult & servis, spol. s r. o., odpovědný řešitel Mgr. F. Hubatka

Datum: 22.–24. února 2016

Účel průzkumu

Doplňkový průzkum pro „Sesuv Dolní Věstonice“ byl realizován z důvodu objasnění nedostatečných znalostí horninového prostředí, výskytu podzemních vod, sufozi a pseudokrasových jevů.

Metodika průzkumu

Geofyzikální průzkum byl proveden dvěma nezávislými metodami – odporovou tomografií (ERT) v jednom profilu M1 o délce 920 m a georadarem ve třech profilech L0, L1 a L2 o celkové délce 2 012 m. Obě metody se běžně používají a kombinují pro řešení podobných úkolů. V rámci geofyzikálního průzkumu bylo využito i starší měření z roku 2015, které bylo v této lokalitě provedeno, jeho výsledky však v tomto průzkumu zobrazeny nejsou. Umístění měřených profilů je v souladu s veškerými proměřovanými faktory. Profily jsou situovány kolmo ke svahu (M1, L1, L2) i po vrstevnici (L0). Interpretace naměřených dat metodou ERT proběhla za použití 3. iterace, což je v souladu s běžně používanými postupy.

Vyhodnocení průzkumu (kapitola 4)

U odporového řezu M1 není uvedena střední kvadratická chyba inverze naměřených hodnot, která dokládá přesnost měření. ČGS tuto informaci považuje za důležitou součást prezentace odporového řezu.

Pro úplnost metodiky geofyzikálního průzkumu ČGS pokládá za formální součást závěrečné zprávy popis klimatických podmínek v průběhu a před měřením, ten ale zpráva neobsahuje. Jedná se zejména o údaje úhrnu srážek v širším zájmovém území. Vlhkost svrchní vrstvy, do níž jsou uzemněny elektrody, se ukazuje jako významný faktor ovlivňující samotné měření a naměřené hodnoty.

Geofyzikální průzkum působí komplexně a zejména na geologicko-geofyzikálních řezech a plošné korelaci (kap. 2.4 a kap. 2.5; Hubatka – Kuda – Frolka, 2016) je vidět, že řešitelé podrobně studovali všechna naměřená data v kontextu s předpokládanými geologickými poměry. Při pohledu na geologicko-geofyzikální řezy je ale důležité brát zřetel na fakt, že se jedná o nepřímou metodu průzkumu, která interpretuje geofyzikální anomálie (ERT zdánlivý odpor geologického prostředí a v případě georadaru se jedná o reflexy geomagnetických pulzů). Tyto reflexy mohou být vyvolány geologickým rozhraním, ale také to může být odezva jiného rušivého elementu. Na výsledky georadaru mají velký vliv také objekty na povrchu v okolí a elektromagnetické rušivé signály a šумы. Georadar tak detekuje a zaznamenává geomagnetické pulzy odražené od povrchových těles (největší rušivý vliv mají kovová tělesa a antropogenní objekty, ale i nerovnosti povrchu). Proto je důležité klást důraz na odfiltrování těchto rušivých elementů při interpretaci a není možné každý reflex vysvětlovat jako smykovou plochu, litologické rozhraní či projev sufozní dutiny.

Profil L0 („podélný“) – v metráži 300–700 m jsou v hloubce 15–25 m viditelné anomální reflexy (pásmo reflexů), které autoři přiřazují bázi staršího sesuvu. Návaznost těchto reflexů na „příčné“ profily L1 a L2 lze u hloubkových řezů stanovit pouze přibližně, pro přesnou korelaci a kontrolu navázání jsou nutné časové řezy bez migrace.

Profil L1 („příčný“) je ve zprávě prezentován jen jako hloubkový řez se zavedeným reliéfem. Z hlediska korelace reflexů je vhodnější podoba řezu bez reliéfu, jak je tomu u dalšího profilu L2. Anomální vlnové pole v metráži 300–340 m je velmi výrazné, autoři ho vysvětlují jako sufozní pásmo v tahové zóně sesuvu. Šikmé reflexy se v tomto zobrazení identifikují jen obtížně. Další anomální reflexní projevy v metráži cca 150–220 m nejsou interpretovány, není jasné, jestli se jedná o efekt velmi členitého reliéfu nebo jinou poruchu. Tyto anomálie však zřejmě nemají žádný vztah k projevům smykových ploch.

Profil L2 („příčný“) je prezentován s reliéfem i bez reliéfu. Právě zobrazení bez reliéfu je z hlediska „vizualizace“ nejvhodnější, ve vlnovém obraze lze v celé délce profilu identifikovat řadu anomálních šikmých reflexů, které jsou zřejmě projevem smykových ploch starších sesuvů. Podobně jako na profilu L1, i zde jsou anomální projevy v metráži 170–250 m viditelné anomálie vlnového pole bez interpretace.

Shrnutí vyhodnocení průzkumu

Sestavení tak podrobného geologicko-geofyzikálního řezu a navíc interpretace hlubokých smykových ploch jen na základě geofyzikálního průzkumu (georadarové a ERT měření) bez potvrzení dalšími především přímými průzkumnými metodami (např. vrtné práce) je velmi spekulativní a může být až zavádějící. Zejména pak v takovém terénu, kde nejsou zřejmé žádné projevy – tvarové změny, které by ukazovaly na aktivitu hluboce založené svahové nestability s předpokladem průběhu smykových ploch při bázi kvartérního pokryvu, resp. při rozhraní kvartérního pokryvu a paleogenního podloží.

Z hlediska rozsahu zájmového území a plánovaných sanačních prací považuje ČGS za zásadní poslední 13. bod závěru zprávy Hubatka – Kuda – Frolka (2016): „Z hlediska rozsahu a závažnosti sesuvné události považujeme provedená geofyzikální průzkum za orientační a doporučujeme jeho zahuštění v místě aktivních smykových ploch a potenciálních dutin tak, aby byla podchycena všechna potenciální rizika“. S tímto tvrzením ČGS souhlasí a tak je také nutné k výsledkům tohoto průzkumu přistupovat – neměl by tedy být podkladem pro projektovou dokumentaci DSP, popř. RDS.

Pro takový typ projektové dokumentace je nutné přistoupit k použití celého komplexu geofyzikálních metod pro detailní podchycení všech aspektů geologických poměrů. ČGS považuje za vhodný komplex metod například kombinaci elektrické odporové tomografie (ERT) pro zjištění distribuce odporů celého zájmového území s měřením spontánní polarizace (SP) pro průzkum filtračních potenciálů proudící podzemní vody v horninovém prostředí a mělkou refrakční seismiku (MRS) pro přesné rozdělení zejména podloží od nadloží i vrstev kvartérního pokryvu na celé zájmové lokalitě. Tyto nepřímé metody průzkumu je metodicky nutné doplnit a korelovat vrtným průzkumem.

11. Zhodnocení projektu sanace

Název akce: Dolní Věstonice sanace sesuvů, projekt

Stupeň: DÚR + DSP

Zpracovatel: Fundos, spol. s r. o.; odpovědný řešitel P. Lokos – Lamparter

Datum: duben 2016

Projektová dokumentace nesplňuje náležitosti požadované vyhláškou č. 499/2006 Sb. (vyhláška o dokumentaci staveb)

Na základě evaluace rešeršních dat, výsledků vlastních měření a pozorování a stabilitních výpočtů ČGS konstatuje, že pro návrh sanačních opatření v objemu prací dle projektu Lokos – Lamparter (2016) nebyly shledány relevantní a objektivní důvody.

Vzhledem k charakteru svahových pohybů a zjištěné formě svahových nestabilit jsou navržená sanační opatření předimenzovaná s nedostatečným rozsahem inženýrsko-geologických průzkumů (Stejskal 2016, Mrázek 2014). ČGS se domnívá, že jednotná unifikovaná metoda sanace pomocí kotvených pilotových stěn pro většinu stavebních objektů byla zvolena také z důvodů chybějícího času.

ČGS upozorňuje, že svahy v Dolních Věstonicích vykazují různý stupeň aktivity, přičemž byly evidovány svahové nestability jak aktivní, tak dočasně uklidněné nebo uklidněné. Koncepce sanace ale musí optimalizovat sanační opatření pro každou sesuvnou lokalitu zvlášť, nikoli jednotně pro celou oblast volit unifikované sanační opatření kotvenými pilotovými stěnami. Navíc je možné sanovat pouze nestabilní mělké sesuvy a nikoli starší hlubší, často komplexní svahové deformace. Například objem starého sesuvného tělesa 34-12-25/1c byl vypočten na základě modelování v programu MOVE na více než 2,2 mil. m³. Případné pohyby takových kubatur zemin by ani přinejmenším navržená statická opatření nezachytila. Pro srovnání, objem hmot sesuvu na D8 u Dobkoviček byl cca 0,5 mil. m³ a jeho sanace přijde na stovky mil. Kč.

Reiniciace pohybu svahových nestabilit dočasně uklidněných s předpokládanými smykovými plochami ve středních hloubkách (5–50 m) by byla navíc spojena s rozsáhlou změnou užívání území a stavebními zásahy, které ale nejsou v zájmovém území uvažovány.

Realisticky popisuje problematiku svahových deformací v okolí Dolních Věstonic již Janovský (1967). Ten považuje velká stará tělesa sesuvů za uklidněná, za aktivní označuje pouze menší mělké sesuvy. Pro stabilizaci těchto sesuvů pak doporučuje provedení násypů u pat svahů (přítěžovací lavice), úpravu sklonu svahů a především jejich důkladné odvodnění. S tímto názorem se ČGS plně ztotožňuje.

Tab. 5. Přehledná tabulka stavebních objektů a navržených stavebních opatření.

Stavební objekt (SO)	Navržená stavební opatření
SO 01	Velkoprofilová pilotová stěna délky 129 m, pramencové kotvy, železobetonový trám, odvodnění, georohože, doplňující prvky (gabionový obklad, zábradlí apod.)
SO 02.2	Zemní práce (odtěžení svahu), velkoprofilová pilotová stěna délky 142 m, pramencové kotvy, železobetonový trám, odvodnění, georohože, doplňující prvky (gabionový obklad, zábradlí apod.)
SO 02.3	Drátokamenná odvodňovací konstrukce

SO 02.3a	Odtěžení akumulace, odvodnění
SO 02.3b	Odtěžení povrchu a zatěsnění erozních projevů, odvodnění
SO 02.4	Výměna zábradlí a cedulí
SO 02.5	Velkoprofilová pilotová stěna délky 29 m, pramencové kotvy, železobetonový trám, stříkaný beton, odvodnění
SO 02.11	Velkoprofilová pilotová stěna délky 124 m, pramencové kotvy, železobetonový trám, odvodnění, doplňující prvky (sanace septiků, přeložky rozhlasu, osvětlení, vedení nízkého napětí)
SO 03	Velkoprofilová pilotová stěna délky 300 m, pramencové kotvy, železobetonový trám, odvodnění, zemní práce, georohože, doplňující prvky (gabionový obklad, zábradlí apod.)
SO 04	Velkoprofilová pilotová stěna délky 105 m, železobetonový trám
SO 05	Komplexní systém odvodnění širšího území včetně odvodnění podél silnice III/42117.
SO 06	Pilotová stěna délky 30 m, železobetonový trám
monitoring	Rozsah nebyl prozatím upřesněn

Komentář k navrženým stavebním objektům

SO 01 + SO 02.2

Statické posouzení lokality je detailně popsáno v Příloze 1

Opatření navržená na lokalitě SO 01 + SO 02.2 jsou předimenzovaná a komplikovaná. V řezu od vodní nádrže do svahu nad silnicí je v délce 50 m po spádnici navržen sled následujících sanačních opatření – kotvená pilotová stěna délky 129 m při patě svahu + stávající mikropilotová kotvená stěna při severní krajnici silnice délky 35 m (dokončená v dubnu 2015) + kotvená pilotová stěna při jižní krajnici silnice délky 142 m + odtěžení svahu nad silnicí + odvodnění, a to v investičním objemu téměř 50 mil. Kč bez DPH (z čehož cca 7,1 mil. Kč bylo proplaceno již za stávající mikropilotovou stěnu).

Mikropilotová stěna s převázkou, trvalé kotvy (Špička 2014)

K návrhu mikropilotové stěny se nemůže ČGS detailněji vyjádřit, neboť stávající podklady nepřinášejí potřebná vstupní data. Ve výpočtech – např. na stranách 5, 14 nebo 20 – není vůbec zavedena mikropilota, ale pouze kotevní prvky. Odvozené hodnoty do výpočtu nejsou nijak popsány a komentovány, navíc neodpovídají hodnotám z pozdějších inženýrskogeologických průzkumů. Podle Armoura (1997) pak pro podobný případ, který byl analyzován, vychází maximální rozestup pro mikropiloty Ø 100 mm na 0,8 m. V návrhu Špičky (2014) jsou mikropiloty sice zdvojené, ale v rozestupu 2 m.

Pilotová stěna při patě svahu

Z čistě pragmatického pohledu je tato konstrukce, uvedená v řezu přílohy č. D.1.01.03 (Lokos – Lamparter 2016), použita pouze kvůli zkrácení vzdálenosti sypaného materiálu do přítěžovací lavice. Stejnou funkci bude mít gabionová stěna nebo řešení, ve kterém se svah dosype v požadovaném úhlu až do úrovně současné cesty, tedy o cca 3 m dále k vodní nádrži od navržené stěny. Podle obr. 14 v Příloze č. 1 (Mašín 2016) vybíhá potenciální smyková plocha při patě současného povrchu, a tak jinou funkci než pro zadržení aktivních tlaků dosypávané zeminy opěrný prvek ani mít nemůže.

Pilotová stěna při jižní krajnici silnice (do svahu)

Jak dokládají výpočty Mašina (2016), spráše vykazují v realitě mnohem vyšší kohezi, což umožňuje a vysvětluje jejich poměrně strmé a dlouhodobě stabilní svahy a stěny (např. Kalendář věků). Dokud ovšem nejsou ovlivněny účinky vody. Navržená pilotová kotvená stěna tedy nemá v tomto místě opodstatnění. Mnohem důležitější je zachycení přitékající vody z širšího povodí č. 2 a částečně i z povodí č. 1 a 3 (obr. 7).

SO 02.3

Navržená sanace mělkého sesuvu pomocí drátokamenné odvodňovací konstrukce působí sice efektivně, nicméně lokalita není zařazena ve III. kategorii rizika (dle Hroch – Lochmann – Moravcová 1998) a navíc zdejší svahové pohyby nic neohrožují.

SO 02.3a, SO 02.3b

Opět tato lokalita není ve III. kategorii rizika (dle Hroch – Lochmann – Moravcová, 1998) a navíc svahové pohyby (resp. eroze) nic neohrožují.

SO 02.4

Požadavek na obnovu zábradlí a cedulí v objektu NP Kalendář věků (kompletní SO 02.4) z dotačního programu určeného pro sanaci závažných rizikových svahových nestabilit považuje ČGS za irelevantní.

SO 02.5

Velkoprofilová pilotová stěna délky 29 m doplněná pramencovými kotvami při patě strmé sprašové stěny nemá žádné logické opodstatnění. Žádná hluboká smyková plocha ve spraších v daném místě nebyla prokázána, lokalita byla zařazena pouze do I. kategorie rizika s konstatováním dočasně uklidněného stavu aktivity. Případné svahové pohyby neohrožují bezprostředně provoz na silnici III/42117. Na lokalitě probíhá opadávání a stékání rozbředlých spraší ze stěny, což je doloženo akumulacím osypem při patě svahu. V projektu chybí statický výpočet výchozího stavu. Odtěžení akumulace spraší při patě svahu před pilotovou stěnou pak spíše poukazuje na sanaci a úpravu pozemku, než na sanaci svahových nestabilit, což ostatně dokládá řez 2.5. B–B' (Lokos – Lamparter 2016), kde je zmínka o úpravě terénu pro dvě parkovací místa na sanovaném území.

SO 02.11

Statické posouzení lokality je detailně popsáno v Příloze 1.

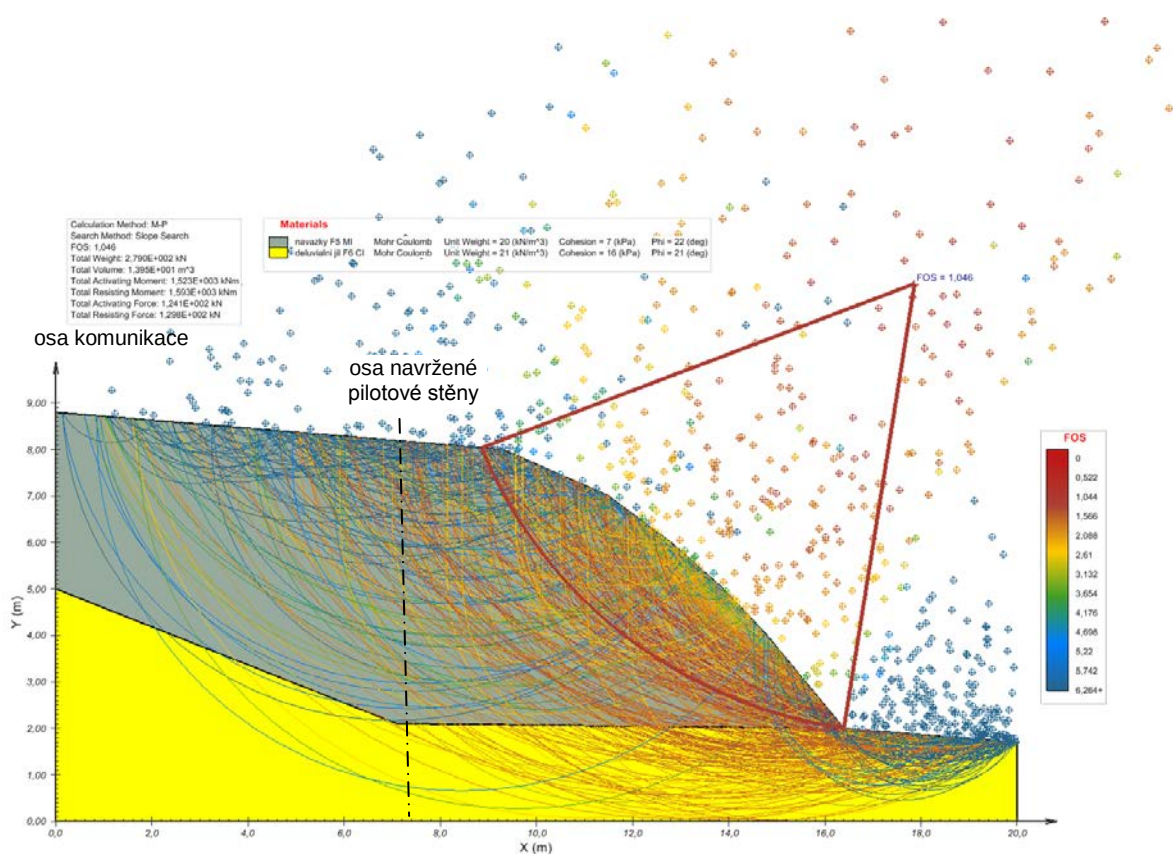
Návrh sanace kotvenou pilotovou stěnou podél krajnice vozovky vychází pouze z výhodné dostupnosti území pro těžkou techniku a s tím související relativně rychlou realizací prací. To je hlavní devízou navrženého sanačního opatření. V projektové dokumentaci není nikde doložen stabilitní výpočet výchozího stavu, tzn., že ani není jasné, zda jsou navržená statická opatření potřebná.



Obr. 22. Přehledná situace sesuvného svahu s vykreslením stabilitního řezu v profilu 1 (Mašín 2016).

Stabilitním výpočtem (viz Příloha č. 1, obr. 9 a 10), který uvažuje geologický model v nejméně příznivé geologické skladbě – a to s navážkami mocnými až 6 m – jasně prokázal, že mělká smyková plocha sesuvu probíhá v místech, kde se propagovala v září 2014. Stupeň stability vychází na nejnejpříznivější smykové ploše $FS = 1,046$. Svah je sice stabilní, ale stupeň stability nevyhovuje ČSN EN 1997-1 „Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla“. V případě dotace vody do takového svahu, jako tomu bylo v roce 2014, např. svedením z otevřeného výkopu kanalizace nebo stékáním přívalových srážek z vozovky, klesl stupeň stability $FS < 1$ a vznikl mělký sesuv. Stabilitní výpočet ověřil uvedenou skutečnost a je plně v souladu se situací zjištěnou na lokalitě SO 02.11. Na lokalitě SO 02.11 může odcházet k mělkému sesouvání do 2 m mocné vrstvy navážek za krajnicí místní komunikace (obr. 22). Hlubší smykové plochy, probíhající až ke krajnici místní komunikace resp. pod komunikaci, na které jsou navrženy statické prvky, mají již výrazně vyšší stupeň stability, vyhovující normě ČSN EN 1997-1 ($FS > 1,25$). V případě sanace svahu pilotovou stěnou při kraji svahu tak vyplývá, že i když bude zajištěna staticky místní komunikace, která ovšem nebyla ani při extrémních přívalových deštích usmyknuta či porušena a výpočtem byla potvrzena její stabilita, i nadále může pokračovat sesouvání zbylého svahu za pilotovou stěnou směrem ke slepému rameni (obr. 23) tak, jak se ostatně událo již v září 2014.

Projekt vůbec neřeší možnost revitalizace stávajících betonových opěrných prvků při patě svahu (obr. 24).



Obr. 23. Viz Příloha č. 1, obr. 9 – Stabilitní výpočet současného stavu vedený přibližně v místě řezu 02.11. F-F' (Lokos – Lamparter 2016) s vykreslením smykové plochy s nejnižším stupněm stability FS = 1,046.



Obr. 24. Pohled na stávající betonový opěrný prvek (žebro) při patě svahu – sesuv č. 1f₁. Foto: R. Novotný, 7.7.2016.

SO 03

Koncepce sanačních opatření u SO 03 byla pojata totožně jakou u vedlejšího SO 01 – tedy pokračováním pilotové stěny v délce dalších 300 m. Morfologické poměry v této části svahu jsou oproti SO 01 příznivější a vedení silnice III/42117 je zde trasováno na menší mírně ukloněné plošině, představující zřejmě tělo akumulací části staré dočasně uklidněné svahové nestability. Strmý svah začíná až dále od krajnice, a to ve vzdálenosti 10–35 m. Svahy jsou postiženy mělkými svahovými nestabilitami a pro jejich eliminaci považuje ČGS navržená sanační opatření v odhadované výši 41 mil. Kč bez DPH za neopodstatněná. Svahové nestability na lokalitě SO 03 jsou navíc vyvolávány také pokračujícím podkopáváním paty svahu. Sanační opatření na tomto SO by se mělo soustředit na přetížení paty svahu (dorovnání odtěžení bilance hmot) a důkladného odvodnění svahu nad silnicí. Variantním řešením může být lehká gabionová konstrukce situovaná při patě svahu.

SO 04

Velkoprofilová pilotová stěna délky 105 m s železobetonovým trámem je situována v místech, kde nebyly průzkumem Stejskala (2016) dokumentovány projevy svahových nestabilit. Území SO 04 je součástí uklidněné svahové nestability s hodnocením míry rizika kategorií I. ČGS dále tato sanační opatření nehodnotí. Doporučuje ovšem důkladné odvodnění silnice III/42117 v rámci její průběžné údržby. Propustek pod silnicí a k němu navazující příkopy byly sice 8. července 2016 konečně čištěny, ale nikoli v dostatečné míře.

SO 06

Požadavek na sanaci násypu silnice o výšce 0,5 až 1,5 m a k němu přiléhající staré kamenné zídky (SO 06) je opět zcela mimo rámec dotačního programu a jen dokresluje neprofesionální přípravu celého investičního záměru. Jedná se jednoznačně o území, které není postiženo svahovými pohyby a už vůbec nelze projevy sedání a objemové změny v podloží násypu vozovky spojovat se sesuvnými událostmi v září 2014.

12. Závěry České geologické služby

12.1. Doporučený rámec sanačních prací

Ze zjištění této studie vyplývá, že v zájmovém území u lokalit **SO 02.3, SO 02.3a, SO 02.3b, SO 02.4, SO 02.5, SO 04, SO 05 a SO 06** Česká geologická služba **neshledává** nutnost sanačních a technických opatření.

U lokalit **SO 01, SO 02.2, SO 02.11 a SO 03** Česká geologická služba **shledává** realizaci sanačních opatření jako nezbytný krok pro eliminaci rizika dalších sesuvných pohybů. Doporučená opatření a technická řešení jsou shrnuty v tab. 6.

Dále ČGS **doporučuje** na sanovaných lokalitách vybudování systému monitorovací sítě s pravidelným monitoringem.

Tato problematika je z hlediska dřívějšího i současného formování krajiny, diferenciaci půdního pokryvu a změn ve využívání jak krajiny, tak půd natolik exponovaná, že by bylo vhodné její podrobnější sledování formou cílených projektů a studií.

Tab. 6. Přehledná tabulka stavebních objektů a navržených stavebních opatření.

Stavební objekt (SO)	Doporučená stavební opatření ČGS
SO 01	Zához paty přítěžovací lavicí, gabionová zeď při patě lavice, odvodnění svahu a rubu zdi
SO 02.2	Odtěžení svahu, gabionová stěna, odvodnění paty, koruny a rubu zdi
SO 02.3	Nerealizovat
SO 02.3a	Nerealizovat
SO 02.3b	Nerealizovat
SO 02.4	Nerealizovat
SO 02.5	Nerealizovat
SO 02.11	vyztužená konstrukce (kamenná matrace), geomříže, úprava sklonu svahu, protierozní opatření, obnova a rozšíření stávajících stabilizačních betonových žeber při patě svahu,
SO 03	Zához paty přítěžovací lavicí, gabionová zeď při patě lavice, odvodnění svahu a rubu zdi
SO 04	Nerealizovat
SO 05	Komplexní odvodnění širšího území včetně obnovení stávajícího odvodňovacího systému v uzavěrových profilech 1, 2, 3 a 4 (obr. 7), všechny prvky dimenzovat na průtok Q_{100}
SO 06	Nerealizovat

12.2. Návrh inženýrskogeologického průzkumu a monitoringu

Ze základních metod geotechnického monitoringu svahových nestabilit je na vybraných tělesech možné uplatnit pro měření pohybů povrchu geodetickou metodu a pro monitoring pohybu nebo lokalizaci smykových ploch inklinometrické měření ve vrtu. Neoddělitelnou součástí monitorovaných veličin je také sledování hladiny podzemní vody.

