

DP 2920

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE, PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

Ústav hydrogeologie, inženýrské geologie a užití geofyziky



**Případy inženýrskogeologických problémů
rodinných domů
a obdobných malých staveb**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Tereza Botlíková

Vedoucí: Ing. Jan Novotný, CSc.

Praha, květen 2009

Abstrakt

Diplomová práce se formou případové studie věnuje problémům inženýrskogeologického původu souvisejícím s rodinnými domy a obdobnými jednoduchými pozemními stavbami. V teoretické části práce je podán přehled typizovaných inženýrskogeologických situací, které – pokud jsou projektantem ignorovány či podceněny – mohou vést k vážným poruchám nebo ztíženému užívání objektu, popřípadě ke zvýšení nákladů na realizaci stavby. Autorka vypracovala jednoduchou klasifikaci těchto situací, v níž jsou zohledněny jak obecné inženýrskogeologické poměry lokality, tak i mechanismus porušení, resp. hlavní zdroj problému. V případové části jsou na základě této klasifikace formou stručných „pasportů“ s obrazovou dokumentací představeny konkrétní případy staveb, u nichž došlo k poruchám. Prezentované případy pocházejí především z české odborné praxe a byly získány na základě archivních rešerší a konzultací odborníků, dále práce obsahuje také nové případy zkoumané autorkou. Ve třetí části práce je problematika inženýrskogeologického průzkumu pro rodinné domy a obdobné malé stavby a jeho úskalí analyzována v detailu na dosud nepublikovaném modelovém případě ze Seyssins ve Francii.

Case studies of engineering geology problems associated with family houses and small buildings

Abstract

The diploma thesis deals with engineering geology issues associated with family houses and small simple constructions in general, using a case study approach. In the theoretical part, the author's own simple classification of engineering geology-related hazards threatening the construction is presented and the mechanisms concerned are explained. In the practical part, case studies collected from Czech Republic, France and the U. S. are used to demonstrate how these problems are investigated and dealt with in practice. The cases, sorted according to the theoretical classification, originate from already published materials as well as from the author's own investigation. In the third part, an unpublished case of an excavation-caused slope movement from Seyssins, France is presented, analyzed and commented as an illustration of different issues related to this kind of engineering geology surveys.

Poděkování

Ráda bych poděkovala všem, kteří se podíleli na vzniku této práce. Na prvním místě Ing. Janu Novotnému, CSc., za vstřícnost, odborné vedení, zprostředkování výsledků vlastních prací, konzultace ohledně jednotlivých případů a poskytnutí množství odborné literatury i rad. Za konzultace v oboru diagnostiky staveb, zapůjčení vzácné odborné literatury i vlastní dokumentace děkuji Ing. Luďku Dostálovi. Za konzultace v oboru inženýrské geologie a poskytnutí vlastních posudků děkuji RNDr. Luďku Follprechtovi.

Doc. Ing. Karel Drozd, CSc., doc. Ing. Hana Gattermayerová, CSc., RNDr. Jan Král, Anne-Sixtine Lessens, Ing. Jiří Múhl, Mgr. Eva Pařízková, RNDr. Pavel Polák, prof. Ing. Jaroslav Pašek, DrSc., doc. Ing. Jan Rybář, CSc., Ing. Martin Šefrna, RNDr. Pavel Špaček, RNDr. David Štorek a Ing. Otakar Vrba mě seznámili s případy ze své odborné praxe, poskytli mi jejich dokumentaci a zapůjčili související literaturu. Petr Fantys, Matěj Kotalík, Jean-Pierre Riutort a Pavla Zandlová mě provedli po „svých“ lokalitách a poskytli mi veškerou možnou pomoc i dokumentaci. A konečně děkuji své rodině a přátelům za obětavou podporu i příjemnou společnost při hledání a návštěvách lokalit.