Protože ČGS na studovaném území – a zejména pak v rámci území řešeného projektem sanace (Lokos – Lamparter 2016) – nepředpokládá vznik svahových pohybů založených hlouběji než cca 2 – 3 m, jeví se jako optimální observační metoda sledování svahového pohybu na povrchu geodetickým měřením na síti bodů. Nestabilní místa pak ČGS doporučuje detailně prozkoumat s možností změny metody pozorování.

Pro ověření případné hluboce založené smykové plochy doporučuje ČGS monitoring svahové deformace č. 34-12-25/1c minimálně pomocí jednoho inklinometrického vrtu, umístěného v její akumulární části nad silnicí III/42117.

Dále ČGS upozorňuje, že v hydrogeologickém vrtu HV-101 by měla být průběžně monitorována úroveň hladiny podzemní vody, což se u tohoto vrtu od jeho vyhloubení neprovádělo.

ČGS považuje za vhodné obnovit sledování na svahové nestabilitě 34-12-25/9a, která již byla v minulosti sledována (Janovský 1968, 1969, 1970, 1971; Ambrož 1990a, 1990b) a byl zde prokázán plouživý pohyb v řádu cm/rok.

Vzhledem k očekávatelným opakováním nepříznivého klimatického stavu, který inicioval svahové pohyby v září 2014, se jeví vhodné sledování úhrnu srážek nejbližší meteorologickou stanicí (Nové Mlýny – Povodí Moravy, s. p., nebo Dolní Věstonice – ČHMÚ). Přenášení údajů ze stanic by bylo nezbytné upravit tak, aby srážkoměr mohl být rozšířen o funkci hlášeného systému rizikových stavů iniciačních klimatických podmínek.

12.3. Shrnutí

- Na základě dostupných historických dat a měření, vlastního průzkumu, měření a interpretace, doplněného o stabilitní výpočty, ČGS potvrzuje, že **doposud nebyl v řešeném území „dolnověstonického sesuvu“ zjištěn žádný pohyb na hlubokých smykových plochách** založených více než 10 m pod povrchem.
- Staré sesuvy podél hlubokých smykových ploch lze považovat za dočasně uklidněné, uklidněné, popř. pohřbené. Jejich **případná sanace je navíc technicky nereálná a zcela nad rámec dnešních stavebních možností.**
- **K aktivním pohybům dochází a i v budoucnu bude docházet** na strmě exponovaných svazích podél mělce založených smykových ploch do hloubky cca 2 m v navážkách nebo svahových sedimentech a to v souvislosti s nekontrolovaným nasycením těchto vrstev vodou nebo nesystematickým odváděním povrchových vod.
- Stabilitními výpočty ve dvou kritických reprezentativních profilech bylo ověřeno, že **silnice III/42117 v zájmovém území není ohrožena smykovou plochou založenou hlouběji než cca 2 m** a zabíhající do sprašových sedimentů nebo podložních paleogenních jílovců.
- Stabilita svahu na výpočtových profilech **nesplňuje stupeň bezpečnosti daný normativními předpisy.** Podél silnice III/42117 tak mohou v případě vyšší dotace vody povrchového odtoku atmosférických srážek do svahu vzniknout mělce založené svahové nestability s typem pohybu stékání, jejichž odlučné hrany pravděpodobně zasáhnou krajnici vozovky.
- Rozsah prací navržených v projektové dokumentaci sanace není adekvátní krokům, které je v řešeném území potřeba realizovat pro zajištění stability zjištěných typů a rozsahu svahových deformací. **ČGS proto doporučuje projektovou dokumentaci sanace přepracovat.**
- **Za hlavní a zásadní sanační opatření považuje ČGS systematické bezpečné odvádění povrchových vod ze sesuvného území** tak, aby nedošlo k opakování nekontrolovaného soustředěného průtoku vody po povrchu mimo odvodňovací zařízení (rigoly, příkopy, žlaby, potrubí, propustky, skluzy).
- **Veškeré prvky odvodňovacího systému doporučuje ČGS dimenzovat na průtok Q_{100} .** Všechny propustky pod silnicí III/42117 byly historicky na tento návrhový průtok dimenzovány.
- Kontrolním hydrotechnickým výpočtem bylo ověřeno, že **blesková povodeň v září 2014 nedosáhla s největší pravděpodobností průtok Q_{100} .**
- **Celý odvodňovací systém musí být v takto exponovaném území udržován v plně funkčním stavu** tak, aby nedocházelo k jeho zanášení a tím i opakování stavu ze září 2014.
- Projekt odvodnění lokality je nezbytné **rozšířit o návrh protierozních opatření na výše ve svazích zemědělsky obhospodařovaných pozemcích.**
- **Mimo odvodnění je v zájmovém území nezbytné realizovat další stavebně-technická opatření** v podobě např. gabionových zdí, přítěžovacích lavic, odtěžení svahů apod.
- **Navržená stavebně-technická opatření** na stavebních objektech SO 01, SO 02.2, SO

02.5, SO 02.11 a SO 03 ve formě velkoprofilových kotvených pilotových stěn **nejsou pro stabilizaci zjištěných svahových deformací efektivním opatřením a nejsou v navrženém rozsahu potřebná.**

- **Nezbytné je zabránit dalšímu podkopávání paty svahu u SO 01 a SO 03, k němuž i přes zákazy dochází.**
- **Za stávajícího stavu není pravděpodobné sesunutí silnice III/42117 včetně jejího úseku v Dolních Věstonicích k vodní nádrži Nové Mlýny.**
- **ČGS doporučuje uvolnit kyvadlový provoz na silnici III/42117 v úseku Dolní Věstonice – Pavlov, přičemž doprava by měla být usměrněna do pravého jízdního pruhu ve směru na obec Pavlov.**
- **Součástí nového projekčního řešení by měl být i návrh monitoringu svahových pohybů, který by zahrnoval nejméně jeden hluboký inklinometrický vrt v sesuvu č. 34-12-25/1c, monitoring hladiny podzemní vody na stávajícím hydrogeologickém vrtu HV-101 a geodetické měření v síti pevných bodů.**

13. Použité podklady

- AMBROŽ, J. (1990): Inženýrskogeologické a geodetické sledování svážného území mezi Dolními Věstonicemi a Pavlovem – 1. dílčí zpráva za rok 1990. – Geotest, s. p. Brno
- AMBROŽ, J. (1990): Inženýrskogeologické a geodetické sledování svážného území mezi Dolními Věstonicemi a Pavlovem – 2. dílčí zpráva za rok 1990. – Geotest, s. p. Brno.
- ARMOUR, M. (1997): Design Methodology: Micropiles for Slope Stabilization and Earth Retention. – Donald B. Murphy Contractors, Inc. Federal Way, WA 98003. USA.
- DEMEK, J. – MACKOVČIN, P. eds (2006): Hory a nížiny. Zeměpisný lexikon ČR. – Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. Brno.
- HAVLÍČEK, P. (1987): Soubor geologických a ekologických účelových map. Geologická mapa ČSR. Měřítko 1 : 50 000. List 34-12 Pohořelice. – Ústřední ústav geologický. Praha.
- HROCH, Z. – LOCHMANN, Z. – MORAVCOVÁ, O. (1998): Podíl státní geologické služby ČGÚ na stabilizaci sesuvů iniciovaných extrémními srážkami v červenci 1997. In V. Lysenko (ed.): Přehled výsledků geologických prací na ochranu horninového prostředí v roce 1997, 26–29. – Odbor ochrany horninového prostředí Ministerstva životního prostředí. Praha.
- HUBATKA, F. – KUDA, F. – FROLKA, J. (2016): Sanace svahů v Dolních Věstonicích – doplňkový průzkum. Geofyzikální měření. – Kolej Consult & servis, spol. s r. o. Brno.
- JAKOUBEK, M. – PIŠOVÁ, H. (2016): Hydrotechnické posouzení lokalit v Dolních Věstonicích postižených svahovými deformacemi (odborné vyjádření znalce). – VHS PROJEKT, s. r. o. Kralupy nad Vltavou.
- JANOVSKÝ, J. (1967): Zpráva o inženýrskogeologických poměrech sesuvného území mezi Dolními Věstonicemi a Pavlovem. – Geotest, n. p. Brno.
- JANOVSKÝ, J. (1968): Zpráva o vyhodnocení sesuvného území mezi Dolními Věstonicemi a Pavlovem za rok 1968. – Geotest, n. p. Brno.
- JANOVSKÝ, J. (1969): Zpráva o vyhodnocení sesuvného území mezi Dolními Věstonicemi a Pavlovem za rok 1969. – Geotest, n. p. Brno.
- JANOVSKÝ, J. (1970): Zpráva o vyhodnocení území mezi Dolními Věstonicemi a Pavlovem za rok 1970 (4. etapa). – Geotest, n. p. Brno.
- JANOVSKÝ, J. (1971): Zpráva o vyhodnocení území mezi Dolními Věstonicemi a Pavlovem za rok 1971 (5. etapa). – Geotest, n. p. Brno.
- JETEL, J. (1973): Logický systém pojmů – základní podmínka formalizace a matematizace v hydrogeologii. – Geol. Průzk., 15, 1, 13–17. Praha.
- KREJČÍ, O. (2016): Stanovisko ČGS ke svahovým nestabilitám v Dolních Věstonicích čj. ČGS 441/16/0094*SOG 441/048/2016 ze dne 29. ledna 2016. – Česká geologická služba. Praha.
- KREJČÍ, O. – KREJČÍ, V. – BALDÍK, V. – NOVOTNÝ, R. (2015a): Účelová inženýrskogeologická mapa stabilitních poměrů 1 : 10 000, list 34-21-21. – Česká geologická služba. Praha.
- KREJČÍ, O. – KREJČÍ, V. – NOVOTNÝ, R. – BALDÍK, V. (2015b): Účelová inženýrskogeologická mapa stabilitních poměrů 1 : 10 000, list 34-12-25. – Česká geologická služba. Praha.
- KUČERA, J. – TOPALIDIS, T. (2000): Soubor geologických a ekologických účelových map. Hydrogeologická mapa ČR. Měřítko 1 : 50 000. List 34-12 Pohořelice. – Český geologický ústav. Praha.
- KYCL, P. – NOVOTNÝ, R. – BALDÍK, V. (2016): Vyjádření k některým aspektům projektu sanačních prací na sesuvu v okolí komunikace III/42117 v obci Dolní Věstonice čj. ČGS-441/16/0868*SOG-441/387/2016 ze dne 30. května 2016. – Česká geologická služba. Praha.
- LOKOS, R. – LAMPARTER, P. (2016a): Dolní Věstonice sanace sesuvů. Trvalé zajištění zemních těles v lokalitě č. SO.01, SO.02.1, SO.02.2, SO.02.3, SO.02.3a, SO.02.3b, SO.02.4, SO.02.5, SO.02.6, SO.02.11, SO.03, SO.04, SO.05, SO.06. – Fundos, spol. s r. o. Brno.
- LOKOS, R. – LAMPARTER, P. (2016b): Dolní Věstonice sanace sesuvů, projekt. – Fundos, spol. s r. o. Brno.
- LOKE, M. H. – BARKER, R. D. (1996): Rapid leastsquare inversion of apparent resistivity pseudosections by a quasi-Newton method. – Geophysical Prospecting, Vol. 44, 131–152.
- MAŠÍN, D. (2016): Zpracování 2D numerických modelů stability svahu, lokalita Dolní Věstonice. Zpráva č. UK-CGS-16-11-Rev.1. – Univerzita Karlova. Praha.

- MRÁZEK, J. (2016): Sanace svahů v Dolních Věstonicích – doplňkový průzkum. – Sweco Hydroprojekt, a. s. Brno.
- MICHLÍČEK, E. a kol. (1986): Hydrogeologická rajonizace ČR. – Geotest, n. p. Brno.
- MÜLLER, V. ed. (1995): Vysvětlivky k Souboru geologických a ekologických účelových map přírodních zdrojů v měřítku 1 : 50 000, list 34-12 Pohořelice. – Český geologický ústav. Praha.
- MÜLLER, V. ed. (1995): Vysvětlivky k Souboru geologických a ekologických účelových map přírodních zdrojů v měřítku 1 : 50 000, list 34-21 Hustopeče. – Český geologický ústav. Praha.
- NEMČOK, A. – PAŠEK, J. – RYBÁŘ, J. (1974): Dělení svahových pohybů. – Sborník geologických věd, Ř. Hydrogeol. Inž. Geol., 11, 77-93. – Ústřední ústav geologický. Praha.
- NOVOTNÝ, R. (2014): Vyjádření ČGS ke svahovým nestabilitám v Dolních Věstonicích a Strachotíně čj. ČGS-441/14/1357*SOG-441/534/2014 ze dne 17. září 2014. – Česká geologická služba. Praha.
- NOVOTNÝ, R. – BALDÍK, V. (2014): Posouzení geodynamických jevů podél komunikace III/42117 mezi obcemi Dolní Věstonice – Pavlov. Závěrečná zpráva ČGS č. 544021pro KÚ JmK. – Česká geologická služba. Praha.
- NOVOTNÝ, R. – BALDÍK, V. (2016): Rekognoskační zpráva ČGS o aktivitě sesuvu v okolí komunikace III/42117 v obci Dolní Věstonice se stavem ke dni 25. května 2016 čj. ČGS-441/16/0766*SOG-441/369/2016 ze dne 25. května 2016. – Česká geologická služba. Praha.
- OLMER, M. a kol. (2006): Hydrogeologická rajonizace České republiky. – Sbor. geol. Věd, Hydrogeol. Inž. Geol., 23, 5–31.
- STEJSKAL, P. (2016): Dolní Věstonice – sanace sesuvů, IG. Závěrečná zpráva z geotechnického průzkumu. – Arcadis, a. s., divize Geotechnika. Brno.
- STRÁNÍK, Z. (1981): Rukopisná mapa 1 : 10 000, list M-33-118-A-d-1. – Ústřední ústav geologický. Praha.
- STRÁNÍK, Z. a kol. (1993): Soubor geologických a ekologických účelových map. Geologická mapa ČSR. Měřítko 1 : 50 000. List 34-21 Hustopeče. – Český geologický ústav. Praha.
- STEJSKAL, J. (1930): Svážná území na Pavlovských vrších. Über die Rutschgebiete im Bereiche der Pollauer Berge. – Věstník Československé Akademie Zemědělské. Zvláštní otisk. Roč. 6, č. 5.
- STEJSKAL, J. (1931): Svážná území na Pavlovských vrších. Über die Rutschgebiete im Bereiche der Pollauer Berge. – Z Geologického ústavu Českého vysokého učení technického v Praze. Sborník Československé Akademie Zemědělské. Zvláštní otisk. Roč. 6, odd. A, sešit 1, 55–94.
- STEJSKAL, J. (1932): Schlusswort zum Klippenbau, zu den Grundwasserverhältnissen und Rutschungen im Gebiete der Pollauer Berge. – Firgenwald. Vierteljahrsschrift für Geologie und Erdkunde der Sudetenländer, 5. Jahrgang, Heft 4, 113–116.
- STEJSKAL, J. (1935): Geologická stavba Pavlovských vrchů se zřetelem na stratigrafii a tektoniku flyše. Část II. La géologie des Pavlovské vrchy (Pollauer Berge). II. Partie. – Zvláštní otisk z Věstníku Státního geologického ústavu Čsl. republiky, roč. 11, č. 1-2, 15–32.
- STEJSKAL, J. – WOLDŘICH, J. (1934): Geologický profil hlinišťem a svážení v cihelně u Dolních Věstonic na Moravě. – Z Geologického ústavu Českého vysokého učení technického v Praze. Zvláštní otisk z časopisu Věda přírodní, roč. 15, č. 5, 9 s.
- ČSN EN 206-1 (2001): Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda.
- ČSN 73 1001 (1988): Základová půda pod plošnými základy.
- ČSN EN 1997-1 „Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla“
- ČSN EN 14688-2 (2005): Geotechnický průzkum a zkoušení - pojmenování a zařizování hornin - Část 2: Zásady pro zařizování.
- Technické podmínky – 76 (2009): Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace, část A – základy geotechnického průzkumu. Schváleno: MD-OSI čj. 485/09-910-IPK/1. – Ministerstvo dopravy. Praha.

<http://www.geology.cz>

<http://www.mapy.geology.cz>

Příloha 1

**Zpracování 2D numerických modelů stability svahu, lokalita Dolní
Věstonice**



ZPRÁVA č. UK-CGS-16-01-Rev. 1

Zpracování 2D numerických modelů stability svahu, lokalita Dolní Věstonice

Název zakázky:	Zpracování 2D numerických modelů stability svahu ve dvou řezech, lokalita Dolní Věstonice
Zpracovatel:	Přírodovědecká Fakulta Univerzity Karlovy v Praze Ústav hydrogeologie, inženýrské geologie a užitá geofyziky Albertov 6, 128 43, Praha 2
Zpracoval:	doc. RNDr. David Mašín, M.Phil., Ph.D.
Kontroloval:	Ing. Josef Rott, Ph.D.
Zadavatel:	Česká geologická služba Klárov 3/131, 118 21 Praha 1
Číslo objednávky zadavatele:	160471
Kontaktní osoba zadavatele:	Ing. Petr Kycl
Datum vystavení objednávky:	21. 6. 2016
Datum zpracování:	28. 7. 2016

Obsah

1	Úvod.....	3
2	Podklady a literatura.....	3
3	Popis řešeného problému.....	4
4	Geologie zájmové oblasti a výpočtové parametry.....	5
4.1	Geologie zájmové oblasti	5
4.2	Výpočtové parametry – profil 1.....	6
4.3	Výpočtové parametry – profil 2.....	7
5	Matematické modely	11
5.1	Výpočtový profil 1.....	11
5.2	Výpočtový profil 2.....	13
6	Závěry	18

1 Úvod

Na základě objednávky České geologické služby č. 160471 ze dne 21. 6. 2016 byla posouzena stabilita svahu ve dvou řezech na lokalitě Dolní Věstonice, sesuvné oblasti SO 02.11 a SO 01. Úkolem bylo posouzení stability svahů v současném stavu (červen 2016), tedy před budováním projektovaného trvalého ochranného opatření, ovšem s uvažováním dočasného ochranného opatření v lokalitě SO 01 z roku 2014. Cílem posouzení bylo získání relevantních údajů pro posouzení plánovaného trvalého zabezpečení sesuvných svahů v dotčené lokalitě.

2 Podklady a literatura

Pro zpracování výpočtů byly využity následující zdroje:

- [1] Armour, M. a Donald, B (1997). Design Methodology: Micropiles for Slope Stabilization and Earth Retention. Murphy Contractors, USA.
- [2] Fredlund, D., Rahardjo, H. a Fredlund, M. (2012). Unsaturated Soil Mechanics in Engineering Practice. John Wiley & Sons, Inc.
- [3] Khalili, N. a Khabbaz, M. H. (1998). A unique relationship for χ for the determination of the shear strength of unsaturated soils. *Géotechnique* 48(2):1–7.
- [4] Stejskal, P. a Černý, V. (2016). Dolní Věstonice – sanace sesuvů, IG: Závěrečná zpráva geotechnického průzkumu. Arcadis, Brno.
- [5] Špička, M. a Špičková, R. (2014). Dočasné zajištění komunikace III/42117 a hlavy sesuvu v obci Dolní Věstonice, okr. Břeclav: Průvodní a souhrnná technická zpráva.
- [6] Špička, M. a Špičková, R. (2014). Dočasné zajištění komunikace III/42117 a hlavy sesuvu v obci Dolní Věstonice, okr. Břeclav: Statický výpočet.

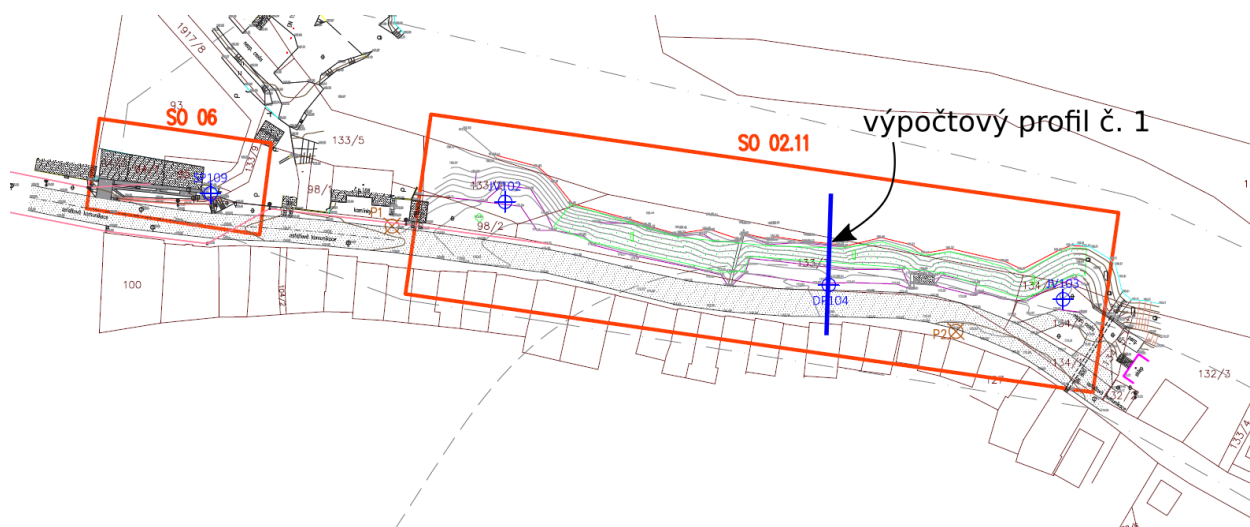
3 Popis řešeného problému

Cílem zakázky bylo posouzení stability svahu ve dvou sesuvných oblastech označovaných jako SO 02.11 a SO 01 v rámci sesuvného území Dolní Věstonice (přehledná mapka viz Obrázek 1).



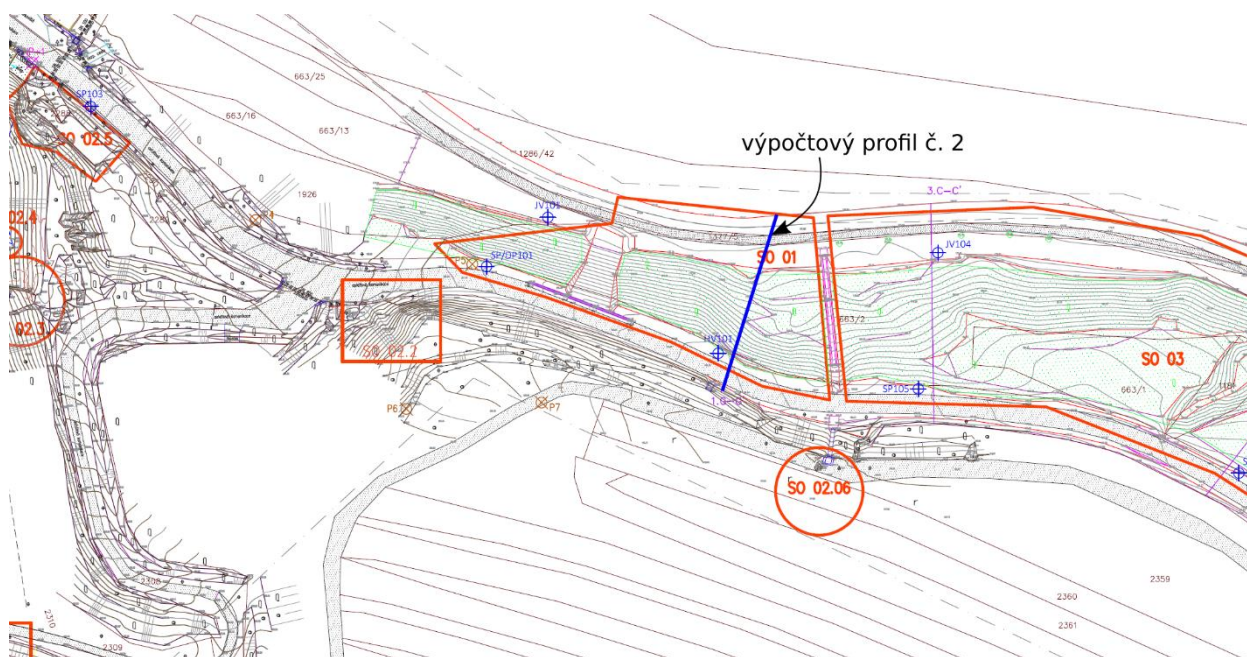
Obrázek 1: Přehledná mapka ohrazení sesuvného území Dolní Věstonice (převzato z [4]).

SO 02.11 (výpočtový profil 1) se nachází severně od silnice III/42117 při východním okraji obce Dolní Věstonice, přibližně mezi Kadlcovým a Kanicovým sklepem. Jedná se o cca 7 m vysoký svah o sklonu cca 40°. Na silnici nejsou zřejmé poruchy, povrch svahu se však postupně sesouvá směrem do koryta slepého ramene řeky Dyje, která při patě svahu působí silně erozivně a svah je pak dosypáván navážkami. Ohrazení sesuvné oblasti a vedení výpočtového profilu je zřejmé z obrázku „Obrázek 2“ [4].



Obrázek 2: Ohraničení sesuvné oblasti SO 02.11 a vedení výpočtového profilu č. 1.

Sesuvná oblast SO 01 (výpočtový profil č. 2) se nachází cca 500 m východněji od sesuvné oblasti SO 02.11, opět severně od silnice III/42117. Jedná se o plošně rozsáhlejší oblast, jejíž část byla v roce 2014 předběžně sanována provedením kotvené mikropilotové stěny v délce 34 m. Ve svahu severně od silnice, směrem k nádrži Nové Mlýny jsou patrné tvarové terénní změny indikující relativně aktivní oblast mělkých sesuvů. Povrch je tvořen relativně propustnými deluviálními sedimenty, pod nimiž jsou slabě až velmi slabě propustné pevné až velmi pevné spraše. Srážková voda se tak zadržuje na poloze spraší a zhoršuje stabilitní poměry deluviálního pokryvu. Ohraničení sesuvné oblasti a vedení výpočtového profilu je zřejmé z obrázku „Obrázek 3“ [4].



Obrázek 3: Ohraničení sesuvné oblasti SO 01 a vedení výpočtového profilu č.2. Výpočtový profil je veden mimo dočasnou stabilizaci existujícího sesuvu, ve výpočtech byla ovšem tato stabilizace variantně uvažována i v řešeném profilu pro posouzení jejího stabilizačního vlivu.

4 Geologie zájmové oblasti a výpočtové parametry

4.1 Geologie zájmové oblasti

Podle [4] je zájmové území z hlediska regionálně geologického členění součástí ždánické jednotky vnější skupiny příkrovů flyšového pásma Vnějších Západních Karpat. Na většině zájmového území je geologické podloží budováno paleogenními sedimenty ždánicko-hustopečského souvrství. Tyto sedimenty jsou směrem do nadloží překryty mladšími kvartérními sedimenty. Sedimenty ždánicko-hustopečského souvrství reprezentují typický flyšový vývoj. Charakteristické pro tento vývoj je střídání pískovců s jílovci, jíly, slíny až slínovci. Pískovce jsou zpravidla jemně až středně zrnité, málo zpevněné a slabě slídnaté. Tvoří polohy o mocnostech cca 5 až 100 cm,

ojediněle pak i několika metrů. Pískovce směrem k povrchu zvětrávají do podoby světle hnědého až okrově hnědého písku. Jíly, jílovce, slíny a slínovce jsou většinou písčité, jemně laminované a tvoří polohy desítky centimetrů, místy však i několik metrů mocné. Směrem k povrchu pak zvětrávají do jílovito-písčitých hlín.

Sedimenty ždánicko-hustopečského souvrství jsou v zájmovém území zpravidla překryty mladšími kvartérními sedimenty, a to především pleistocenními eolickými sedimenty charakteru spraší a sprašových hlín (prachovité jíly) a také deluviálními jílovito-písčitými, prachovitými uloženinami.

V rámci těchto kvartérních poloh byly popsány také pleistocenní fluvialní sedimenty říční terasy Dyje tvořené převážně štěrkopísky. Tyto terasové sedimenty by se měly nacházet ve dvou úrovních - přibližně ve 20 a také ve 30 až 40 m nad hladinou nádrže Nové Mlýny. Ve sprašových polohách, které mohou být v zájmovém území až 20 m mocné, se nachází také několik pohřbených půdních horizontů.

Nejblíže k povrchu se v zájmovém území a jeho okolí nachází kvartérní, holocenní deluviofluvialní uloženiny charakteru jílu a jílovitých písků s úlomky vápenců, případně pískovců, dosahující maximálních mocností v řádu prvních jednotek metrů. Na těchto uloženinách bývá zpravidla vyvinut několik desítek centimetrů mocný půdní horizont. V těsné blízkosti vodní nádrže Nové Mlýny a také v blízkosti slepého ramena řeky Dyje jsou v rámci holocenních kvartérních poloh zastoupeny také fluvialní štěrkopísky a jílovité naplaveniny. Tyto však zasahují do zájmového území zcela minimálně a jejich mocnost nepřesahuje první jednotky metrů.

Samostatnou kategorií jsou v zájmovém území navážky, jejichž výskyt můžeme očekávat především v okolí stávajících komunikací a nadzemních objektů. Zpravidla by se mělo jednat o přemístěný místní jílovito-písčité materiál s příměsí různorodého stavebního odpadu jako je beton, cihly, makadam, škvára a podobně. Navážky mohou místy, například v zásypech starých vinných sklepů nebo v přísypech silničních násypů, dosahovat poměrně značných mocností a to v řádech několika metrů.

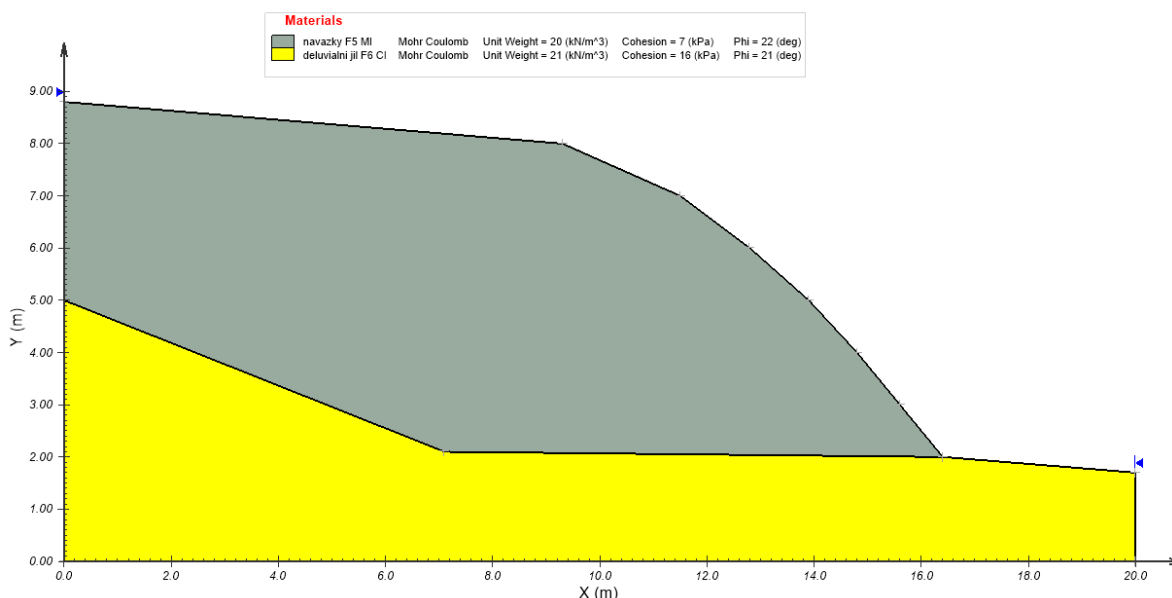
4.2 Výpočtové parametry – profil 1

Geologický řez výpočtového profilu 1 byl interpretován na základě vrtné dokumentace vrtů JV102 a JV103, provedených při okrajích SO 02.11 a na základě výsledků dynamické penetrace DP104, která je situovaná přímo v řešeném profilu.

Svah je tvořen relativně mocnou vrstvou navážek, které byly ve vrtech JV 102 a JV 103 zastiženy o mocnosti 4,2 a 5,5 m, výsledky DP 104 dokonce ukazují na mocnost navážek 6,1 m. Tato mocnost byla uvažována ve výpočtech. Navážky představují úpravu terénu výkopky místních zemin a zvětralých hornin. Převážně se jedná o nesourodé místní přemístěné zeminy smíchané se stavebním odpadem a zbytky demolovaných staveb. Podle [4] lze navážky alespoň přibližně ztotožnit s hlínou se střední plasticitou F5 Ml. Na základě tohoto zařazení a výsledků dynamické penetrace byly v [4] navrženy výpočtové parametry $\varphi'=22^\circ$, $c=7$ kPa a $\gamma=20$ kN/m³.

Pod navážkami je vrstva deluviálního jílu. Není rozlišeno, zda se jedná o mladší (holocénní) či starší (pleistocenní) deluvia, z geotechnického hlediska se jedná o prakticky totožný materiál. Deluviální jíly tvoří jílovitá až prachovitá zemina vzniklá přemístěním původních eolických sedimentů (spraší). Deluviální materiál obsahuje místy čocky písku, které bývají zvodněné. Ve vrtu JV 102 byly deluviální jíly charakterizovány jako jíl se střední až vysokou plasticitou, světle hnědý, místy tmavě hnědě šmouhovaný, tuhý až pevný, s výskytem pískových čocek a zaoblených úlomků vápence, klasifikovaný jako F6 CI. Ve zprávě [4] její autoři navrhuji na základě klasifikačních rozborů výpočtové parametry $\phi' = 21^\circ$, $c = 16$ kPa a $\gamma = 21$ kN/m³. Ze sondy JV 103 byl z hloubky 6-6,3 m odebrán neporušený vzorek, který v krabicové smykové zkoušce v saturovaném stavu vykázal pevnost $\phi' = 29^\circ$ a $c = 0$ kPa. V analýzách byly variantně uvažovány obě sady parametrů.

Geologický profil uvažovaný ve výpočtech je na obrázku „Obrázek 2“.



Obrázek 4: Geologický výpočtový profil č. 1.

4.3 Výpočtové parametry – profil 2

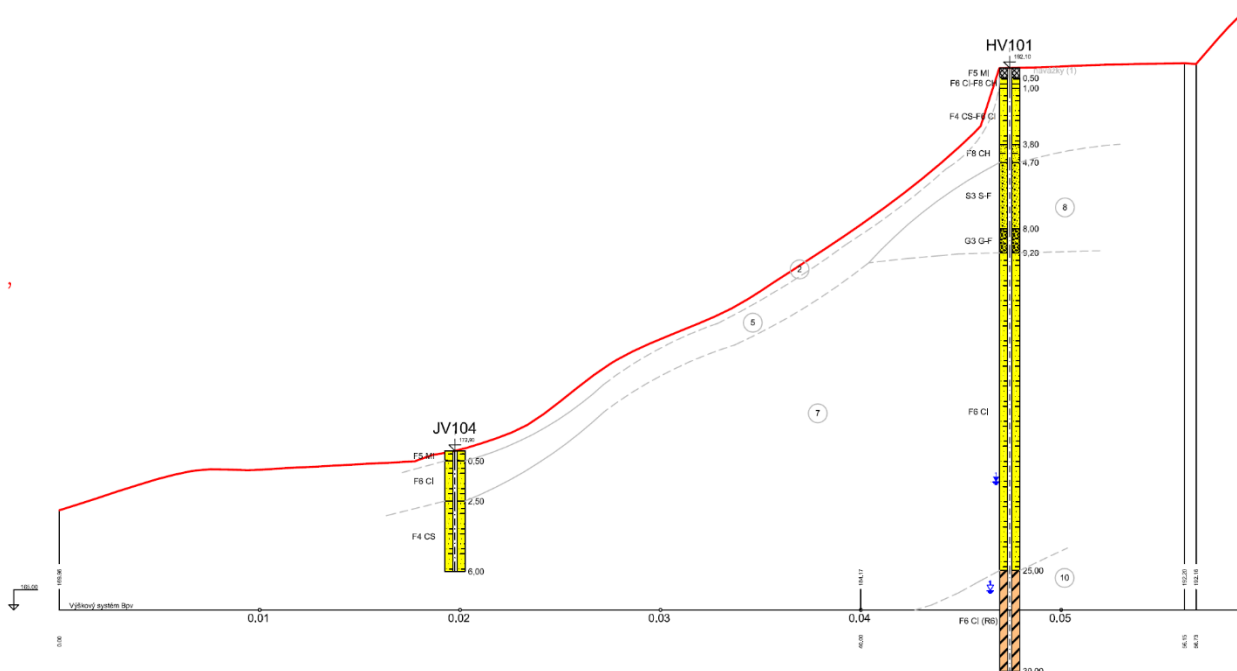
Geologický řez výpočtového profilu 2 byl sestaven v [4] a je zobrazen na obrázku „Obrázek 5“. Profil byl rozdělen na dva kvazihomogenní celky: vrchní vrstva deluviálních jílu nasedající na spodní vrstvu pevných spraší.

Deluviální jíly tvoří jílovitá až prachovitá zemina F6 CI vzniklá přemístěním původních eolických sedimentů (spraší). Deluviální materiál obsahuje místy čocky písku, které bývají zvodněné. Ve zprávě [4] jsou navrženy na základě klasifikačních rozborů výpočtové parametry $\phi' = 21^\circ$, $c = 16$ kPa a $\gamma = 21$ kN/m³.

Spraše mají charakter eolických prachovitých jílu až siltů o tuhé, pevné a místy až velmi pevné konzistenci. Barva bývá světle hnědá, často s vápenitými povlaky a místy až vápennými konkréty s cicváry. Spraše jsou z geotechnického hlediska klasifikovány jako jíl se střední plasticitou

F6 CI. Ve zprávě [4] jsou navrženy na základě klasifikačních rozborů výpočtové parametry $\varphi'=18^\circ$, $c=18$ kPa a $\gamma=21$ kN/m³. Ze sondy HV 101 byl z hloubky 12,1-12,3 m odebrán neporušený vzorek, který v krabicové smykové zkoušce v saturovaném stavu vykázal pevnost $\varphi'=27,1^\circ$ a $c=2$ kPa.

V geologickém řezu na obrázku „Obrázek 5“ je identifikována přítomnost pleistocenního terasového sedimentu ve vrchní části svahu. Tato vrstva nebyla ve výpočtech uvažována z toho důvodu, že její výskyt nebyl v ostatních vrtech v sesuvném území potvrzen a jakožto hrubozrnný materiál má vyšší smykové pevnosti, její uvažování by proto mohlo způsobit nadhodnocování stupně stability v částech svahu, kde se nevyskytuje. Její přítomnost je ale třeba mít na paměti při projektování odvodnění svahu, neboť vzhledem ke své propustnosti může při zvýšené srážkové činnosti dotovat podzemní vodou deluviální pokryv, což může podporovat vznik povrchových svahových deformací.



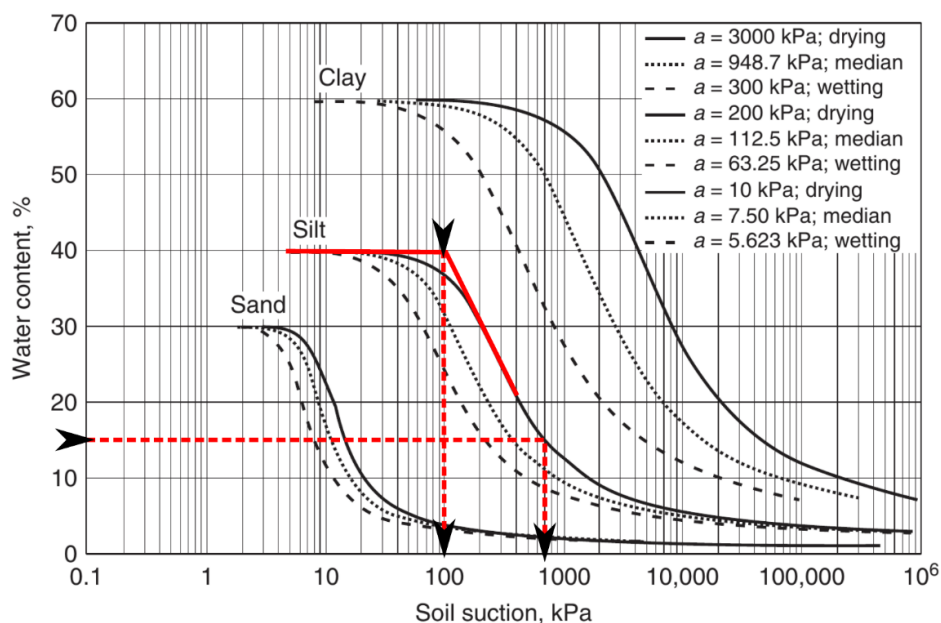
Obrázek 5: Geologický řez profilem 2, interpretovaný v [1].

Spraše jsou v profilu uloženy v nenasyceném stavu, který způsobuje významné zvýšení pevnosti oproti stavu nasycenému. Soudržnost způsobenou částečným nasycením lze přibližně odhadnout na základě teorie nenasycených zemin [3]. Soudržnost lze vypočítat podle rovnice

$$c = \left(\frac{s}{s_e} \right)^{0,55} s \tan \varphi' \quad (1)$$

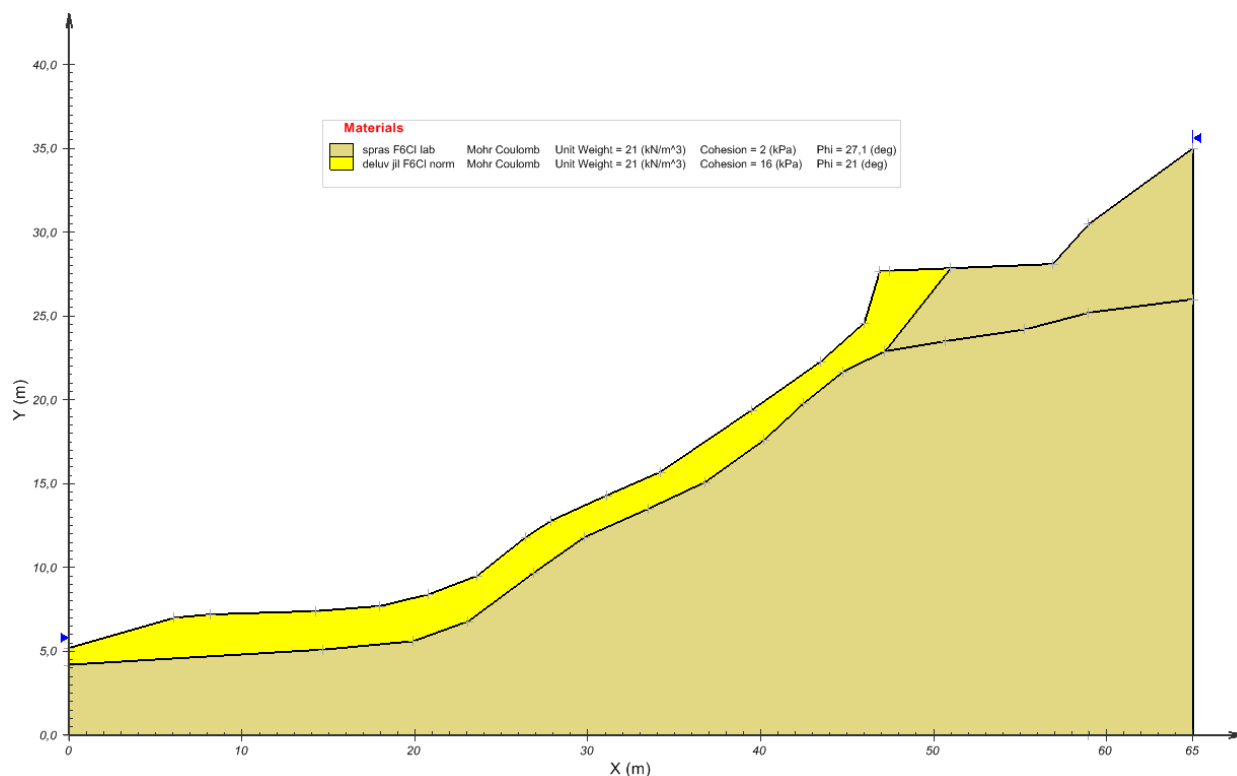
Kde s je sání, s_e je vstupní hodnota vzduchu a φ' je úhel vnitřního tření. Pro spraš z lokality Dolní Věstonice byla soudržnost odhadnuta následujícím způsobem. Neporušený vzorek spraše ze sondy HV 101 měl na základě laboratorního rozboru přirozenou vlhkost 14,6%. Hodnota sání a vstupní hodnoty vzduchu byla odhadnuta z retenční křivky pro prachovitou zeminu podle [2] jako

$s=700$ kPa a $s_e=100$ kPa, viz Obrázek 6. Na základě rovnice (1) pak lze dopočítat hodnotu soudržnosti z důvodu částečného nasycení spráše jako 123 kPa. Tato hodnota byla použita v některých analýzách variantního řešení.



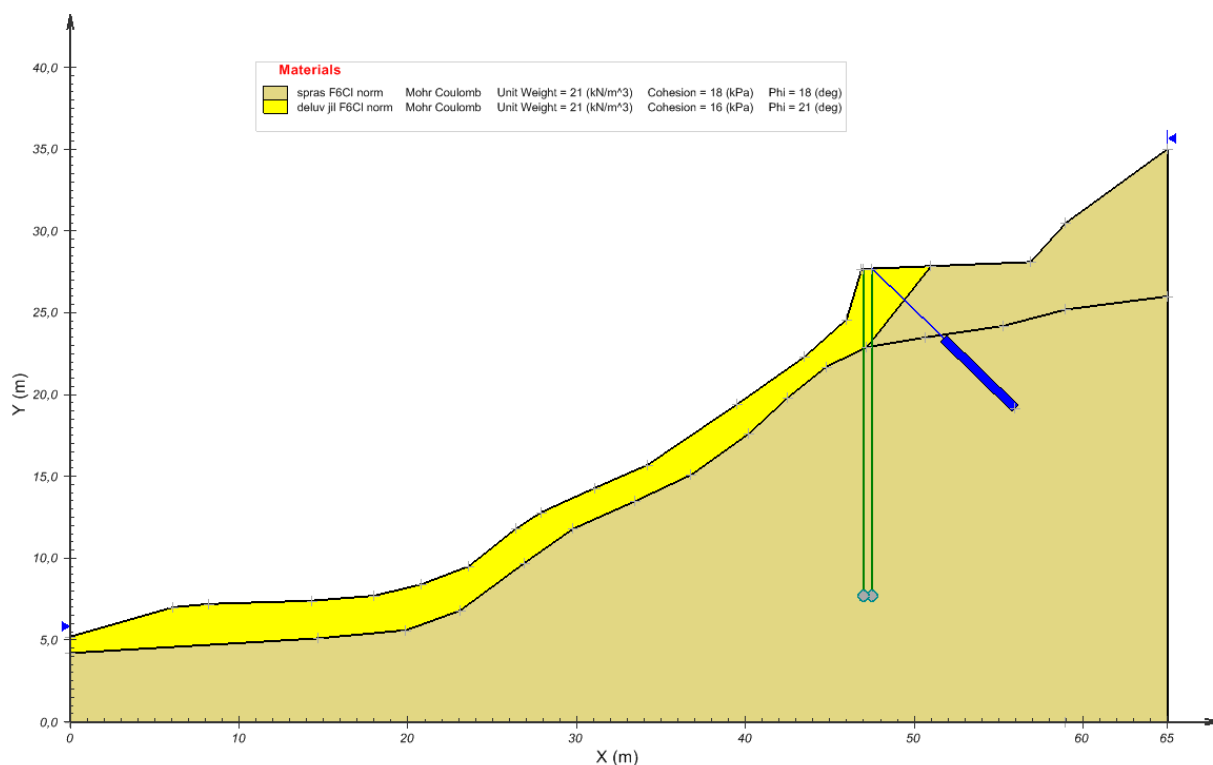
Obrázek 6: Odhad sání a vstupní hodnoty vzduchu pro prachovitou zeminu. Data z [2].

Obrázek 7 ukazuje idealizovaný geologický řez v profilu 2 uvažovaný ve výpočtech.



Obrázek 7: Idealizovaný geologický řez v profilu 2.

I přesto, že profil 2 nevede přes dočasné stabilizační opatření provedené v roce 2014 pro ochranu silnice v úseku SO 01 postiženého sesuvem, bylo toto opatření v rámci variantního posouzení v některých výpočtech uvažováno, aby byl zhodnocen jeho vliv. Ochranné opatření sestávalo z mikropilotové clony s délkou mikropilot 20 m, které byly instalovány po dvojicích v rozestupu 2 m. Mikropiloty byly ocelové o průměru 89 mm a síle stěny 10 mm. Hlavy mikropilot byly zavázány v železobetonové převážce z betonu C 25/30 XC2 XD2 XF2. Převážka byla kotvena kotvami s táhlem Monostrand Lp 15,5, kotvy byly předepínány na síly 250 kN. Kotvy měly celkovou délku 12 m, kořen měl délku 6 m, úklon kotev byl 45° od horizontály [5]. Geometrie idealizovaného řezu s uvažováním ochranného opatření je na obrázku "Obrázek 8".



Obrázek 8: Geometrie výpočtového profilu 2 s uvažováním provizorního ochranného opatření.

Parametry pro ochranné prvky byly stanoveny následujícím způsobem:

- Síla na mezi přetržení kotvy byla stanovena jako 318 kN na základě statického výpočtu v [6].
- Smyková pevnost mikropiloty byla stanovena jako 100 kN na základě [1]. V této publikaci jsou tabulková řešení pro různé typy mikropilot, přičemž pro odhad pevnosti se použila mikropilota o průměru 102 mm, o síle stěny 9,5 mm, která byla nejbližší mikropilotě užitá na lokalitě Dolní Věstonice. Uvažoval se případ pro stejnou tuhost okolního materiálu nad a pod smykovou plochou.

Rozestup ochranných prvků byl v souladu se skutečným provedením uvažován jako 2 m.

5 Matematické modely

Posouzení stability bylo provedeno v software SVSlope Professional firmy SoilVision Systems Ltd. Využilo se metody mezní rovnováhy Morgenstern-Price ve 2D. Kromě dvou případů řešení profilu 2, kdy byla využita metoda předdefinované smykové plochy, se uvažovala kruhová smyková plocha a metoda vyhledávání „slope search“. Tato metoda se ukazuje jako efektivní ve vyhledávání smykové plochy o nejnižším stupni stability. Pro ilustraci jsou ve výsledku prezentovány jednak kritické smykové plochy, ale i ostatní testované smykové plochy. Barevně je odlišen stupeň stability jednotlivých smykových ploch.