V Praze dne 4. 5. 2009
Tereza Botlíková



Obsah

1. Úvod	7
1.1. Téma práce a volba jejího pojetí	7
1.2. Struktura práce a použitá metodika	8
2. Problematika rodinných domů a obdobných malých staveb	10
2.1. Stavba a základová půda	11
2.1.1. Únosnost	11
2.1.2. Stlačitelnost	12
2.1.3. Těžitelnost	13
2.1.4. Prosedavost	13
2.1.5. Objemové změny	14
2.1.6. Objemové změny působením stromu	16
2.2. Stavba a podzemní voda	16
2.2.1. Inundační území	16
2.2.2. Kolísání hladiny podzemní vody	17
2.2.3. Agresivita podzemní vody	18
2.3. Stavba v laterálně heterogenním prostředí	18
2.3.1. Heterogenita geologického původu	18
2.3.2. Heterogenita jako důsledek odřezu ve svahu	19
2.3.3. Heterogenita antropogenního původu	19
2.4. Stavba a stabilita svahu	20
2.4.1. Stavba pod svahem	20
2.4.2. Stavba ve svahu	21
2.4.3. Stavba nad svahem	21
2.5. Stavba nad dutinami	22
2.5.1. Kras	22
2.5.2. Poddolování	22
2.6. Stavba a regionální geologické hazardy	23
2.7. Stavba a změna původních podmínek působením člověka	24
2.7.1. Výkop	25
2.7.2. Přetížení	25
2.7.3. Změna vodního režimu	25
2.7.4. Vibrační účinky a dynamické zatížení	26
2.8. Stavba a chyby projektanta a zhotovitele	26
2.9. Shrnutí kapitoly 2: inženýrskogeologický průzkum a diagnostika staveb	27
3. Zdokumentované případy	30
3.1. Archivní případy	30
3.1.1. Karviná-Fryštát	31
3.1.2. Beřovice	32
3.1.3. Brno – Špilberk	34
3.1.4. Kladno	35
3.1.5. Praha-Hradčany	36

3.1.6. Brno-Židenice	37
3.1.7. Lésigny (Francie).....	38
3.1.8. Praha-Zahradní Město	39
3.1.9. Žabokliky.....	40
3.1.10. Moravany.....	42
3.1.11. Nancy (Francie).....	43
3.1.12. Praha-Hanspaulka	44
3.1.13. Častolovice.....	46
3.1.14. Praha-Holešovice	48
3.1.15. Přerov	49
3.1.16. Čeladná	50
3.1.17. Oráčov.....	52
3.1.18. Staříč	54
3.1.19. Praha-Podolí.....	56
3.1.20. Malšova Lhota	58
3.1.21. Seattle (USA)	59
3.1.22. Hřensko	60
3.1.23. Říčany	61
3.1.24. Doubrava	62
3.1.25. Hrubá Skála	63
3.1.26. Praha-Nebošice	64
3.1.27. Rokytnice.....	66
3.1.28. Vsetín.....	68
3.1.29. Běleč.....	69
3.1.30. Kaňk.....	70
3.1.31. Praha-Prosek	71
3.1.32. Příbram	73
3.1.33. Rakovník.....	74
3.1.34. Brno-město	75
3.1.35. Odolena Voda.....	76
3.1.36. Prostřední Bludovice	77
3.2. Nově zkoumané případy.....	78
3.2.1. Praha-Kobylisy.....	79
3.2.2. Javoří.....	81
3.2.3. Jáchymov	83
3.2.4. Dolní Zimoř.....	85
3.2.5. Praha-Střešovice.....	88
3.2.6. Tuhaň.....	90
3.3. Shrnutí kapitoly 3: úskalí IG průzkumu pro DS – sporné případy a nutnost řešení.....	91
4. Úskalí inženýrskogeologického průzkumu	93
4.1. Modelový případ Seyssins (Francie)	93
4.2. Hlavní zásady IG průzkumu, zejména pro malé stavby typu RD	95
5. Závěr	97

6. Použitá literatura	99
7. Seznam použitých zkratek	105

1. Úvod

Tato diplomová práce je sbírkou komentovaných případů poruch rodinných domů (a obdobných malých staveb) souvisejících s inženýrskogeologickými podmínkami dané lokality. Cílem práce bylo nashromáždit reprezentativní soubor archivních případů, na základě jejich rozboru si osvojit použité postupy a následně získané znalosti a zkušenosti aplikovat na případy vlastní, tedy zejména pokusit se zjistit příčinu poruch dosud nezkoumaných staveb. Obecným cílem práce pak bylo vytvořit průřez problematikou inženýrskogeologického průzkumu pro výstavbu malých staveb charakteru rodinného domu a na zdokumentovaných případech doložit jeho hlavní úskalí i obecné principy.