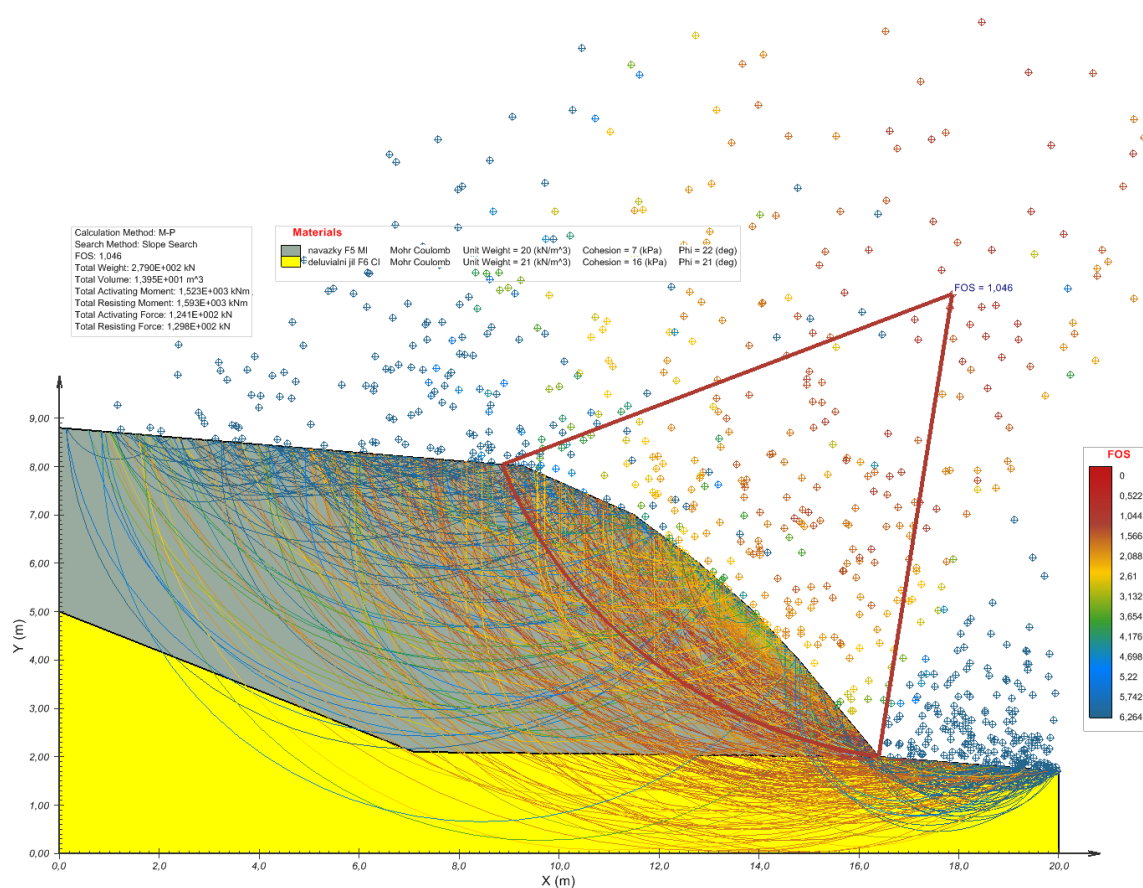
Stupeň stability byl vyhodnocen na základě aktuálně platné normy ČSN EN 1997-1 „Eurokód 7“: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla“. Využil se tzv. třetí návrhový přístup. Ten v první řadě vyžaduje „obežretný odhad charakteristických hodnot materiálových parametrů“. Tento odhad byl popsán v kapitole 4. Dále se pro analýzu svahu využijí hodnoty koeficientů A (pro zatížení a jeho účinky), M (pro materiálové parametry) a R (pro únosnosti). Pro třetí návrhový přístup a řešení stability svahu jsou hodnoty A a R rovny jedné. Hodnota M závisí na materiálovém parametru, přičemž jsou tangent úhlu vnitřního tření a soudržnost redukovány hodnotou 1,25 a objemová tíha není redukována. Při analýze je vyžadováno dosažení minimálního stupně stability rovného jedné. Přibližně ekvivalentní je užití přímo charakteristických (neredukovaných) hodnot parametrů a požadavek stupně stability $FS=1,25$ (rozdíl od využití třetího návrhového přístupu jsou maximálně v řádu prvních procent a jsou způsobeny iteračním charakterem metody Morgenstern-Price).

5.1 Výpočtový profil 1

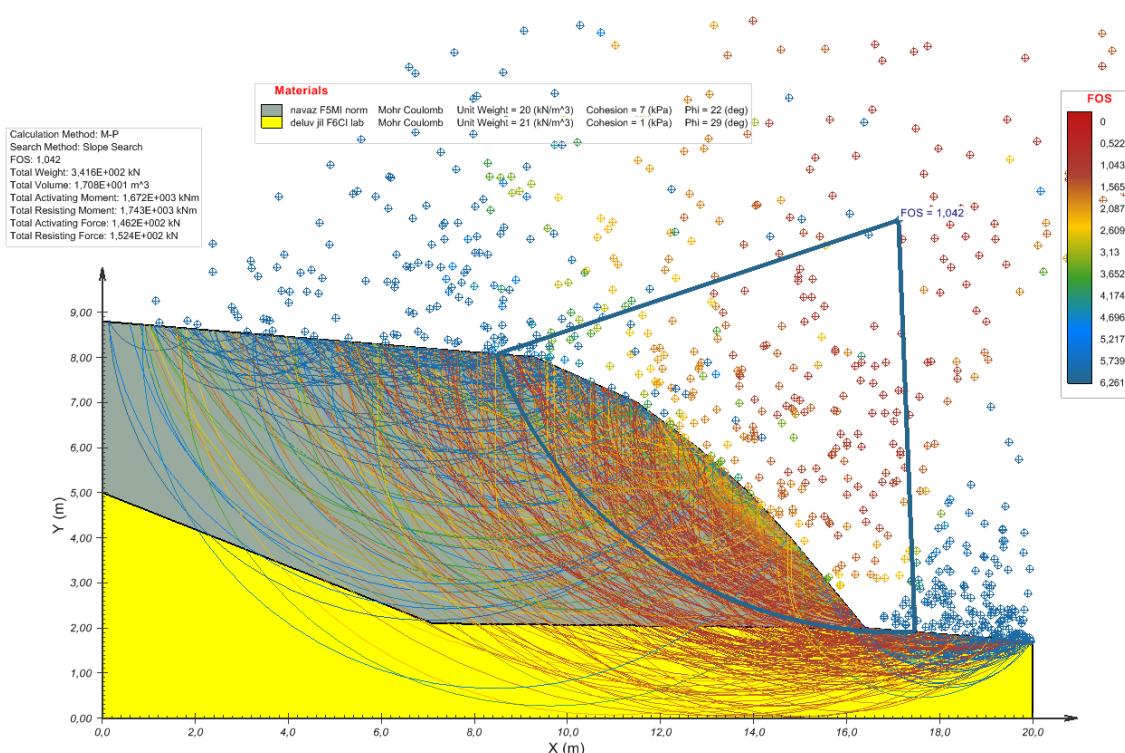
Výpočtový profil 1 byl posuzován ve dvou variantách. V obou případech se uvažovaly shodné parametry pro materiál navážek, v prvním případě se uvažovaly parametry deluviálních hlín odhadnuté na základě zařazení zeminy, v druhém případě na základě laboratorních zkoušek. Analýzy jsou značeny PROFIL1-A1 a PROFIL1-A2. Použité parametry a výsledné stupně stability jsou v tabulce „Tabulka 1“. Výsledné smykové plochy jsou pak zobrazeny v obrázcích „Obrázek 9“ a „Obrázek 10“.

Tabulka 1: Souhrn analýz výpočtového profilu 1.

Analýza	vrstva	γ [kN/m ³]	c [kPa]	ϕ' [°]	FS
PROFIL1-A1	Navážky F5 MI	20	7	22	1,046
	Deluviální jíl F6 CI	21	16	21	
PROFIL1-A2	Navážky F5 MI	20	7	22	1,042
	Deluviální jíl F6 CI	21	1	29	



Obrázek 9: Analýza "PROFIL1-A1", výsledky výpočtu.



Obrázek 10: Analýza "PROFIL1-A2", výsledky výpočtu.

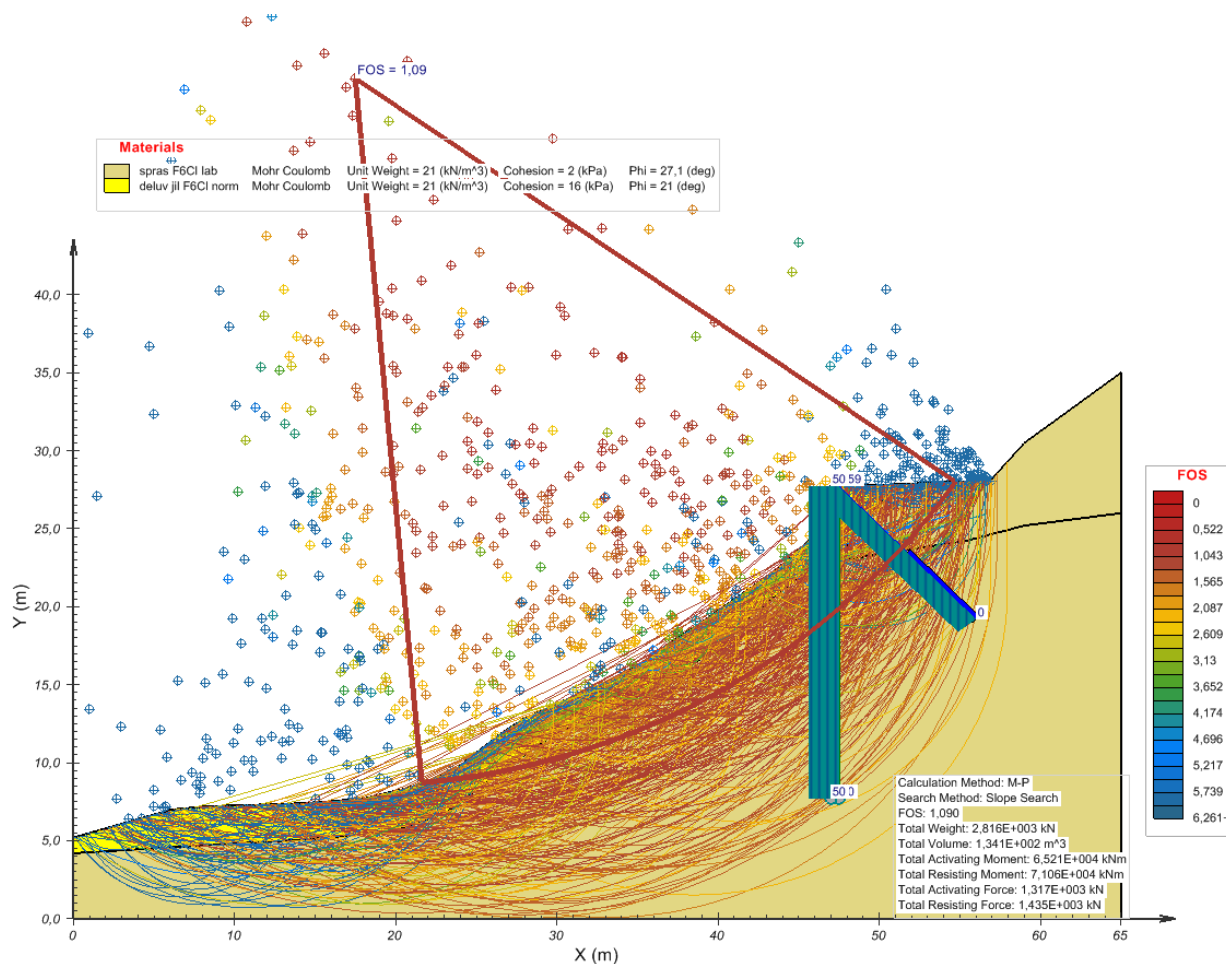
Z výsledků analýz je zřejmé, že v ani jednom případě svah nevyhovuje normové podmínce $FS \geq 1,25$. Kritická smyková plocha je relativně mělká, očekávají se tedy spíše připovrchové svahové deformace a ne svahové deformace s hlubokými smykovými plochami. V analýzách se v souladu s inženýrskogeologickým průzkumem neuvažovalo s ustálenou hladinou podzemní vody. Eventuální prosycení vrchní vrstvy navážek z důvodu vysokých srážek a nedostatečného odvodnění bude mít ovšem za následek další snížení stability povrchové vrstvy, která zvyšuje pravděpodobnost povrchových sesuvů půdy. Tento závěr je podložen tím, že již v minulosti k podobným sesuvům docházelo.

5.2 Výpočtový profil 2

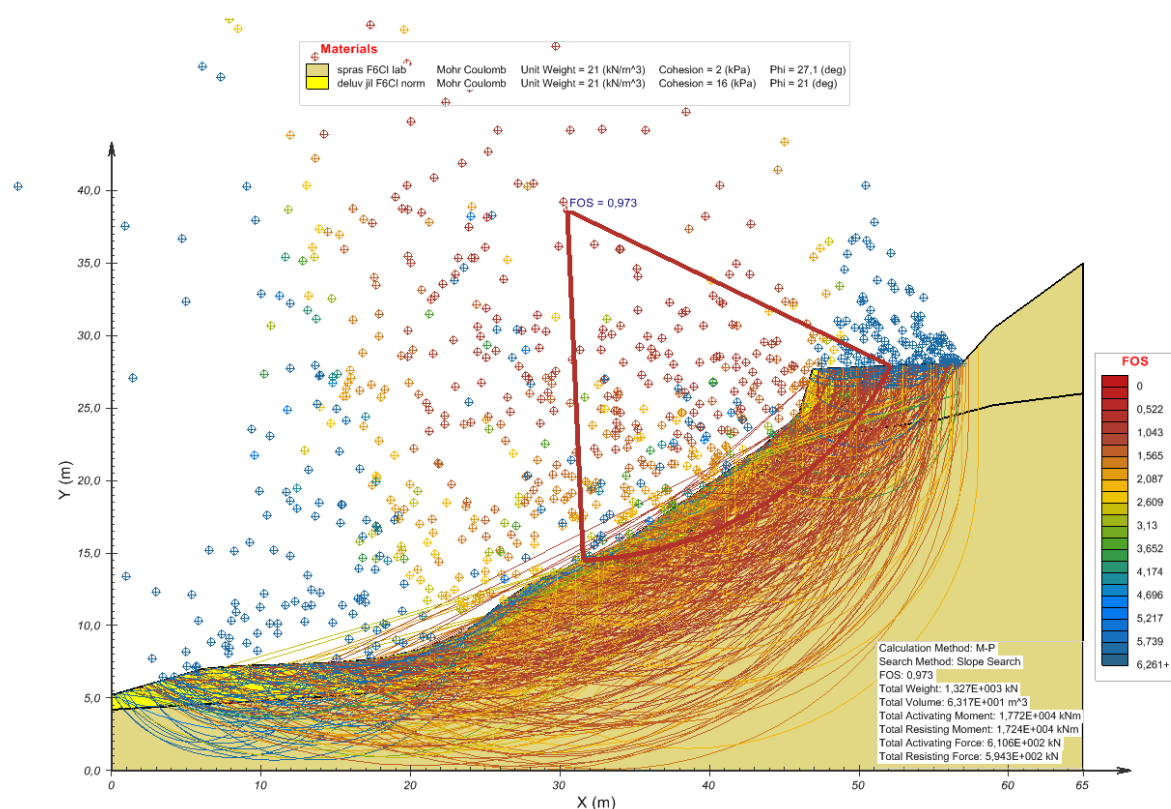
Výpočtový profil 2 byl posuzován v několika variantách, odlišených uvažovanými materiálovými parametry, způsobem hledání kritické smykové plochy a uvažováním či neuvažováním dočasného ochranného opatření v podobě kotvené mikropilotové stěny. Smyková plocha byla ve všech analýzách kromě dvou dodatečných vyhledána jako kruhová algoritmem „slope search“. Dvě dodatečné analýzy byly provedeny s předdefinovanou smykovou plochou (analýzy A4 a A5). Výsledky výpočtů jsou v tabulce „Tabulka 2“. Obrázky „Obrázek 11“ až „Obrázek 15“ pak ukazují výsledné smykové plochy pro jednotlivé případy.

Tabulka 2: Popis a výsledky analýz profilu 2.

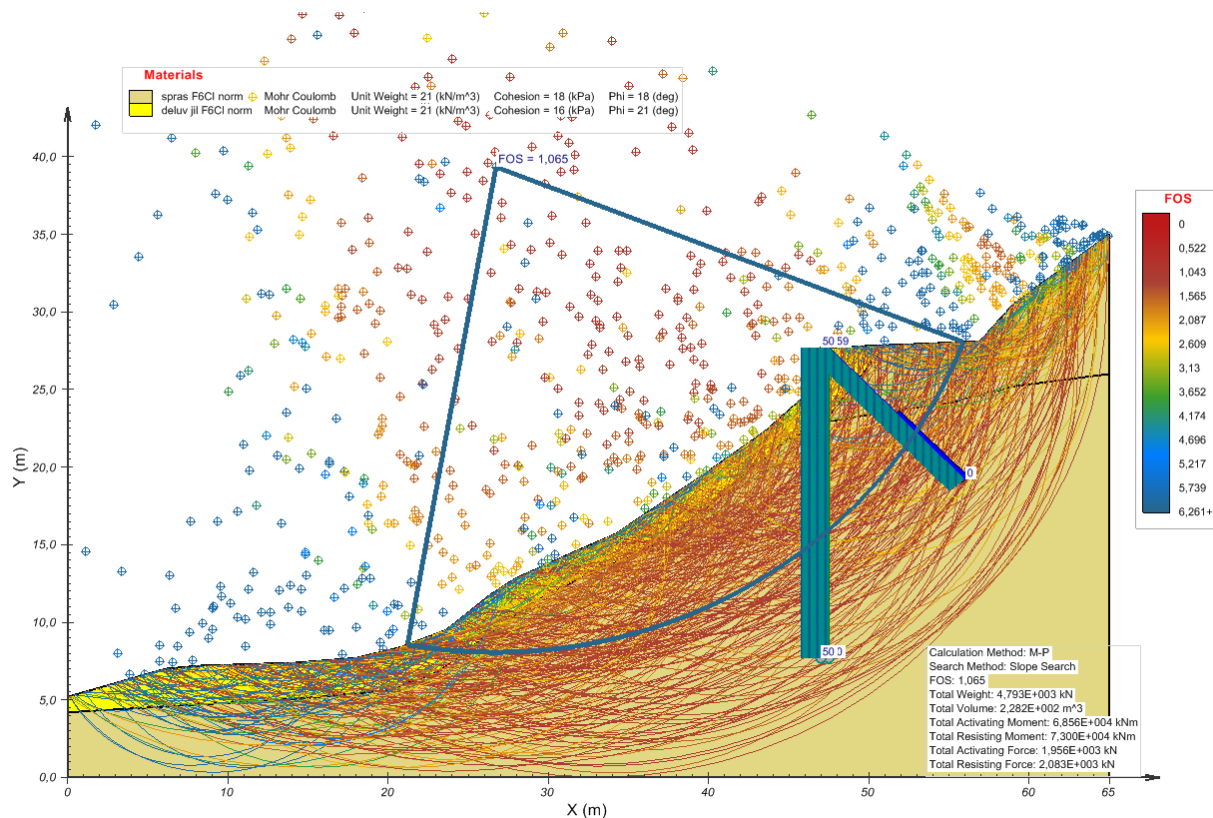
Analýza	vrstva	γ [kN/m ³]	c [kPa]	ϕ' [°]	Mikropiloto- tová clona	Smyková plocha	FS
PRO- FIL2-A1	Deluv. jíl F6CI	21	16	21	ANO	Slope search	1,090
	Spraš F6CI	21	2	27,1			
PRO- FIL2-A2	Deluv. jíl F6CI	21	16	21	NE	Slope search	0,973
	Spraš F6CI	21	2	27,1			
PRO- FIL2-A3	Deluv. jíl F6CI	21	16	21	ANO	Slope search	1,065
	Spraš F6CI	21	18	18			
PRO- FIL2-A4	Deluv. jíl F6CI	21	1	29	ANO	Přede- psána	1,098
	Spraš F6CI	21	123	27,1			
PRO- FIL2-A5	Deluv. jíl F6CI	21	1	29	ANO	Přede- psána	4,338
	Spraš F6CI	21	123	27,1			



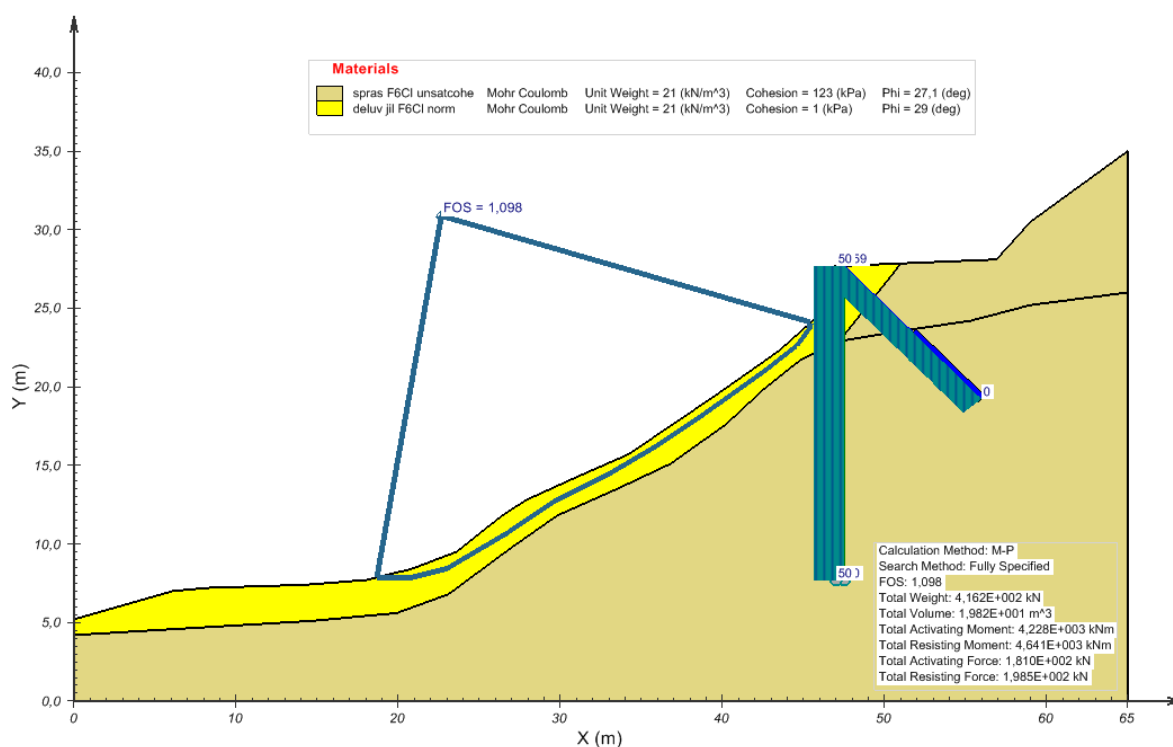
Obrázek 11: Výsledky analýzy PROFIL2-A1.



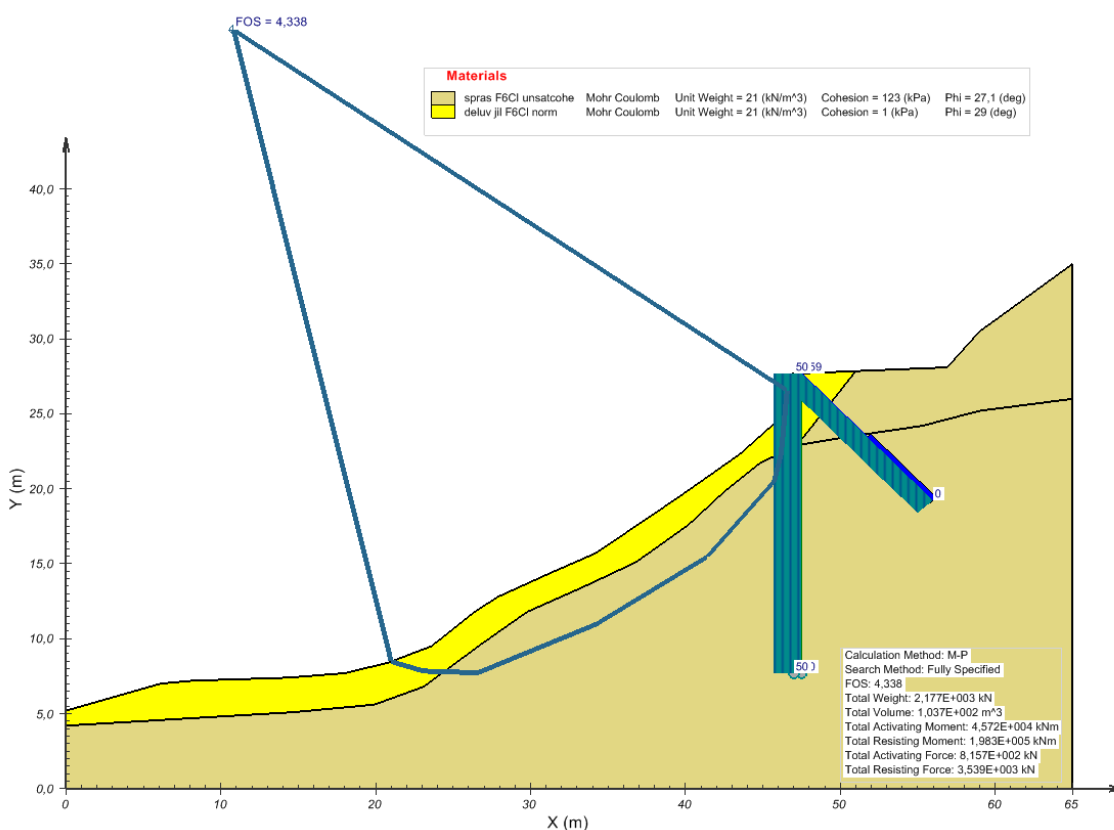
Obrázek 12: Výsledky analýzy PROFIL2-A2.



Obrázek 13: Výsledky analýzy PROFIL2-A3.



Obrázek 14: Výsledky analýzy PROFIL2-A4.



Obrázek 15: Výsledky analýzy PROFIL2-A5.

Výsledky výpočtů pro profil 2 jsou následující:

- Dočasné stabilizační opatření – mikropilotová stěna – má pozitivní vliv na stabilitu. Stupeň stability je zvýšen o cca 0,1, viz srovnání analýzy A1 (s pilotovou stěnou) udávající $FS=1,090$ a analýzy A2 (bez mikropilotové stěny), která vedla na $FS=0,973$.
- Analýzy, kde nebylo uvažováno zvýšení soudržnosti spraše z důvodu částečného nasycení, nevyhověly normové podmínce $FS \geq 1,25$, což potvrzuje, že svahy jsou náchylné k sesouvání. Ve všech případech jsou smykové plochy relativně mělké, nicméně zasahují i do vrstvy spraší.
- Analýzy A1 až A3 prokázaly fakt, že jsou svahy náchylné k sesouvání, nezohledňovaly ovšem zvýšení smykové pevnosti spraše z důvodu částečného nasycení. Proto byly provedeny dvě dodatečné analýzy. Mají následující charakteristiku:
 - (1) Parametry deluviálních jílu odpovídají parametrům zjištěných z laboratorní zkoušky na nasycené zemině.
 - (2) Parametry spraší uvažují zvýšení pevnosti z důvodu částečného nasycení.

Tyto dvě analýzy jsou považovány za nejrealističtější, uvažuje se nasycení vrchní propustnější deluviální vrstvy z důvodu nadměrných srážek a nenasycení pevné a málo propustné vrstvy spraší. Dodatečné analýzy A4 a A5 se provedly s předdefinovanou smykovou plochou, v případě A4 se uvažuje smyková plocha procházející pouze vrstvou deluvií, v případě A5 se uvažuje smyková plocha zasahující do vrstvy spraše. Smyková plocha zasahující do vrstvy spraše má stupeň stability $FS=4,338$, sesuv se smykovou plochou zasahující do vrstvy spraší je tedy velmi nepravděpodobný. Oproti tomu sesuv deluviálního pokryvu vykazuje $FS=1,098$. Tato hodnota sama o sobě nevyhovuje normovým předpokladům, je zde možno navíc uvažovat další snížení stability z důvodu prosakující vody v deluviálním pokryvu při zvýšených srážkách a možné nižší pevnostní parametry v oblasti SO 01 (laboratorní vzorek pro určení pevnosti deluviálního jílu pocházel ze vzdálenější sondy JV 103, tedy z oblasti SO 02.11).

6 Závěry

Byly posouzeny dva řezy v sesuvném území lokality Dolní Věstonice, konkrétně byly posuzovány sesuvné oblasti značené jako SO 02.11 a SO 01. V obou případech bylo prokázáno, že stabilitní poměry nevyhovují normovým požadavkům ČSN EN 1997-1 „Eurokód 7“ a je nutno provést stabilizační opatření.

Na lokalitě SO 02.11 (výpočtový profil 1) prochází potenciální smyková plocha relativně nehluboko pod povrchem (max. cca 2m), začíná v koruně svahu a končí při patě svahu, neočekává se tedy přílišné ovlivnění širšího okolí sesuvného svahu ani místní komunikace, s výjimkou možných zátrhů a poškození krajnice vozovky na straně přilehlé k sesuvnému svahu.

Na lokalitě SO 01 (výpočtový profil 2) se neočekává, že by smyková plocha prošla do hlubších sprašových vrstev. V případě nadměrné srážkové události a nedostatečného odvodnění svahu je ovšem velká pravděpodobnost vzniku plošných sesuvů deluviálního pokryvu o hloubce smykové plochy do cca 2 m. Tyto sesuvy mohou stejně jako v případě SO 02.11 způsobovat poškození krajnice vozovky popřípadě v závislosti na konfiguraci svahu a měnících se geologických podmínkách i okrajové části vozovky přilehlé k sesuvnému svahu, zejména v úseku, který nebyl zabezpečen předběžným sanačním opatřením (kotvená mikropilotová stěna).

Tyto závěry jsou vázány na situaci, kdy je funkční odvodnění svahu zamezující vyšší míru zasa-
kování srážkové vody do koruny svahu při mimořádné srážkové události.

Zpracoval: Doc. RNDr. David Mašín, M.Phil., Ph.D.
Karlova Univerzita v Praze

Kontroloval: Ing. Josef Rott, Ph.D.
Karlova Univerzita v Praze

V Praze,
28. července 2016

Příloha 2

HYDROTECHNICKÉ POSOUZENÍ

**lokalit v Dolních Věstonicích postižených svahovými deformacemi
(odborné vyjádření znalce)**

PŘÍLOHA Č. 2
HYDROTECHNICKÉ POSOUZENÍ
lokalit v Dolních Věstonicích postižených svahovými deformacemi
(odborné vyjádření znalce)

Zadavatel: Ministerstvo životního prostředí
Vršovická 1442/65
100 10, Praha 10

Zpracovatel: VHS PROJEKT, s.r.o., IČ: 03508684
Kancelář: Přemyslova 153 (budova HECKL)
278 01 Kralupy nad Vltavou
tel.: 775 922 074
email: jakoubek@vhsprojekt.cz



Zpracovatelský tým:

Ing. Martin Jakoubek

*soudní znalec v oboru projektování, spec.: vodohospodářské stavby,
soudní znalec v oboru stavebnictví, spec.: vodohospodářské
stavby, protipovodňová opatření
autorizovaný inženýr v oboru vodohospodářské stavby,
autorizovaný inženýr v oboru městské inženýrství.*

Ing. Hana Píšová

*autorizovaný inženýr v oboru stavby vodního hospodářství a
krajinného inženýrství.*

Datum vypracování: červenec 2016

Posudek je vypracován na základě SoD s MŽP č.: 160146 ze dne 14. 6. 2016

Posudek obsahuje 11 stran textu a 30 stran příloh.

HYDROTECHNICKÉ POSOUZENÍ

lokalit v Dolních Věstonicích postižených svahovými deformacemi

Na základě požadavku Ministerstva životního prostředí České republiky je vydáno toto hydrotechnické posouzení ve formě odborného vyjádření znalce, které je součástí studie České geologické služby na téma „Zhodnocení aktivity sesuvných pohybů na severovýchodním okraji Pavlovských vrchů a návrh efektivních opatření k eliminaci akutního ohrožení v tomto prostoru“. Posouzení navazuje na Odborné vyjádření znalce k záměru sanace svahových sesuvů Dolní Věstonice, které bylo vydáno dne 30. 6. 2016 [40].

Zadavatel požaduje:

- 1) Posouzení hydrologické situace, která v lokalitě nastala v září 2014 a jejímž následkem byla blesková povodeň, která prošla řešeným dílčím povodím v k. ú. Dolní Věstonice. Povrchové proudění vody (soustředěný bahnotok) následně způsobilo svahové deformace v této lokalitě a způsobilo řadu poškození pozemků.
- 2) Vypracování modelového řešení povrchového odtoku způsobeného 100letou srážkovou událostí v povodích náležících uzávěrným profilům krajské komunikace.
- 3) Koncepční návrh stavebně-technických opatření pro zajištění spolehlivého odvádění srážkových vod z dílčího povodí až do recipientu VD Nové Mlýny, a to včetně bezpečného převedení těchto vod pod krajskou komunikací.

Hydrotechnické výpočty

V rámci hydrotechnického posouzení byl proveden výpočet kulminačních průtoků v uzávěrných profilech, které jsou tvořeny propustky pod krajskou komunikací III/42117, dále byly posouzeny kapacity těchto propustek. Provedení posouzení bylo poměrně komplikované, jelikož předané podklady (projektová dokumentace vodohospodářské části ve stupni pro vydání stavebního povolení) neobsahuje hydrotechnické výpočty a je celkově nedostačující. Projektová dokumentace vodohospodářské části záměru ve stupni pro provádění stavby prozatím nebyla předložena, byla předložena pouze dílčí část výpočtů, z nichž srozumitelné a kontrolovatelné je pouze posouzení kapacit propustek. Zbývající potřebné části projektové dokumentace úplně chybí (nebyly předloženy) nebo jsou nekontrolovatelné či v nich jsou chyby – podrobněji viz kapitola tohoto posudku *Stav projektové přípravy sanace svahových sesuvů k 29. 7. 2016*. Zpracovatel tohoto posouzení proto provedl samostatnou analýzu vstupních údajů, na základě nichž následně vypracoval nezávislý hydrotechnický výpočet.

Hydrotechnické posouzení bylo provedeno za pomoci srážkoodtokového modelu sestaveného v programu DesQ-MAX Q. Modelem byly vypočteny hodnoty povrchových odtoků z dílčích povodí ležících nad krajskou komunikací. Ve výpočtu byla použita data ze srážkoměrné stanice Mikulov - okr. Břeclav (nejbližší stanice s údajem o maximálním 1-denním srážkovém úhrnu) [38]. Velikost povrchových odtoků z ploch komunikace byla vypočtena racionální metodou (dle vzorce $Q = \varphi \cdot i \cdot A$ - hodnota součinitele odtoku φ byla zvolena v souladu s normovými požadavky [36] dle sklonu komunikace, intenzita srážkové události byla převzata z výpočtového programu DesQ-MAX Q $\rightarrow$ intenzita srážkové události, kterou je zatížena plocha komunikace ve výpočetním modelu je shodná s intenzitou srážkové události v dílčím povodí nad komunikací). Průtok v konkrétním uzávěrném profilu byl nakonec určen součtem povrchového odtoku z příslušející části komunikace a z dílčího povodí nad komunikací.

Jednotlivé uzávěrné profily a jim náležící povodí jsou vyznačeny v příloze č. 2.3 – Hydrotechnická situace. Hranice povodí příslušejících jednotlivým uzávěrným

profilům byly stanoveny dle podkladů předaných zpracovatelem projektové dokumentace „Dolní Věstonice - sanace sesuvů“.

Dále prezentované výsledky výpočtu velikostí povrchového odtoku je třeba brát jako předběžné. Pro sestavení přesného modelu by bylo třeba v místě provést podrobnější šetření a seznámit se detailně například s polohou a trasami dešťových kanalizací a s existencí a funkcí dalších odvodňovacích zařízení nacházejících se v zájmovém území. Zpřesnit srážkoodtokový model je nezbytné minimálně v rámci prováděcí projektové dokumentace. Dle výstupů z něho pak musí být provedeno pečlivé dimenzování jednotlivých prvků odvodňovacích systémů (příkopy, rigoly, žlaby a žlabovky, potrubní úseky).

Velikosti odtoků z jednotlivých povodí byly vypočteny pro srážkovou událost odvozenou od maximálního jednodenního srážkového úhrnu s dobou opakování $N = 100$ let. V rámci posouzení byla též vypočtena velikost maximálního odtoku způsobeného srážkovou událostí, která se v lokalitě Dolní Věstonice vyskytla v září 2014. Data o této srážkové události poskytl ČHMÚ a státní podnik Povodí Moravy (dále PMO), a to ze srážkoměrných stanic: Dolní Věstonice, Brod nad Dyjí (obě stanice ve správě ČHMÚ [34]), Nové Mlýny - dolní, Nové Mlýny - střední (obě stanice ve správě PMO [35]) – poloha stanic je vyznačena na Obr. 1. Je třeba podotknout, že ačkoliv se srážkoměrné stanice nachází na malém území, data na nich naměřená se poměrně liší – viz Tab.1. Na základě srážkoměrných dat [34 a 35] lze konstatovat, že kritický (pravděpodobně nejvyšší) srážkový úhrn dne 13. 9. 2014 vypadl právě nad Dolními Věstonicemi (nejvyšší srážkové úhrny naměřila stanice Dolní Věstonice a jí nejbližší stanice Nové Mlýny – střední). Srážkové úhrny naměřené na dalších dvou stanicích jsou oproti těm z prvních stanic přibližně poloviční. S ohledem na to, že v lokalitě přišlo i v průběhu předchozích dvou dní, lze předpokládat, že před kritickou srážkovou událostí bylo povodí již značně nasycené, povrchový odtok tak nastal dříve a hodnoty kulminačních průtoků byly vyšší.

Obr. 1 – Situace – poloha srážkoměrných stanic



Tab. 1 – srážkové úhrny změřené na jednotlivých stanicích v rozmezí od 13. 9. 2014 8:00 do 14. 9. 2014 8:00

srážkoměrná stanice	srážkový úhrn [mm]
Dolní Věstonice	153,2
Brod nad Dyjí	68,8
Nové Mlýny - dolní	72
Nové Mlýny - střední	138,9

Poznámka: Ve stanici Dolní Věstonice probíhá odečet srážkového úhrnu 1x denně, ve stanici Brod nad Dyjí každých 10 minut, v obou stanicích Nové Mlýny každou hodinu.

Výsledky hydrotechnických výpočtů

Níže (Tab. 2) jsou uvedeny výsledky ze srážkoodtokového modelu – průtoky v jednotlivých uzavěrných profilech. Ve výpočtech velikostí povrchových odtoků způsobených srážkovou událostí odvozenou od maximálního 100letého jednodenního srážkového úhrnu bylo uvažováno se střední nasyceností povodí způsobenou srážkami z předchozích dnů (v průběhu předchozích 5 dní vypadl srážkový úhrn o výšce 36 - 53 mm).

Tab. 2 – průtoky (Q) v uzavěrných profilech způsobené 100letou srážkovou událostí

UZÁVĚRNÝ PROFIL	i [mm.min ⁻¹]	Q _{komunikace} [l.s ⁻¹]	Q _{povodí} [l.s ⁻¹]	Q _{celkem} [l.s ⁻¹]
1	0,811	35,0	1040,0	1075,0
2	0,790	13,7	262,0	275,7
3	0,882	11,3	92,0	103,3
4	0,826	35,8	228,0	263,8
5	0,790	22,0	2480,0	2502,0
6	0,790	12,4	-	12,4

Při simulaci maximálního povrchového odtoku vyvolaného srážkovou událostí, která se v povodí vyskytla ve dnech 13.- 14. 9. 2014 (výsledky viz Tab. 4) bylo dle skutečně naměřených srážkových úhrnů v modelu počítáno s maximální nasyceností povodí (v předchozích 5 dnech v území vypadl srážkový úhrn o výšce > 53 mm). S ohledem na možnosti srážkoodtokového modelu DesQ-MAX Q a s ohledem na rozložení vypadlých srážek v období od 13. do 14. 9. 2014 (celkem byla srážková událost rozložena prakticky do celých 24 hodin) byla jako nejvhodnější varianta simulace maximálního povrchového odtoku z této srážkové události zvolena varianta vytvoření modelu, kde je nasycené povodí zatíženo srážkovou událostí v délce trvání 1 hodina, což odpovídá časové jednotce zaznamenávání srážkoměrných dat na stanici Nové Mlýny - střední [35] (naměřené srážkové úhrny viz Tab. 3). Jednalo se konkrétně o maximální hodinový úhrn z dané srážkové události (odečteno ve 22:00 hodin dne 13. 9. 2014 – úhrn 35 mm). Do výpočtového modelu byla použita tato hodnota intenzity deště, která vychází z úhrnu naměřeného srážkoměrem Povodí Moravy. Jde o srážkoměr, který je řešenému území nejbližší a jsou na něm prováděny odečty srážkových úhrnů 1x za hodinu, zatímco na srážkoměru Dolní Věstonice, který je ve správě ČHMÚ, jsou odečty prováděny pouze 1x denně a chybí tak podrobnější informace o rozložení intenzit deště. Maximální hodinová intenzita deště z této srážkové události naměřená ve stanici Nové Mlýny – střední je však téměř shodná s radarovým odhadem maximálního hodinového srážkového úhrnu uvedeného ve zprávě ČHMÚ v [41]. Maximální hodinový srážkový úhrn

byl dle ČHMÚ 38,5 mm. Hodnotu naměřenou státním podnikem Povodí Vltavy (35 mm/hod) tak lze považovat za relevantní vstup do výpočtu.

Tab. 3 – srážkové úhrny ze stanice Nové Mlýny - střední [35]

Čas odečtu [hod]	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Úhrn [mm]	1,0	3,9	3,3	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	0,1
Čas odečtu [hod]	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Úhrn [mm]	0,0	1,1	35,0	12,1	14,6	7,3	7,8	9,7	20,8	5,6	4,7	3,8

Tab. 4 – průtoky (Q) v uzávěrných profilech způsobené srážkovou událostí z 13. – 14. 9. 2014

UZÁVĚRNÝ PROFIL	i [mm.min ⁻¹]	$Q_{\text{komunikace}}$ [l.s ⁻¹]	$Q_{\text{povodí}}$ [l.s ⁻¹]	Q_{celkem} [l.s ⁻¹]
1	0,583	25,13	348,00	373,13
2	0,583	10,13	58,00	68,13
3	0,583	7,45	28,00	35,45
4	0,583	25,30	64,00	89,30
5	0,583	16,20	775,00	791,20
6	0,583	9,15	-	9,15

Komentář k hydrotechnickým výpočtům

Ačkoliv srážkový úhrn, který v lokalitě Dolní Věstonice spadl v průběhu 24 hodin, a to ve dnech 13. až 14. 9. 2014 – celková výška 153,2 mm, značně převyšuje maximální jednodenní 100letý srážkový úhrn zjištěný na nejbližší stanici (Mikulov) – 90,6 mm, způsobila s největší pravděpodobností tato kritická srážková událost povrchový odtok menší, než je odtok vyvolaný právě srážkovou událostí odvozenou od 100letého jednodenního srážkového úhrnu. Důvodem je to, že srážková epizoda vypadlá v posuzované lokalitě v září 2014 měla trvání prakticky 24 hodin, zatímco modelovaná srážková událost způsobená maximální jednodenní N-letou srážkovou událostí má trvání pouze v řádu několika hodin – hydrologické modely uvažují s přepočtem jednodenní srážkové události na srážkovou událost trvající právě jen několik hodin (či desítek minut). Hodnota kritické intenzity deště (mm/hod) – té, která vyvolá maximální průtok v uzávěrném profilu - je tak u srážkové události způsobené maximální jednodenní N-letou srážkovou událostí vyšší, než byla maximální intenzita srážkové události, která se v lokalitě vyskytla v září 2014 (viz tabulky Tab. 2 a Tab. 4 – sloupec „ i “). S vyšší intenzitou deště souvisí právě i vyšší hodnota průtoku v uzávěrném profilu povodí (viz tabulky Tab. 2 a Tab. 4 – sloupec „ Q_{celkem} “). Maximální hodnota modelovaného povrchového odtoku z povodí (bez započtení ploch komunikací) vyvolaného srážkovou událostí ze září 2014 dosahuje přibližně 1,0 - 1,5 m³/s z 1 km², zatímco hodnota modelovaného povrchového odtoku z povodí zatíženého 100letou srážkovou událostí dosahuje hodnot přibližně 4 – 5 m³/s z 1 km².

Maximální intenzita deště, která se v Dolních Věstonicích vyskytla z 13. – 14. září 2014 (vypočteno z hodinového srážkového úhrnu), odpovídá hodnotě intenzity vypočtené redukcí maximálního jednodenního srážkového úhrnu známého pro stanici Mikulov na hodinovou srážkovou intenzitu s dobou opakování přibližně $N = 10$ let. Jednohodinový srážkový úhrn, který způsobil v lokalitě několik svahových sesuvů, tak měl pouze přibližně 10letou dobu opakování.

Poznámka ke zvolenému zjednodušení výpočtu pomocí srážkoodtokového modelu – zadání pouze 1hodinového výseku srážkové události: Program DesQ-MAX Q zatěžuje zadané povodí blokovým deštěm (tzn. déšť neproměnlivé intenzity). Pokud bychom zadali do modelu větší výsek srážkové události, maximální intenzita srážkové události, která vyvolá maximální odtok v uzávěrném profilu, by tak nebyla zohledněna (byla by zde jedna průměrná hodnota, která by samozřejmě byla nižší, než je hodnota maximální). Z toho důvodu byl zvolen 1hodinový výsek s maximální intenzitou odpovídající úhrnu 35 mm/hod. Je třeba zmínit nepřesnost, kterou i přesto tento postup má, a to, že srážkové úhrny padaly s největší pravděpodobností před i po vybraném 1hodinovém výseku, čili že průběh skutečného průtoku nezačínal v modelované hodině od hodnoty „0“, a též že srážková událost po 60 minutách nekončila, ale trvala dále. Uvedené má za následek to, že v průběhu modelování 60minutového výseku nebylo na modelovaných povodích dosaženo doby koncentrace (tzn. největšího odtoku). U všech povodí však oněch modelovaných 60 minut není od doby koncentrace příliš vzdáleno (viz příloha č. 2.5). V hodině před kritickou srážkovou intenzitou 35 mm/hod vypadl srážkový úhrn 1,1 mm, modelový výpočet tak není v počátku zatížen významnou nepřesností. V hodině následující vypadl srážkový úhrn velikosti 12,1 mm. Intenzita 35 mm/hod se tak mohla vyskytnout i na počátku tohoto následujícího 60minutového časového úseku, k dosažení doby koncentrace tak mohlo v rámci této srážkové události z 13. 9. 2014 dojít. Rozdíl v reálně dosaženém maximálním průtoku by však oproti tomu, který vyšel výpočtem modelu, nebyl příliš vysoký a s ohledem na hodnoty kapacit propustků (viz Tab. 5) je tato skutečnost pro posouzení jejich dostatečnosti zanedbatelná.

V tabulce Tab. 5 jsou uvedeny kapacity stávajících propustků v jednotlivých uzávěrných profilech, a to ve stavu, kdy jsou tyto propustky plně průchodné (nátok do propustku, odtok z něj, ani profil propustku nejsou zanesené). Kapacity byly určeny zjednodušeně dle tabulek kapacit potrubí [37] (pro tento účel postačující metoda) a dle údajů dostupných z předložené projektové dokumentace (sklon propustků). V tabulce je uvedeno porovnání kapacit propustků s modelovanou velikostí odtoku (vyvolanou srážkovou událostí s N=100 let), dále je zde provedeno porovnání kapacity s odtokem vzniklým při srážkové události ze září 2014.

Tab. 5 – Kapacity propustků

Uzávěrný bod	Stávající DN propustku (mm)	Kapacita propustku (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	převedení Q ₁₀₀ propustkem	Q _{09/2014} (m ³ /s)	převedení Q _{09/2014} propustkem
1	800*	1,2	1,08	vyhoví	0,37	vyhoví
2	1000	2,2	0,28	vyhoví	0,07	vyhoví
3	600	0,8	0,10	vyhoví	0,04	vyhoví
4	800	1,7	0,26	vyhoví	0,09	vyhoví
5	1200**	10,0	2,5	vyhoví	0,79	vyhoví

Poznámky:

* Dle původní projektové dokumentace by dále v uzávěrném profilu č. 1 mělo být navazující potrubí o průměru pouze DN500, není znám sklon tohoto potrubí, avšak pravděpodobně tento úsek nebude dostatečně kapacitní. Je třeba prověřit kapacity systému sloužícího k odvádění srážkových vod až do místa vyústění do recipientu.

** Přibližný výpočet kapacity – jako částečně plněný kruhový průřez

Z výše uvedené tabulky je zřejmé, že posuzované propustky by byly při jejich optimálním stavu (průchodnost) plně způsobilé, jak pro převedení odtoku z kritické srážkové události ze září 2014, tak pro převedení 100letého průtoku (pouze je třeba doprověřit kapacity navazujících úseků a nátokových objektů, zejména naváděcích příkopů a odvodňovacích zařízení podél krajské komunikace).

Stav odvodňovacích zařízení

Z fotodokumentace pořízené projektantem vodohospodářské části [30] je patrné, že propustky a odvodňovací zařízení byly v době pořízení snímků ve velmi špatném stavu. Příkopy podél komunikací, nátokové objekty před propustky, odtokové objekty za propustky a stejně tak i samotné propustky pod komunikacemi byly značně zanesené. Za takového stavu odvodňovacích zařízení je srážkooodtoková situace v povodí zcela odlišná - zařízení neplní svou funkci, voda jimi organizovaně neodtéká, namísto toho se vzdouvá a vylévá do míst, kde může způsobovat problémy. Zanesené a pro protékající vodu neprůchodné byly dle projektanta vodohospodářské části propustky v uzávěrných profilech č. 1, 2, 3 i 4. Pouze propustek v uzávěrném profilu č. 5, který v nedávné době prošel rekonstrukcí, byl v řádném stavu a plně průtočný.

Důležité je, aby byl v území funkční a dostatečně kapacitní systém pro odvádění dešťových vod. Neméně důležitá je i pravidelná údržba tohoto systému. Před 07/2016 byl odvodňovací systém podél komunikace III/42117 v Dolních Věstonicích a v jejich okolí v havarijním stavu. Po upozornění na tento stav ze strany Ministerstva životního prostředí ČR a zpracovatele tohoto posudku došlo v průběhu července 2016 k provedení udržovacích prací (viz příloha č. 2.1 – Fotodokumentace). Údržbu odvodňovacích zařízení je třeba provádět pravidelně. Nelze připustit, aby se s údržbovými pracemi vyčkávalo až do okamžiku, kdy je již systém zcela nefunkční, nebo do doby, kdy je jeho funkčnost značně omezena. Provádění pravidelných udržovacích prací odvodňovacích zařízení podél komunikací je povinností jejich správců, což je v případě komunikace III. třídy krajská správa (zde konkrétně Správa a údržba silnic Jihomoravského kraje, p. o.).

O tom, jaký byl stav odvodňovacích zařízení v září 2014, kdy došlo v řešeném území ke svahovým sesuvům, chybí úplné informace. Ze stavu, který byl v lokalitě před 07/2016 lze pouze odhadovat, že údržba odvodňovacích zařízení nebyla systematicky prováděna několik let. Ke svahovým sesuvům tak mohlo značně přispět (ne-li je přímo způsobit) neorganizované přetékaní vod přes povrch komunikace způsobené právě neprůchodnými odvodňovacími zařízeními. Pro zabránění opakování těchto stavů je tak nutné kromě provedení rekonstrukce zařízení sloužících k hospodaření s dešťovou vodou také již zmíněné provádění pravidelné údržby těchto zařízení. Dále je potřebné rozšíření stávajícího odvodňovacího systému o další prvky - např. protierozní opatření pro zabránění vzniku soustředěného povrchového odtoku na vinicích a svazích v dílčích povodí nad komunikací. Konkrétně mezi uzávěrnými profilem č. 1 a 2 pravděpodobně při srážkové události v 09/2014 došlo k vytvoření proudu soustředěného povrchového bahnotoku, a to propojením dílčích povodí, kdy proud stékal z nevhodně založené vinice, byl naváděn po lní cestou a nakonec přetekl přes krajskou komunikaci, kde způsobil svahový sesuv – zákres směrů povrchového odtoku a soustředěného povrchového odtoku viz příloha č. 2.2 (snímek následku proudící vody na vinici s chybějícími protierozními opatřeními viz fotodokumentace – Obr. 9,10). Odhadem tímto profilem mohl odtékat průtok o velikosti cca 0,5 – 0,7 m³/s.

Stav projektové přípravy sanace svahových sesuvů k 29. 7. 2016

Do dnešního dne byla v kompletním provedení předložena pouze dokumentace zpracovaná ve stupni pro vydání stavebního povolení [1]. Vodohospodářská část této projektové dokumentace však nemá náležitosti požadované vyhláškou č. 499/2006, Sb. v platném znění (vyhláška o dokumentaci staveb). Kromě toho dokumentace není přezkoumatelná a obsahuje chyby, v dokumentaci nejsou uvedeny řádné hydrotechnické výpočty a není z ní zřejmý konkrétní návrh objektů (na uvedené bylo opakovaně upozorňováno již dříve – např. ve [40]). Nepochopitelné je též to, že navrhovaná řešení nebyla konzultována se státním podnikem Povodí Moravy, ačkoliv o to tento podnik opakovaně žádal a jedná se o účastníka řízení významně dotčeného navrhovanými stavebními zásahy.

Dokumentace ve stupni pro provádění stavby [9] byla předložena nekompletní, chyběla část týkající se právě vodohospodářského řešení. Tato část prozatím nebyla investorem v kompletní podobě předložena, ačkoliv byla obec Dolní Věstonice opakovaně žádána o její předložení, jakmile by byla vypracována. Byly předloženy pouze dílčí části hydrotechnických výpočtů, srážkoodtokové výpočty byly předloženy v nekontrolovatelné podobě. Dle dostupných informací již obec Dolní Věstonice má kompletní projektovou dokumentaci vodohospodářské části k dispozici, prozatím však žádosti zpracovatele tohoto posudku o její předložení nebylo vyhověno (poslední z několika žádostí o předložení proběhla prostřednictvím e-mailu adresovaného starostce obce dne 25. 7. 2016 [39]).

Závěr - návrh opatření v území

V rámci hydrotechnického posouzení byl modelován odtok z povodí způsobený 100letými srážkovými událostmi. Dále byl prověřen průběh srážkové události, která se v lokalitě vyskytla ve dnech 13. – 14. 9. 2014. V rámci této události naměřený maximální hodinový srážkový úhrn (35 mm/hod) odpovídá maximální intenzitě deště s dobou opakování přibližně $N = 10$ let. Tato srážková událost způsobila několik havarijních stavů, důvodem s největší pravděpodobností byla právě nefunkční odvodňovací zařízení krajské komunikace. V lokalitě SO 01, SO 03 došlo k přetečení koruny komunikace a eroznímu odplavení materiálu, který způsobil povrchový sesuv na vzdušní straně komunikace (svah k vodnímu dílu Nové Mlýny). V lokalitě SO 02.11 (naproti sklípkům v Dolních Věstonicích) došlo k poklesu nepevněné krajnice a lokálnímu eroznímu povrchovému sesuvu svahu nad korytem Staré Dyje. Tento stav byl s největší pravděpodobností způsoben především v tom okamžiku rozestavěnou stavbou splaškové kanalizace, kdy byla otevřeným výkopem do tohoto místa přivedena voda.

Jak ukázalo posouzení kapacit propustků, tak až na navazující zatrubněný úsek DN 500 v profilu č. 1 by měly být všechny posuzované propustky dostatečně kapacitní pro převedení průtoků vyvolaných 100letou srážkovou událostí, avšak za předpokladu, že jsou v řádném a průtočném stavu. Návrh rekonstrukce propustků je potřeba podrobně řešit v rámci projektové dokumentace. Je třeba jasně definovat, které objekty a jakým způsobem mají být rekonstruovány. Kromě propustků je třeba zrevidovat i ostatní odvodňovací zařízení. Zařízení je nutné v průběhu jejich životnosti pravidelně udržívat a čistit. Dále je žádoucí se v území věnovat i dalším opatřením, která výše v povodí zamezí vytvoření soustředěného povrchového odtoku, který následně má i nežádoucí erozní účinky (kromě zrychlení odtoku tedy nastává i transport materiálů, kterými jsou pak odvodňovací zařízení zanášena), a který případně způsobuje zvodnění svahových nestabilit definovaných ve zprávě ČGS. Povodími, u nichž je třeba zajistit odvodnění z důvodu, aby bylo zamezeno nátoky povrchově odtékající vody do území nacházejících se ve III. kategorii svahových nestabilit (označeny „Ia“ a „Ib1“), jsou povodí uzávěrných profilů č. 1, 2, 3 a 4. Jedním z nezbytných opatření je i

zamezení erozních účinků na nevhodně založené vinici (nad sesutým svahem, který byl stabilizován mikropilotovou stěnou v roce 2014).

Pozitivním krokem je provedení udržovacích prací (vyčištění) stávajících propustků, které proběhlo v červenci 2016. Tyto práce umožní projektantovi provést rozhodnutí o rozsahu nezbytných stavebně-technických prací a o tom, které propustky a která odvodňovací zařízení je třeba rekonstruovat.

V případě nejasností nebo odlišných zjištění je nutno kontaktovat zpracovatele tohoto posudku.

V Kralupech nad Vltavou dne 29. 7. 2016

Ing. Martin Jakoubek a kol.

Podklady:

- [1] Projektová dokumentace Dolní Věstonice – sanace sesuvů, projekt, FUNDOS spol. s r.o., stupeň: DÚR + DSP, 04/2016
- [2] Stanovisko ČGS ke svahovým nestabilitám v Dolních Věstonicích, zn.: ČGS 441/16/0094*SOG 441/048/2016, RNDr. Konečný, 27. 1. 2016
- [3] Závěry z prohlídek sesutého svahu v Dolních Věstonicích, Proxima projekt s.r.o., Ing. Špička, 30. 3. 2016
- [4] Vyjádření ke stanovisku RNDr. Hruše ze dne 22. 4. 2016, FUNDOS spol. s r.o., Ing. Lokos, 16. 5. 2016
- [5] Závěrečná zpráva z geotechnického průzkumu, Dolní Věstonice – sanace sesuvů, IG, ARCADIS CZ a.s., 03/2016
- [6] Sanace svahů v Dolních Věstonicích – doplňkový průzkum, Sweco Hydroprojekt a.s., 03/2016
- [7] Rozhodnutí č. 196/2016 ze dne 25. 4. 2016, č.j.: MUMI 16013735, Městský úřad Mikulov – odbor stavebního a životního prostředí
- [8] Podklady k zadání veřejných zakázek Dolní Věstonice – sanace sesuvů na výběr: TDI + koordinátor BOZP, projekt, autorský dozor, stavební práce, rozšíření projektové dokumentace o SO 06
- [9] Projektová dokumentace Dolní Věstonice – sanace sesuvů, projekt, FUNDOS spol. s r.o., stupeň: DPS, 06/2016
Projektová dokumentace nebyla předána kompletní, chybí část týkající se SO 01 a SO 05.
- [10] Stanoviska SÚS Jihomoravského kraje k SO 04 a SO 06 z 19. 4. 2016; k SO 02.11 z 29. 4. 2016; k napojení účelové komunikace na silnici III/42117 z 11. 5. 2016.
Stanoviska podepsal Ing. Hádlík, nejsou uvedena čísla jednací či značky stanovisek.
- [11] Zápis z jednání týkajících se projektové dokumentace ze dne 18.1.2016 zapsal Ing. Lokos, ze dne 22.1.2016 zapsal Ing. Lamparter, ze dne 17.2.2016 zapsali Ing. Lokos a Ing. Machovcová, ze dne 26.2.2016 zapsal Ing. Lokos
- [12] Smlouva o provedení veřejné zakázky „Dolní Věstonice – sanace sesuvů, projekt“ uzavřená mezi obcí Dolní Věstonice a společností Fundos, spol. s r.o. dne 29. 12. 2015
- [13] Příkazní smlouva o výkonu činnosti autorského dozoru mezi obcí Dolní Věstonice a společností Fundos, spol. s r.o. (k dispozici v nepodepsané podobě)
- [14] Smlouva o dílo mezi obcí Dolní Věstonice a společností EUROVIA CS, a.s. (k dispozici v nepodepsané podobě)
- [15] Příkazní smlouva o výkonu činnosti TDI a koordinátora BOZP mezi obcí Dolní Věstonice a společností PIKMA s r.o. (k dispozici v nepodepsané podobě)
- [16] Hydrotechnické výpočty – Dolní Věstonice – objekt SO05, Ing. Machovcová, 1. 6. 2016
- [17] Doplněné vyjádření ČGS k některým aspektům projektu sanačních prací na sesuvu v okolí komunikace III/42117 v obci Dolní Věstonice, Ing. Kysel, 2. 6. 2016
- [18] Vývoj projekční činnosti na zakázce „Sanace sesuvů v Dolních Věstonicích“, dopis obci Dolní Věstonice, Ing. Lokos – přeposláno Ing. Rajchlovou v rámci e-mailové korespondence dne 10. 6. 2016
- [19] Text původní registrace z 30. 5. 2016 – 4. Parametry, indikátory a cíle akce (projektu)

- [20] Doplněk k hodnocení indikátorů ze dne 22. 4. 2016, RNDr. Hruběš
- [21] Stanovisko ČGS ke svahovým nestabilitám v Dolních Věstonicích, RNDr. Krejčí, PhD., 27. 1. 2016
- [22] Věc: Žádost o vyjádření k svahovým nestabilitám v Dolních Věstonicích a Strachotíně po vydatných deštích, odpověď ČGS, Mgr. Novotný, Mgr. Baldík 16. 9. 2014
- [23] Posouzení geodynamických jevů podél komunikace III/42117 mezi obcemi Dolní Věstonice – Pavlov, ČGS, Mgr. Novotný, Mgr. Baldík, č. úkolu v ČGS 544021
- [24] Projektová dokumentace Dočasné zajištění komunikace III/42117 a hlavy sesuvu v obci Dolní Věstonice, okr. Břeclav, PROXIMA PROJEKT, s.r.o., Ing. Špička, stupeň: DPS, 09/2014
- [25] Dočasné zajištění komunikace III/42117 a hlavy sesuvu v obci Dolní Věstonice, okr. Břeclav, PROXIMA PROJEKT, s.r.o., stupeň: DSPS, část PD – F. Fotodokumentace, Ing. Špička, 05/2015
- [26] Stanovisko Povodí Moravy k: Dolní Věstonice – sanace sesuvů, nařízení zabezpečovacích prací ze dne 13. 4. 2016, zn.: PM020364/2016-203/Kr
- [27] Obec Dolní Věstonice – stanovisko k navrhovanému projekčnímu řešení akce „Dolní Věstonice, sanace sesuvů ze dne 19. 4. 2016, státní podnik Povodí Moravy, zn.: PM022887/2016-203/Kr
- [28] Sanace svahů v Dolních Věstonicích – doplňkový průzkum – geofyzikální měření, KOLEJ CONSULT & servis spol. s r.o., Ing. Ladislav Minář, CSc., 03/2016
- [29] Rekognoskační zpráva ČGS o aktivitě sesuvu v okolí komunikace III/42117 v obci Dolní Věstonice se stavem ke dni 25. května 2016, ČGS, Mgr. Novotný, Mgr. Baldík, zn.: ČGS-441/16/0766*SOG-441/369/2016, 25. 5. 2016
- [30] Dolní Věstonice, sanace sesuvů, projekt – Návrh nakládání s povrchovými vodami v oblastech řešených lokalit, zasláno e-mailem Ing. Machovcovou dne 16. 6. 2016, autor ani datum vyhotovení nejsou uvedeny, soubory obsahují posouzení kapacit propustků a modelově vypočtené odtoky z území
- [31] Pověřovací dokument k řešení problematiky akce „Sanace svahových sesuvů Dolní Věstonice“ ze dne 28. 6. 2016, Ministerstvo životního prostředí ČR
- [32] Vyjádření odborného hodnotitele k registraci podané dne 30. 5. 2016, RNDr. Hruběš
- [33] Fotodokumentace, ČGS, 07/2016
- [34] Srážková data z 11. - 15. 9. 2016 – denní srážkové úhrny ze stanice Dolní Věstonice, 10-minutové úhrny srážek ze stanice Brod nad Dyjí, vydáno ČHMÚ dne 22. 7. 2016 (zasláno e-mailem)
- [35] Srážková data z 10. - 20. 9. 2016 – hodinové srážkové úhrny ze stanic Nové Mlýny – dolní a Nové Mlýny – střední, poskytnuto Povodím Moravy, s.p. dne 22. 7. 2016 (zasláno e-mailem)
- [36] Norma ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky, ČNI, 2004
- [37] Vodovodní a kanalizační tabulky, Herle a kol., SNTL, 1983
- [38] Doporučený standard technický, skupina: hydrologické výpočty, soubor 4:č. 06, ČKAIT, 2001
- [39] Žádost o poskytnutí prováděcí dokumentace vodohospodářské části záměru Sanace svahových sesuvů v Dolních Věstonicích zasláná e-mailem obci Dolní Věstonice dne 25. 7. 2016
- [40] Odborné vyjádření znalce k záměru sanace svahových sesuvů Dolní Věstonice, Ing. Martin Jakoubek, 30. 6. 2016
- [41] Klimatologická data, ČHMÚ, 27. 7. 2016
- [42] Situace svahových nestabilit, ČGS, poskytnuto e-mailem dne 27. 7. 2016
- [43] internetové stránky: <https://www.novinky.cz/krimi/347749-hasek-vyhlasil-kvuli-sesuvum-pudy-na-breclavsku-stav-nebezpeci.html> (28. 7. 2016)

Přílohy:

- 2.1) Fotodokumentace
- 2.2) Schéma povrchového odtoku vody při bleskové povodni z 09/2014
- 2.3) Hydrotechnická situace
- 2.4) Výstupy z programu DesQ-MAX Q – srážková událost s dobou opakování $N = 100$ let
- 2.5) Výstupy z programu DesQ-MAX Q – srážková událost z 13. – 14. 9. 2014

PŘÍLOHA Č. 2.1
Fotodokumentace



Obr. 1 - Nátok do propustku v uzávěrném profilu Bodu 1 - stav před 07/2016 (zdroj [30])



Obr. 2 - Zanesená vývarová jímka v uzávěrném profilu Bodu 1 - stav před 07/2016 (zdroj [30])



Obr. 3 - Nátok do propustku v uzávěrném profilu Bodu 1 - stav po vyčištění 07/2016 (zdroj [33])



Obr. 4 - Uzávěrný profil Bodu 3 - zanesené potrubí DN 600 - stav před 07/2016 (zdroj [30])



Obr. 5 - Uzávěrný profil Bodu 3 - potrubí DN 600 - stav po vyčištění 07/2016 (zdroj [33])



Obr. 6 - Uzávěrný profil Bodu 4 - zanesené potrubí propustku DN 800 - stav před 07/2016 (zdroj [30])



Obr. 7 - Uzávěrný profil Bodu 4 - stav po vyčištění 07/2016 (zdroj [33])



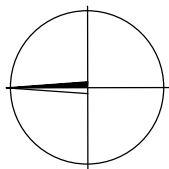
Obr. 8 - Absentující příkop u krajské komunikace (zdroj [30])



Obr. 9 - Erozní rýhy na vinici - důsledek proudící vody a absence protierozních opatření (zdroj [33])



*Obr. 10 - Erozní rýhy na vinici - důsledek proudící vody a absence protierozních opatření
(zdroj [33])*



LEGENDA:

③

UZÁVĚRNÝ PROFIL - PROPUSTEK POD KRAJSKOU KOMUNIKACÍ

HRANICE DÍLČÍHO POVODÍ

SVAHOVÝ SESUV

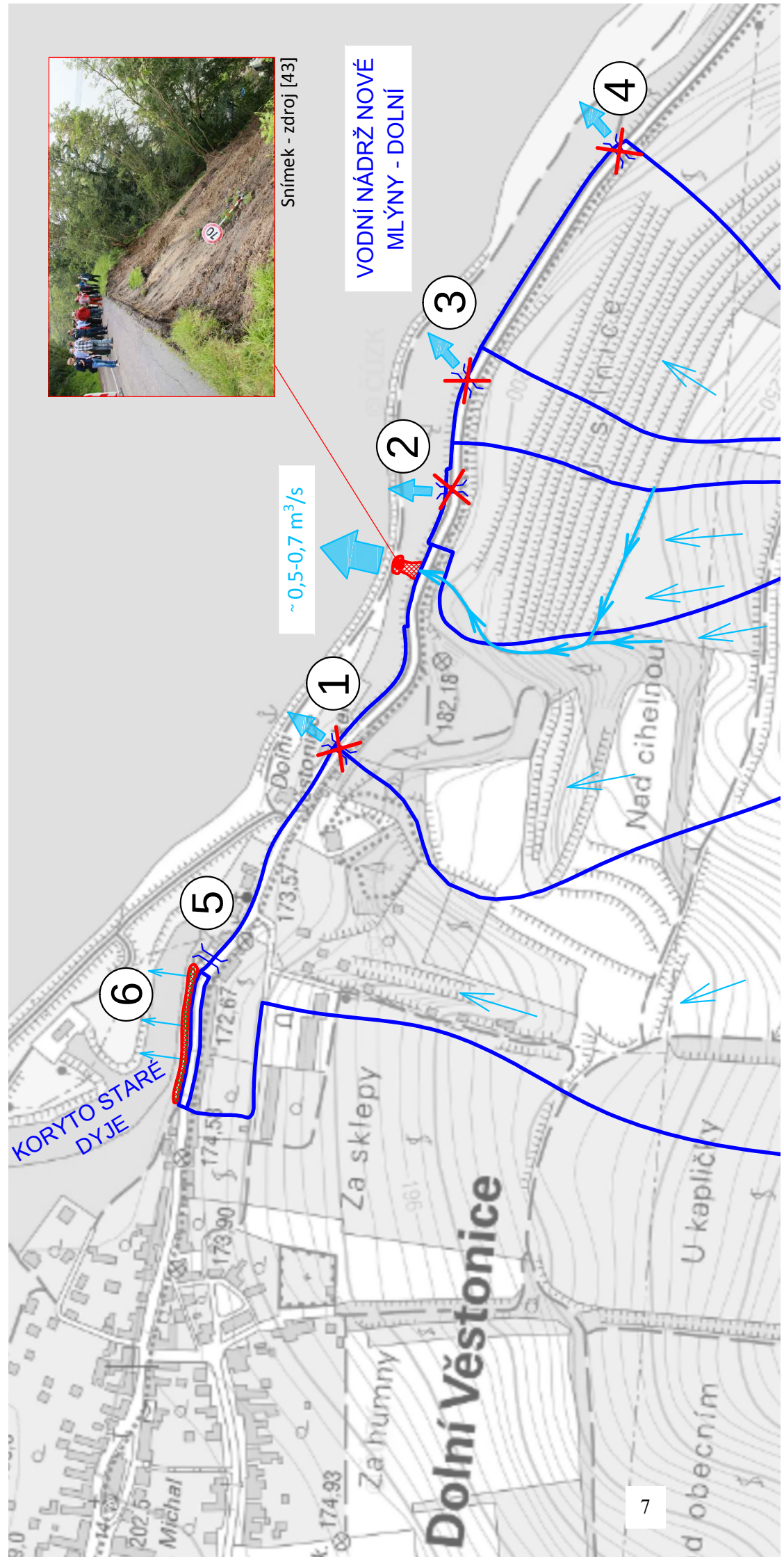
SMĚR PROUDĚNÍ POVRCHOVÉHO ODTOKU

SOUSTŘEDĚNÝ ODTOK POVRCHOVÉ VODY

PŘETOK VODY PŘES TĚLESO KOMUNIKACE

PROPUSTEK POD KRAJSKOU KOMUNIKACÍ

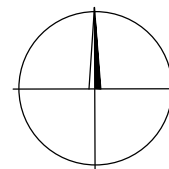
ZANESENÝ NEPRŮTOČNÝ PROPUSTEK POD KRAJSKOU KOMUNIKACÍ



~ 0,5-0,7 m³/s

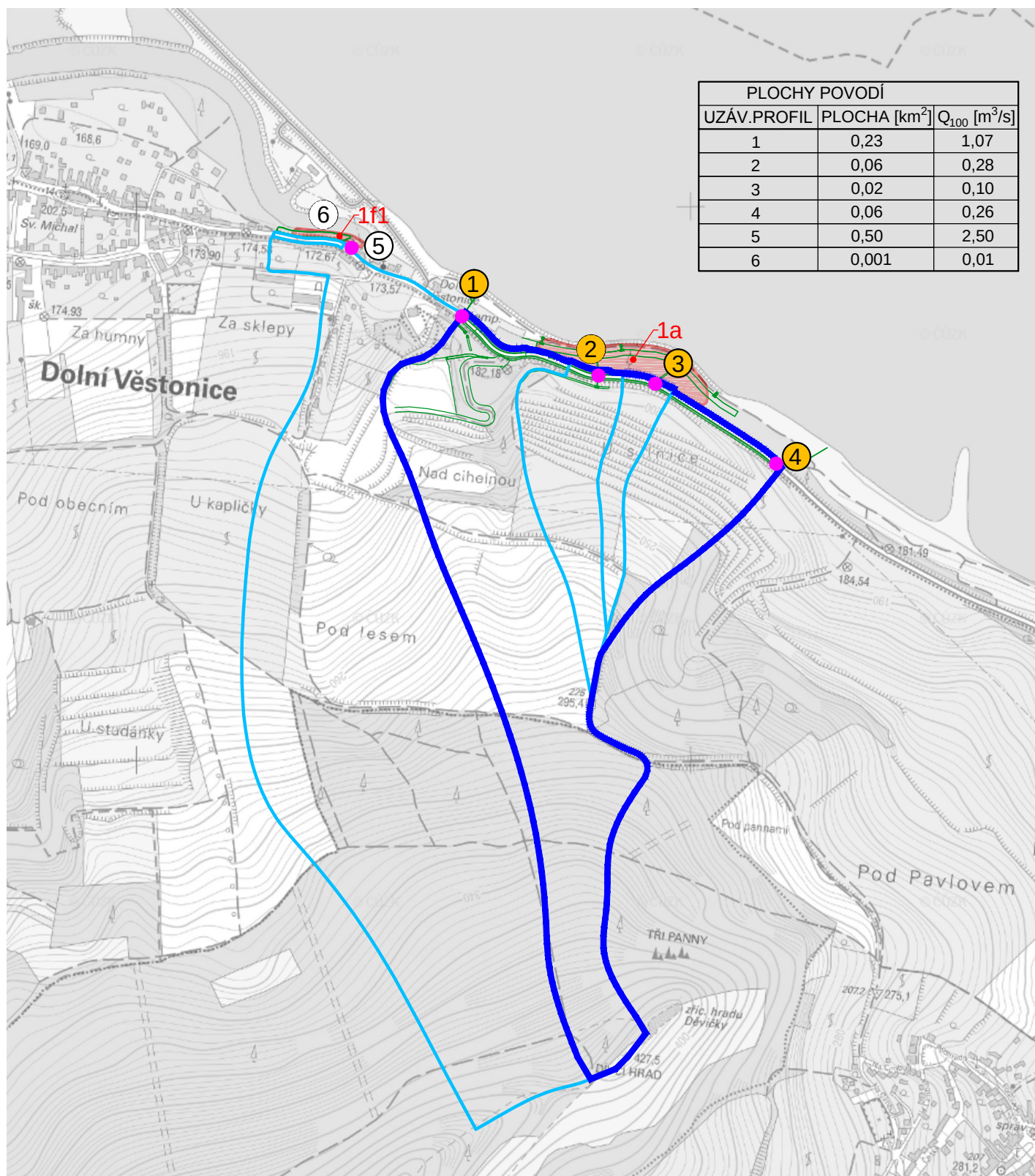
Snímek - zdroj [43]

VODNÍ NÁDRŽ NOVÉ
MLÝNY - DOLNÍ



LEGENDA:

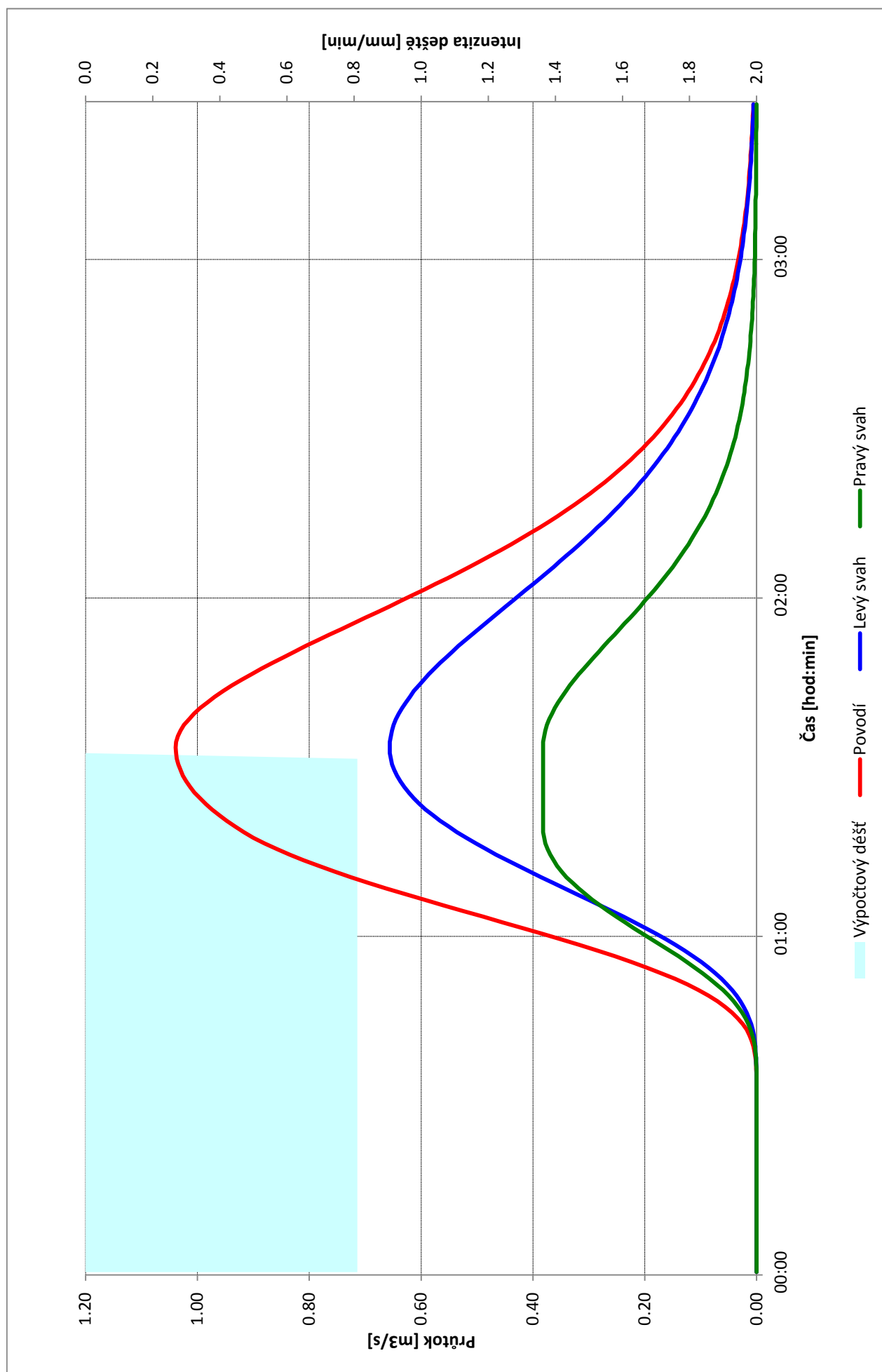
- NAVRŽENÁ STAVEBNĚ TECHNICKÁ OPATŘENÍ PRO ZAJIŠTĚNÍ SVAHOVÝCH NESTABILIT
- 5 UZÁVĚRNÝ PROFIL - PROPUSTKY POD KRAJSKOU KOMUNIKACÍ, KTERÉ JSOU MIMO RÁMEC NAVRŽENÝCH PRACÍ
- 3 UZÁVĚRNÝ PROFIL - PROPUSTKY POD KRAJSKOU KOMUNIKACÍ, KTERÉ ODVODŇUJÍ VYMEZENÉ POVODÍ
- PLOCHA VYMEZENÉHO POVODÍ, KTEROU JE NUTNO ODVODNIT PRO ZAJIŠTĚNÍ SVAHOVÝCH NESTABILIT V ÚZEMÍ
- HRANICE VYŠETŘOVANÝCH DÍLČÍCH POVODÍ
- SVAHOVÉ NESTABILITY III. KATEGORIE
- PROPUSTEK POD KRAJSKOU KOMUNIKACÍ



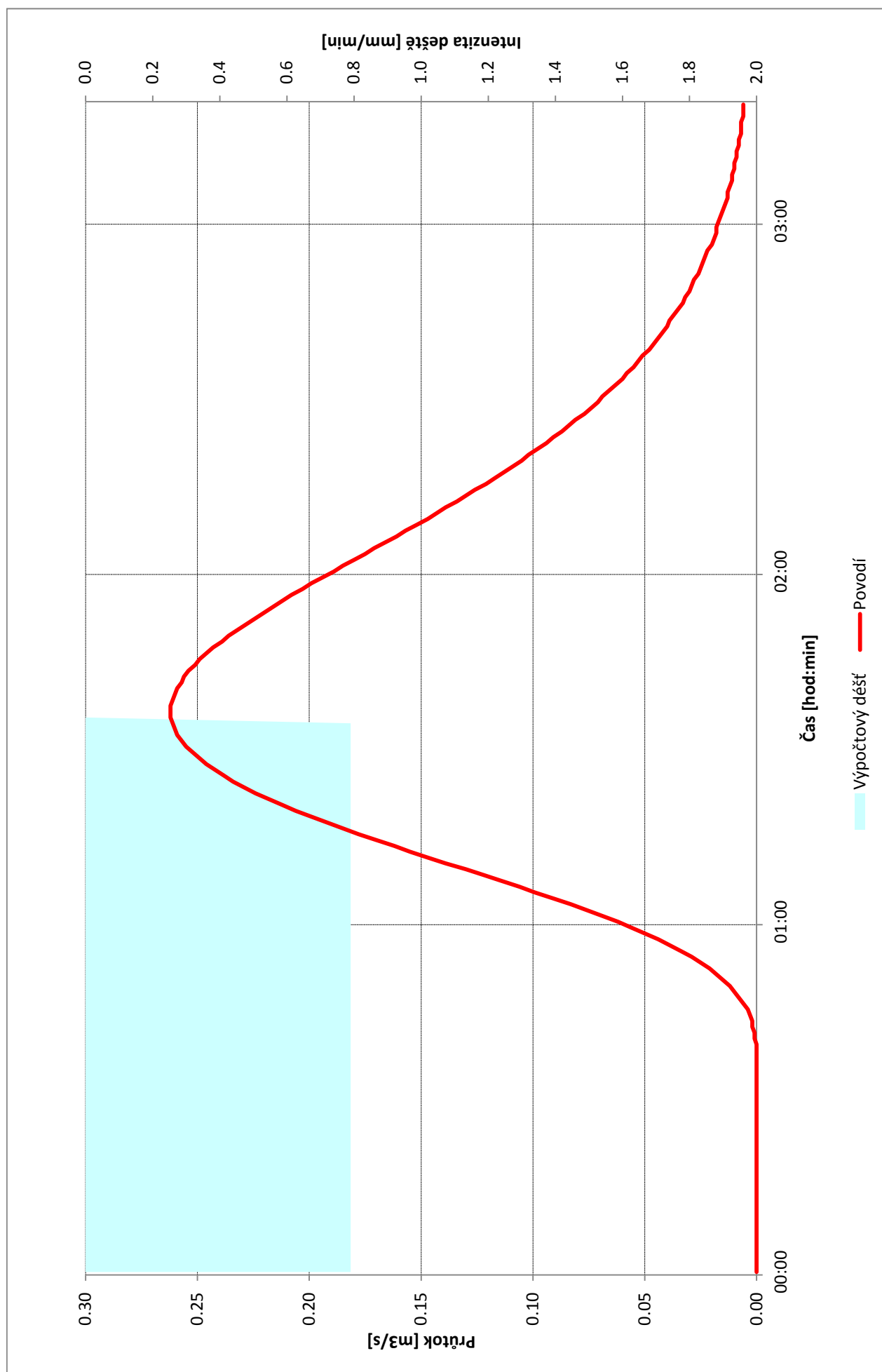
PŘÍLOHA č. 2.4

Výstupy z programu DesQ-MAX Q – srážková událost s dobou opakování $N = 100$ let

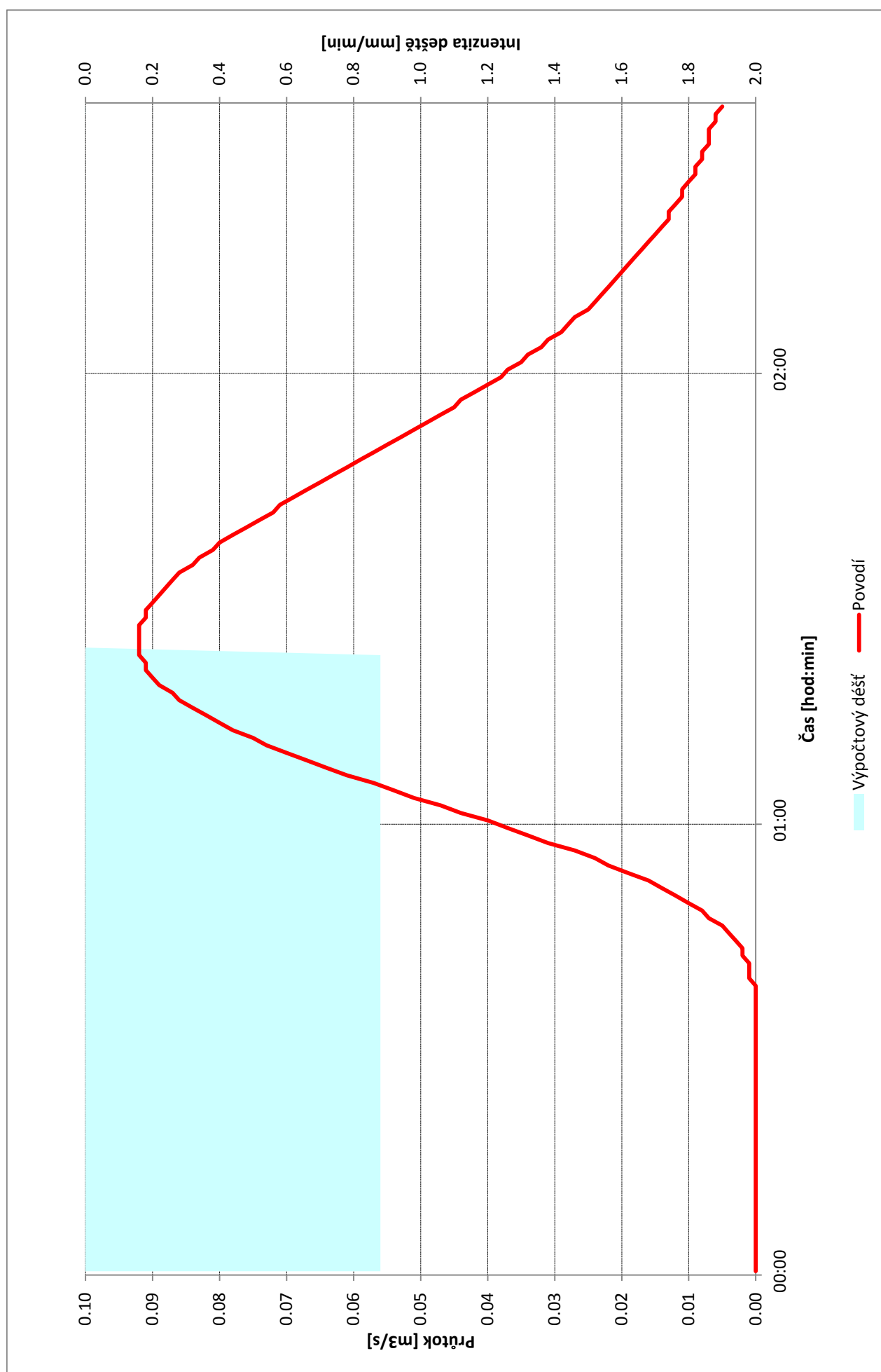
PROFIL 1 - VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 100 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		71	70.2	[...]
R _p	potenciální retence povodí		104	107.8	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		0.22	0.13	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0.27	0.16	[km]
Kritický déšť					
t _{dk}	doba trvání deště		91	67	[min]
i _{dk}	intenzita deště		0.811	1.037	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		73.8	69.5	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze		26	21	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku		65	46	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku		0.275	0.321	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku		17.9	14.8	[mm]
Výpočtový déšť					
t _d	doba trvání deště	91			[min]
i _d	intenzita deště	0.811			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	73.8			[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	26	26	27	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku		65	64	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku		0.275	0.267	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku		17.9	17.1	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace		65	50	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}		0.274	0.268	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku		17.9	17.1	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu		0.275	0.267	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	1.04	0.656	0.382	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	4.03	2.56	1.47	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	65	65	50	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	116	116	83	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	14	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	181	181	147	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d100}					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	6.33	4.01	2.32	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	65	65	50	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	211	211	173	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	14	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	276	276	237	[min]



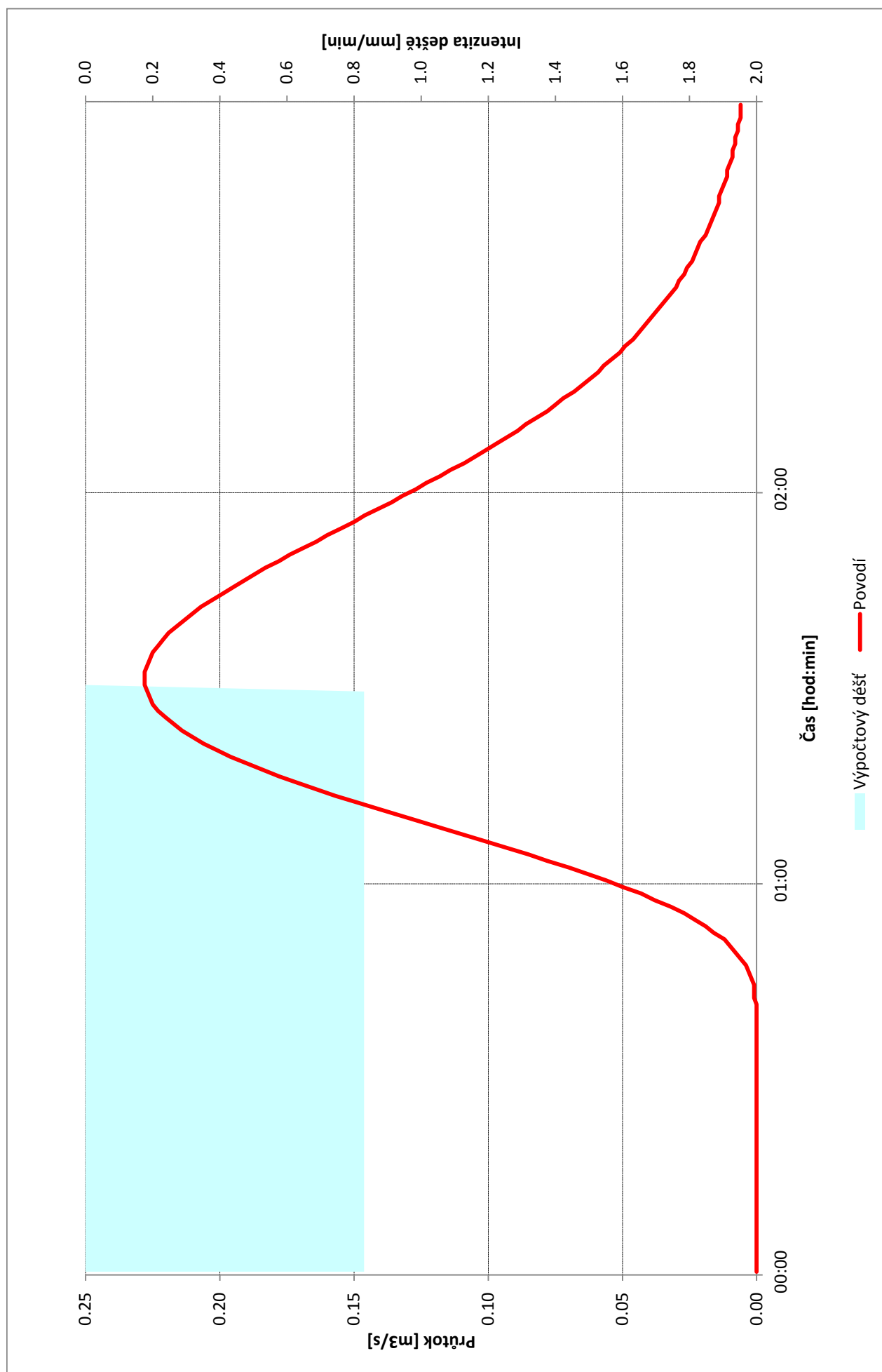
PROFIL 2 - VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 100 let		Povodí	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ	71.2	[...]
R _p	potenciální retence povodí	102.9	[mm]
L _s	průměrná délka svahu	0.32	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku	0.33	[km]
Kritický déšť			
t _{dk}	doba trvání deště	94	[min]
i _{dk}	intenzita deště	0.79	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště	74.3	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze	26	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku	68	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku	0.271	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku	18.4	[mm]
Výpočtový déšť			
t _d	doba trvání deště	94	[min]
i _d	intenzita deště	0.79	[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	74.3	[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	26	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	68	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0.271	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	18.4	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	68	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0.271	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	18.4	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0.271	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	0.262	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm			
W _{PVT}	objem povodňové vlny	1.07	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	68	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	106	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	174	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d100}			
W _{PVT}	objem povodňové vlny	1.64	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	68	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	187	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	255	[min]



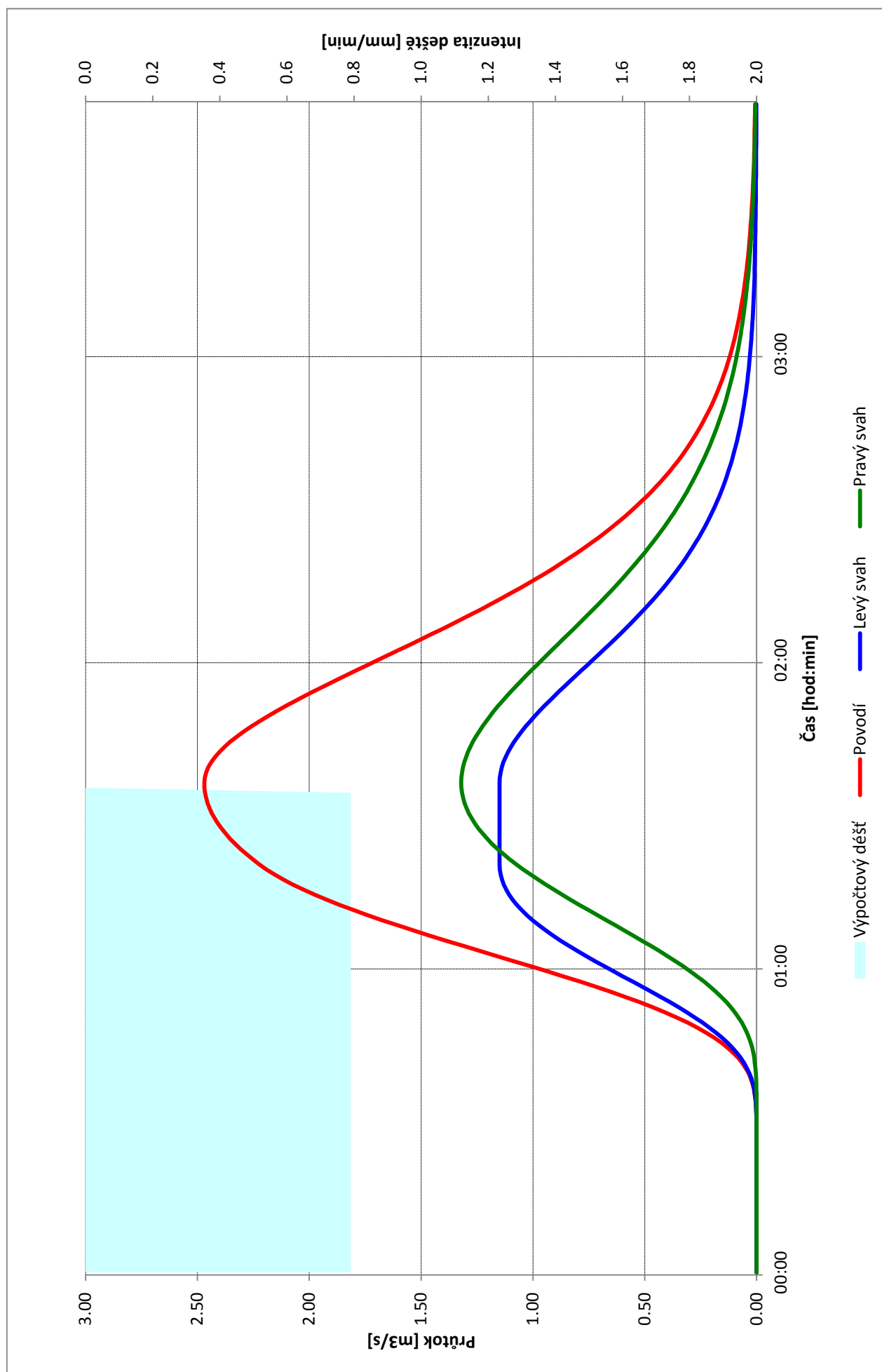
PROFIL 3 - VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 100 let		Povodí	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ	68.8	[...]
R _p	potenciální retence povodí	115.2	[mm]
L _s	průměrná délka svahu	0.23	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku	0.24	[km]
Kritický déšť			
t _{dk}	doba trvání deště	82	[min]
i _{dk}	intenzita deště	0.882	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště	72.3	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze	26	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku	56	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku	0.263	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku	14.8	[mm]
Výpočtový déšť			
t _d	doba trvání deště	82	[min]
i _d	intenzita deště	0.882	[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	72.3	[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	26	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	56	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0.263	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	14.8	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	56	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0.263	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	14.8	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0.263	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	0.092	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm			
W _{PVT}	objem povodňové vlny	310	[m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	56	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	73	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	129	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d100}			
W _{PVT}	objem povodňové vlny	524	[m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	56	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	143	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	199	[min]



PROFIL 4 - VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 100 let		Povodí	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ	67.2	[...]
R _p	potenciální retence povodí	124.2	[mm]
L _s	průměrná délka svahu	0.25	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku	0.25	[km]
Kritický déšť			
t _{dk}	doba trvání deště	89	[min]
i _{dk}	intenzita deště	0.826	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště	73.5	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze	30	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku	59	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku	0.232	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku	13.7	[mm]
Výpočtový déšť			
t _d	doba trvání deště	89	[min]
i _d	intenzita deště	0.826	[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	73.5	[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	30	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	59	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0.232	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	13.7	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	59	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0.232	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	13.7	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0.232	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	0.228	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm			
W _{PVT}	objem povodňové vlny	808	[m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	59	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	90	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	149	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d100}			
W _{PVT}	objem povodňové vlny	1.34	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	59	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	176	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	235	[min]



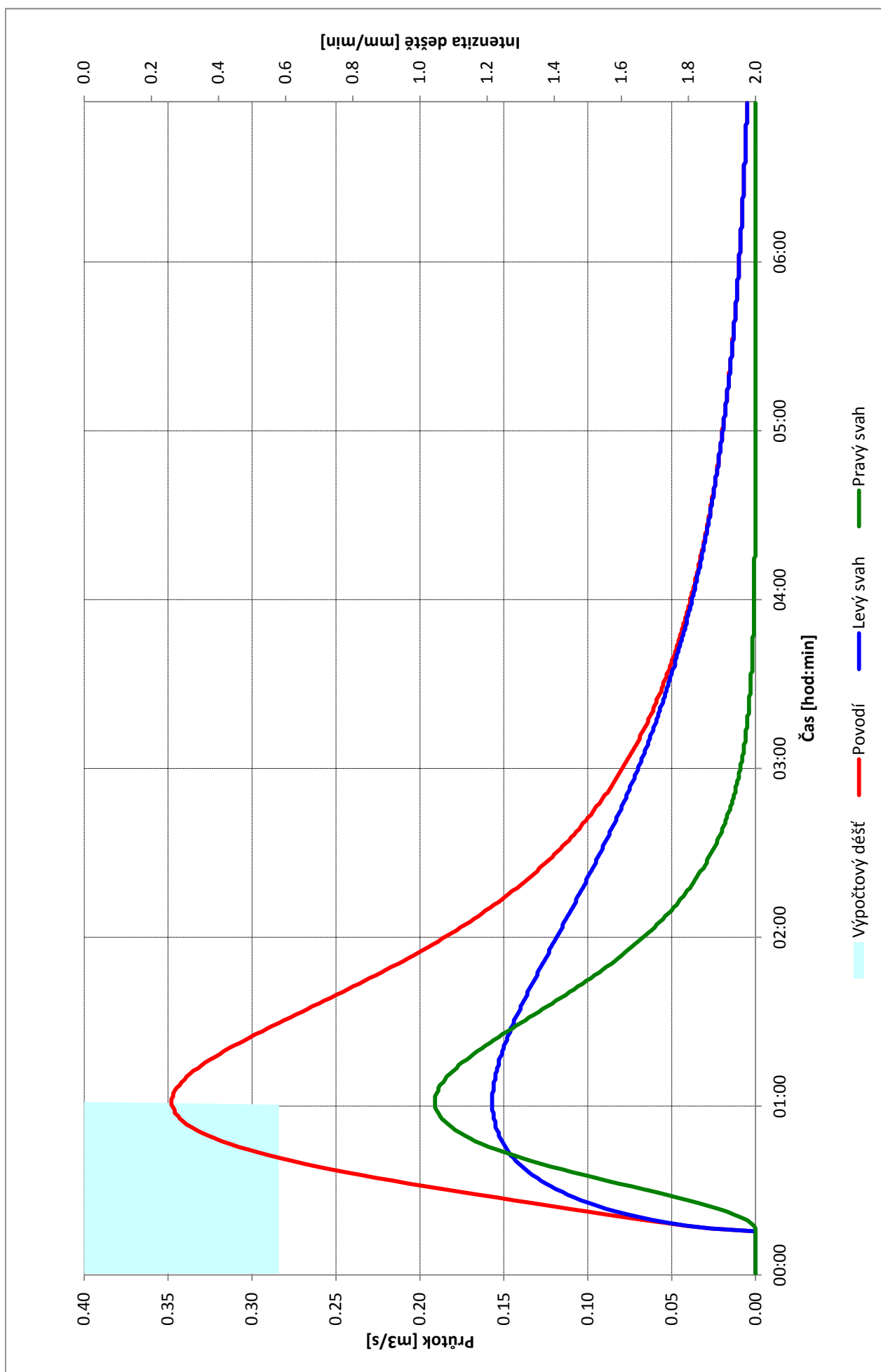
PROFIL 5 - VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 100 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		75.6	71.8	[...]
R _p	potenciální retence povodí		82	99.7	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		0.2	0.27	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0.24	0.32	[km]
Kritický déšť					
t _{dk}	doba trvání deště		68	94	[min]
i _{dk}	intenzita deště		1.025	0.79	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		69.7	74.3	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze		16	25	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku		52	69	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku		0.404	0.278	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku		21	19.2	[mm]
Výpočtový déšť					
t _d	doba trvání deště	94			[min]
i _d	intenzita deště	0.79			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	74.3			[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	21	21	25	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku		73	69	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku		0.328	0.278	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku		24	19.2	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace		57	69	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}		0.33	0.276	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku		24	19.2	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu		0.328	0.278	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	2.48	1.15	1.32	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	10.5	5.03	5.47	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	69	57	69	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	135	110	135	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	16	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	204	183	204	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d100}					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	15.8	7.4	8.36	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	69	57	69	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	239	207	239	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	16	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	308	280	308	[min]



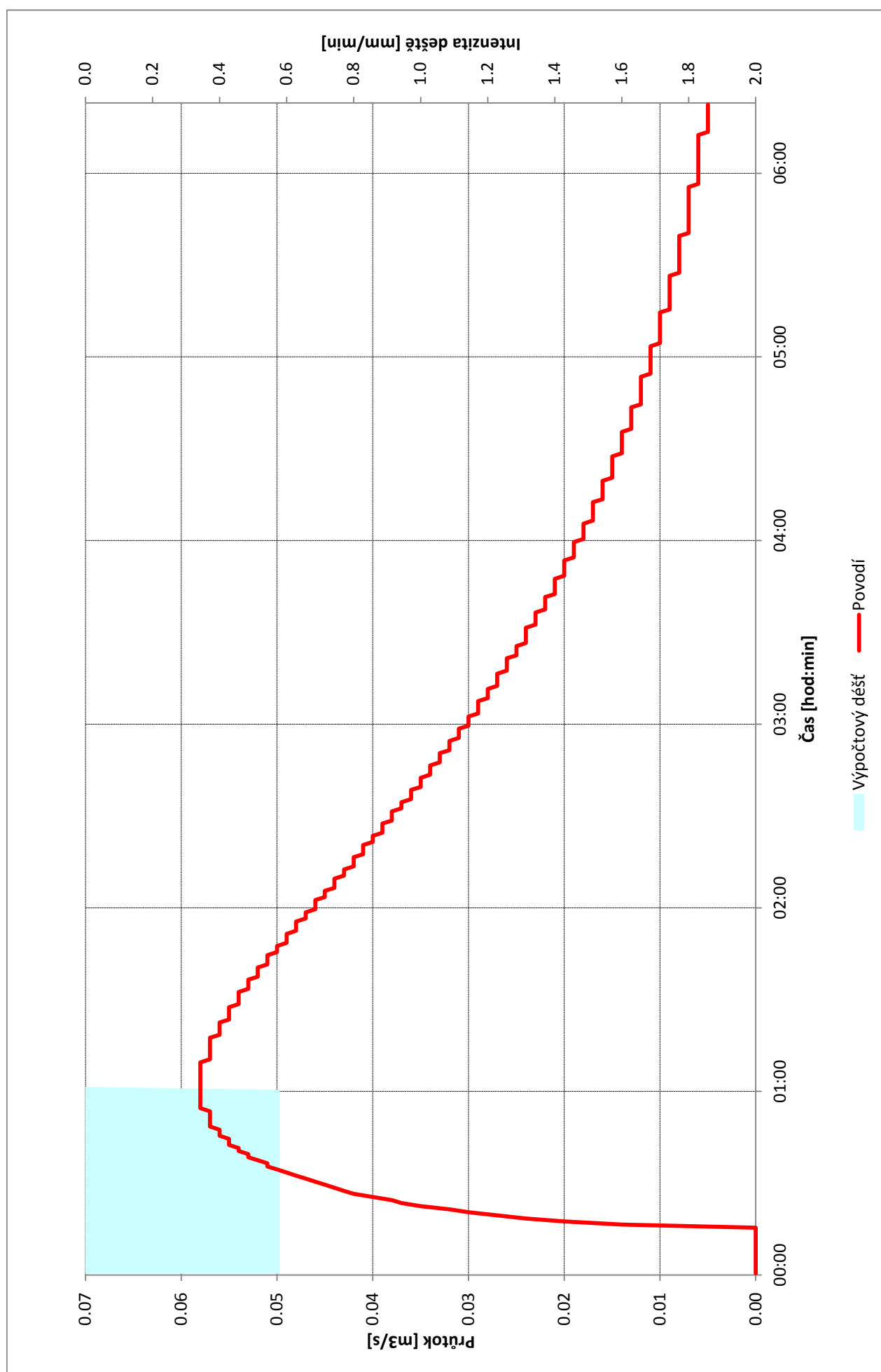
PŘÍLOHA č. 2.5

Výstupy z programu DesQ-MAX Q – srážková událost z 13. – 14. 9. 2014

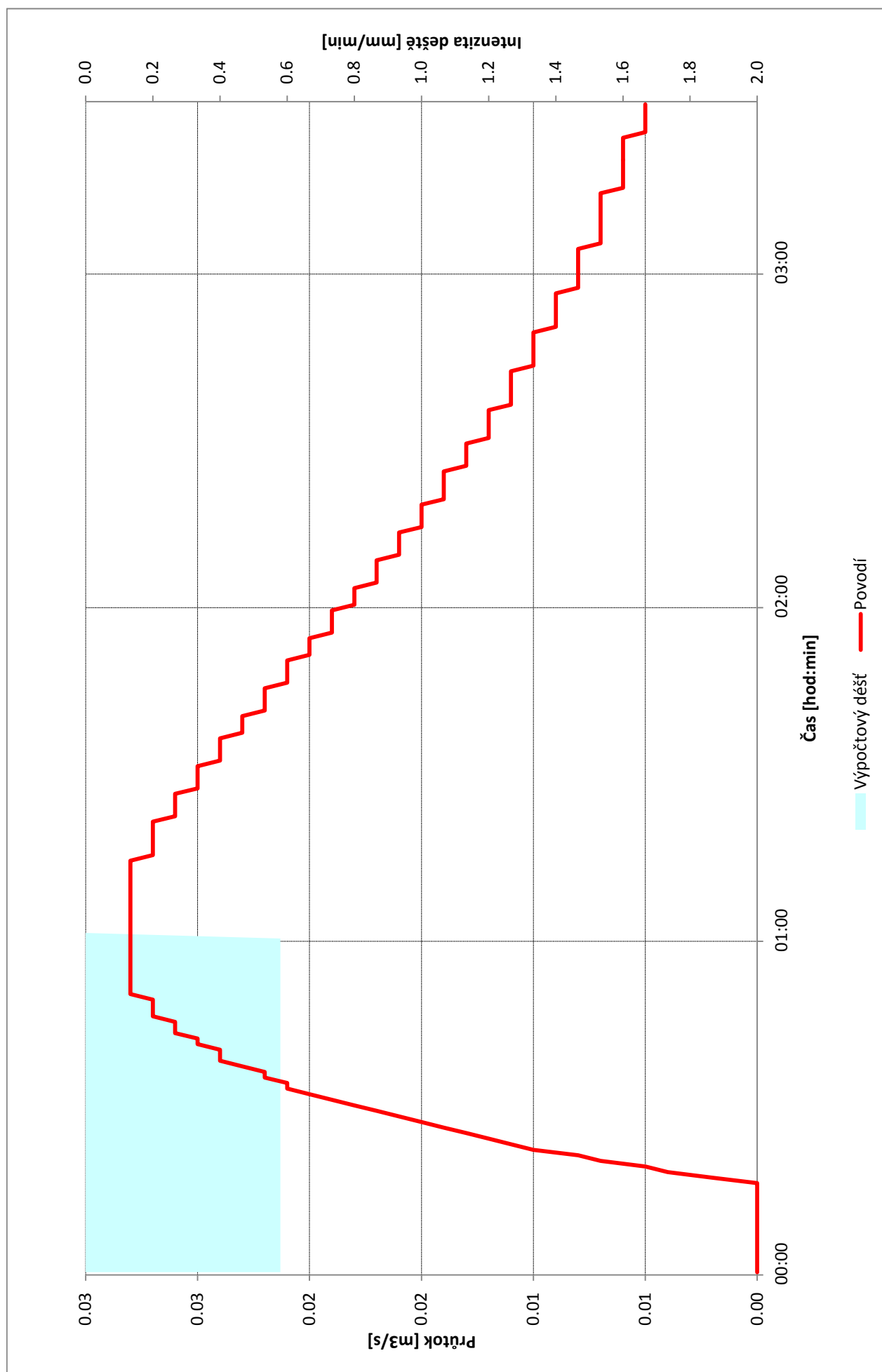
PROFIL 1 - VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	0.23			[km ²]
F _s	plocha svahu		0.14	0.09	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu		17.4	17.7	[%]
γ	drsnostní charakteristika		9.21	8.99	[sec]
CN _{typ}	typ odtokové křivky(1,2,3)		3	3	[...]
CN	číslo odtokové křivky		71	70.2	[...]
L _u	délka údolnice	0.64			[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	17.35			[%]
t _d	doba trvání deště	60			[min]
i _d	intenzita deště	0.583			[mm.min ⁻¹]
VÝSTUPNÍ VELIČINY					
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		86.3	85.8	[...]
R _p	potenciální retence povodí		40.3	41.9	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		0.22	0.13	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0.27	0.16	[km]
Výpočtový dešť					
t _d	doba trvání deště	60			[min]
i _d	intenzita deště	0.583			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	35			[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	14	14	14	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku		46	46	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku		0.234	0.225	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku		10.8	10.3	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace		70	55	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}		0.236	0.222	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku		10.8	10.3	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu		0.1	0.159	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	0.348	0.157	0.191	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	2.43	1.54	0.889	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	46	46	46	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	356	356	135	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	402	402	181	[min]



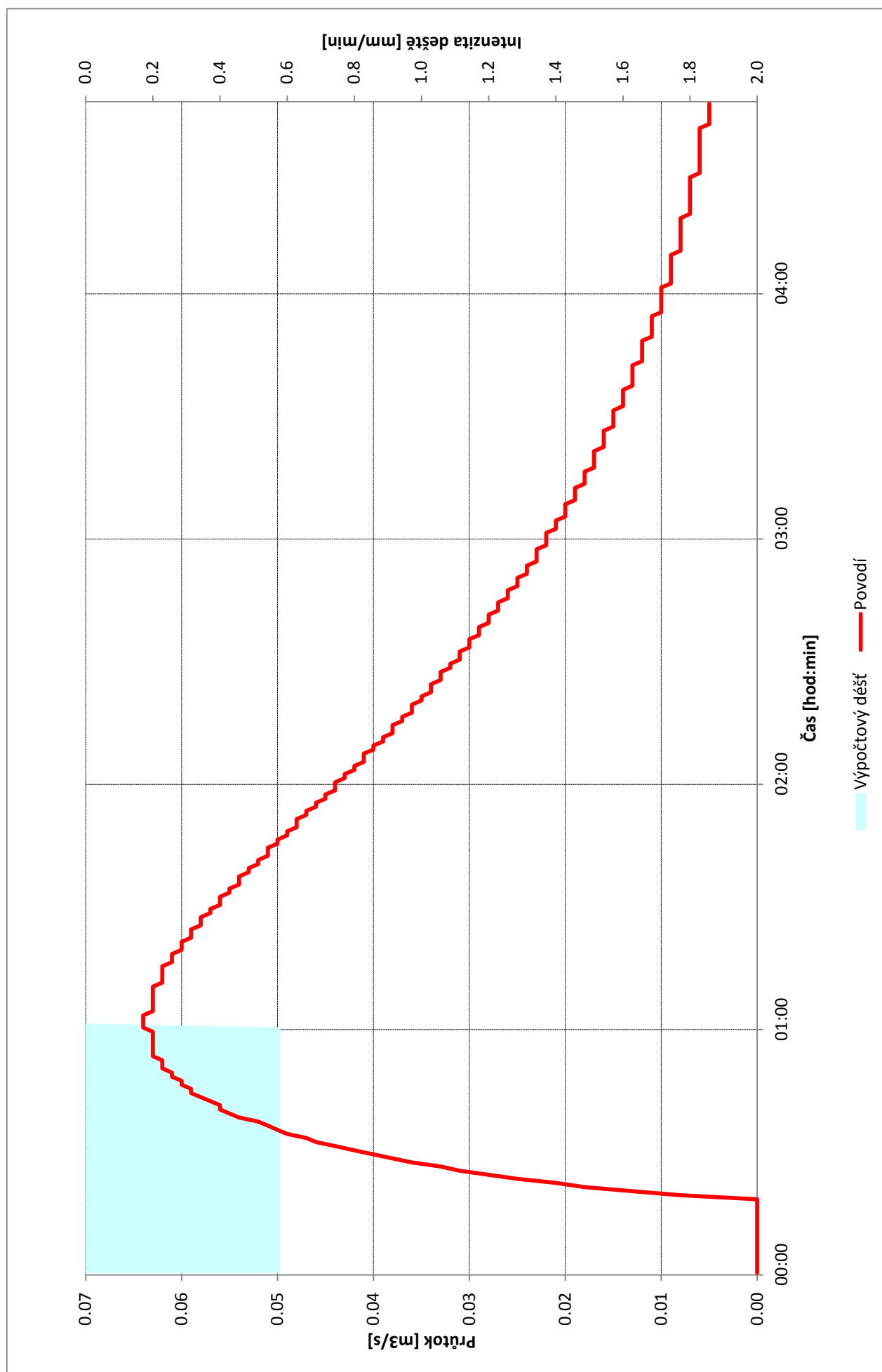
PROFIL 2 - VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Jednotky
F	plocha povodí	0.06	[km ²]
F _s	plocha svahu	0.06	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu	16.6	[%]
γ	drsnostní charakteristika	7.96	[sec]
CN _{typ}	typ odtokové křivky(1,2,3)	3	[...]
CN	číslo odtokové křivky	71.2	[...]
L _u	délka údolnice	0.18	[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	4.4	[%]
t _d	doba trvání deště	60	[min]
i _d	intenzita deště	0.583	[mm.min ⁻¹]
VÝSTUPNÍ VELIČINY			
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ	86.4	[...]
R _p	potenciální retence povodí	39.9	[mm]
L _s	průměrná délka svahu	0.32	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku	0.33	[km]
Výpočtový déšť			
t _d	doba trvání deště	60	[min]
i _d	intenzita deště	0.583	[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	35	[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	14	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	46	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0.237	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	10.9	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	73	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0.234	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	10.9	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0.095	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	0.058	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm			
W _{PVT}	objem povodňové vlny	632	[m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	46	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	322	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	368	[min]



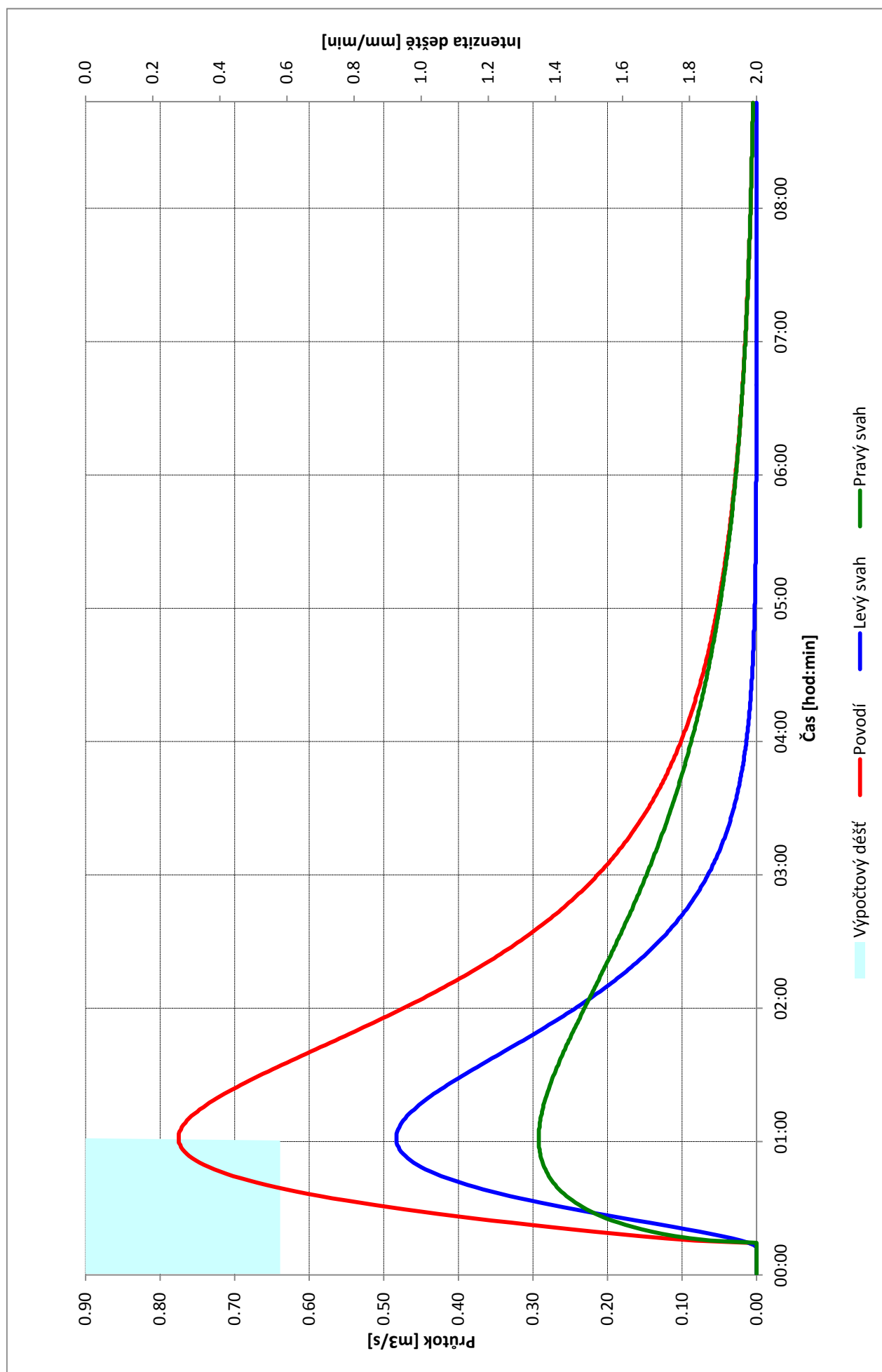
PROFIL 3 - VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Jednotky
F	plocha povodí	0.02	[km ²]
F _s	plocha svahu	0.02	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu	19	[%]
γ	drsnostní charakteristika	7.78	[sec]
CN _{typ}	typ odtokové křivky(1,2,3)	3	[...]
CN	číslo odtokové křivky	68.8	[...]
L _u	délka údolnice	0.09	[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	3.55	[%]
t _d	doba trvání deště	60	[min]
i _d	intenzita deště	0.583	[mm.min ⁻¹]
VÝSTUPNÍ VELIČINY			
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ	85	[...]
R _p	potenciální retence povodí	44.9	[mm]
L _s	průměrná délka svahu	0.23	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku	0.24	[km]
Výpočtový déšť			
t _d	doba trvání deště	60	[min]
i _d	intenzita deště	0.583	[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	35	[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	15	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	45	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0.212	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	9.5	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	62	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0.211	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	9.5	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0.112	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	0.028	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm			
W _{PVT}	objem povodňové vlny	200	[m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	45	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	150	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	195	[min]



PROFIL 4 - VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Jednotky
F	plocha povodí	0.06	[km ²]
F _s	plocha svahu	0.06	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu	22.3	[%]
γ	drsnostní charakteristika	7.81	[sec]
CN _{typ}	typ odtokové křivky(1,2,3)	3	[...]
CN	číslo odtokové křivky	67.2	[...]
L _u	délka údolnice	0.24	[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	4.13	[%]
t _d	doba trvání deště	60	[min]
i _d	intenzita deště	0.583	[mm.min ⁻¹]
VÝSTUPNÍ VELIČINY			
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ	84	[...]
R _p	potenciální retence povodí	48.5	[mm]
L _s	průměrná délka svahu	0.25	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku	0.25	[km]
Výpočtový déšť			
t _d	doba trvání deště	60	[min]
i _d	intenzita deště	0.583	[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	35	[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	17	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku	43	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku	0.201	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku	8.7	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace	63	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}	0.2	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku	8.7	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu	0.095	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	0.064	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm			
W _{PVT}	objem povodňové vlny	511	[m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	43	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	226	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	269	[min]



PROFIL 5 - VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	0.49			[km ²]
F _s	plocha svahu		0.21	0.28	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu		15.3	16.6	[%]
γ	drsnostní charakteristika		9.17	8.78	[sec]
CN _{typ}	typ odtokové křivky(1,2,3)		3	3	[...]
CN	číslo odtokové křivky		75.6	71.8	[...]
L _u	délka údolnice	1.05			[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	13.02			[%]
t _d	doba trvání deště	60			[min]
i _d	intenzita deště	0.583			[mm.min ⁻¹]
VÝSTUPNÍ VELIČINY					
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		89	86.8	[...]
R _p	potenciální retence povodí		31.5	38.6	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		0.2	0.27	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0.24	0.32	[km]
Výpočtový dešť					
t _d	doba trvání deště	60			[min]
i _d	intenzita deště	0.583			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	35			[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	11	11	13	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku		49	47	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku		0.279	0.24	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku		13.7	11.3	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace		62	74	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}		0.279	0.24	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku		13.7	11.3	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu		0.175	0.097	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	0.775	0.483	0.292	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	6.09	2.87	3.22	[10 ³ .m ³]
t _{vh}	doba vzestupu hydrogramu	49	49	47	[min]
t _{ph}	doba poklesu hydrogramu	467	216	467	[min]
t _{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	[min]
t _{ch}	celková doba trvání odtoku	516	265	514	[min]



Příloha 3

FOTODOKUMENTACE



Foto 1: Pohled na odlučnou hranu aktivního proudového sesuvu č. 1a₁ v Dolních Věstonicích.
Foto: R. Novotný, 15.09.2014.



Foto 2: Pohled z odlučné hrany na akumulční část sesuvu č. 1a₁ v Dolních Věstonicích.
Foto: R. Novotný, 15.09.2014.



Foto 3: Odlučná hrana a akumulční část aktivního zvodněného zátrhu nad sesuvem č. 1a.
Foto: R. Novotný, 15.09.2014.



Foto 4: Akumulační část aktivního proudového sesuvu č. 1a (západní část) pod silnicí III/42117 mezi obcemi Dolní Věstonice – Pavlov. Foto: R. Novotný, 19.09.2014.



Foto 5: Pohled na čelo (akumulační část) aktivního frontálního sesuvu č. 1a (východní část) pod silnicí III/42117 mezi obcemi Dolní Věstonice – Pavlov s karavany zahloubenými ve svahu – v akumulaciční části sesuvného území. Foto: R. Novotný, 19.09.2014.



Foto 6: Pohled na odlučnou oblast aktivního proudového sesuvu č. 1b₁ s výraznou vodní erozí a soliflukcí. Foto: R. Novotný, 22.09.2014.



Foto 7: Drobný aktivní proudový sesuv č. 1ch s poničeným vinohradem.
Foto: R. Novotný, 19.09.2014.



Foto 8: Trhliny na čele sesuvu č. 1f₁ v Dolních Věstonicích. Foto: R. Novotný, 15.09.2014.



Foto 9: Pohled na odlučnou část s ohroženým sloupem VN v Dolních Věstonicích – sesuv č. 1f₁.
Foto: R. Novotný, 15.09.2014.



Foto 10: Otevřená kanalizace v místě SO 02.11 ze dne 23. září 2014. Pohled k Venuši směrem na východ. Foto zdroj: Státní fond životního prostředí (SFŽP).



Foto 11: Otevřená kanalizace v místě SO 02.11 ze dne 23. září 2014. Pohled směrem na západ (vpravo fotografie patrné ohraničení mělkého sesuvu). Foto zdroj: Státní fond životního prostředí (SFŽP).



Foto 12: Propustek č. 3 byl dne 7. Července 2016 čištěn. Na fotografii je dobře patrná úroveň kolmatace hlínami původní římsa propustku. Na něm je pak několik vrstev asfaltu.
Foto: P. Kycl 07.07.2016.



Foto 13: Měření metodou ERT na profilu P1. Foto: J. Malík 07.07.2016.



Foto 14: Měření metodou ERT na profilu P2. Foto: P. Kycl 07.07.2016.



Foto 15: Měření metodou ERT na profilu P3. Na fotografii je dobře vidět nově po spádnici svahu založený vinohrad, který přispívá k zrychlenému odtoku a erozi ze svahu. Foto: J. Malík 08.07.2016.



Foto 16: Funkční mikropilotová stěna dokončená v dubnu 2015 podle projektu Špičky (2014) v místě aktivního sesuvu 1a1. Foto: P. Kycl 07.07.2016.



Foto 17: Přesypávání přes hranu svahu je aktivní nejen na objektu SO 02.11, ale také na objektu SO 03, kde byl materiál vytěžený ze zanesených propustků a odvodňovacích příkopů bez hutnění přesypáván přes korunu svahu. Takový materiál je pak velmi náchylný k dalším pohybům. Foto: P. Kycl 07.07.2016.