1.1. Téma práce a volba jejího pojetí

Problematika inženýrskogeologického (dále IG) průzkumu pro rodinné domy bývá v odborné literatuře často opomíjena. Z obecného pohledu jsou to stavby malého významu, podle ČSN 73 1001 jednoduché konstrukce spadající tedy do 1., nanejvýš 2. geotechnické kategorie (v případě Eurokódu 7 záleží na složitosti základových poměrů). Zakládány jsou v naprosté většině plošně a jen málokdy vyžadují nápaditá technická řešení. Přesto i zde může při nerespektování IG podmínek dojít k závažným poruchám, jak se ukazuje u mnoha rodinných domů (dále RD) postavených bez IG průzkumu. Ten na rozdíl od radonového není pro stavbu RD ze zákona povinný, a stavebníkem tedy bývá často vynecháván, protože vzhledem k celkovým nákladům na stavební práce představuje nezanedbatelnou částku, navíc ještě před vlastní výstavbou. Posouzení případných IG hazardů tak mnohdy závisí jen na zkušenosti projektanta – pokud je nevyhodnotí správně, hrozí poškození stavby trhlinami, nakloněním či podzemní vodou. Sanace poruch někdy vyžaduje vyšší náklady než stavba domu samotného, což v situaci stavebníka-jednotlivce zatíženého hypotékou může znamenat problém často zásadního charakteru.

Spektrum zjištěných příčin poruch RD souvisejících s geologickými faktory je až překvapivě bohaté, tvoří vlastně „inženýrskou geologii v malém“ a jeho pochopení tak je klíčem k analýze IG podmínek při průzkumu pro náročnější stavby. Z tohoto hlediska se jako ideální nástroj k uchopení této problematiky jeví forma případové studie, představující jakýsi koncentrát zkušeností nashromážděných odborníky z praxe. Systematickému studiu případů poruch RD se ovšem věnuje jen velmi malá část odborné IG literatury zabývající se případovými studii, která sama představuje jen malou část veškeré odborné IG literatury. Případy poruch RD zkoumali zejména Gartner (1960) a Záruba a Mencl (1974), z dostupné zahraniční literatury pak Legget (1962) a Bowen (1984). Mezinárodní konference a odborná periodika z tohoto ohledu představují mizivý zdroj informací, výjimkou je pouze International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering, konající se v USA (viz <http://campus.mst.edu/6icchg>), jejíž materiály bohužel nejsou snadno dostupné. Nejbohatším a nejaktuálnějším zdrojem případů tak jsou archivy firem zabývajících se IG průzkumem.

Problematika IG příčin poruch rodinných domů stojí na pomezí dvou oborů, inženýrské geologie (pohled geologie) a diagnostiky staveb (pohled stavebního inženýrství), jejichž přístupy k analýze situace tvoří vlastně vzájemně obrácenou úlohu. Inženýrská geologie v rámci průzkumu pro výstavbu předvídá možné zdroje problémů pro konstrukci, diagnostika staveb (dále DS) v rámci zjišťování příčin poruch tyto zdroje hledá zpětně na základě rozboru chování konstrukce. Ideálním zdrojem informací tak jsou posudky DS spojené s IG průzkumem příčin poruch stavby. Případy představené v této diplomové práci byly analyzovány právě z pohledu průzkumu pro zjištění příčin poruch, s využitím IG metodiky i některých základních postupů DS. Práce se zabývá zejména geologickými podmínkami a faktory vyskytujícími se ve významné míře na území České republiky – aktivní vulkanismus, abraze ap. jsou zanedbány. Zkoumané stavby jsou převážně rodinné domy, u některých méně častých faktorů byly připuštěny i jiné menší stavby obdobného charakteru.

1.2. Struktura práce a použitá metodika

Diplomová práce sestává ze dvou hlavních částí: výkladové a případové. Ve výkladové části, uvedené v kapitole 2., je představena nově vytvořená účelová klasifikace IG podmínek a faktorů, které mohou negativně ovlivnit konstrukci RD a jejichž posouzení by IG průzkum neměl opomenout. Ke každé skupině klasifikace byl vytvořen jednoduchý piktogram s uvedením čísla příslušné kapitoly s výkladem. Případová část je rozdělena na případy archivní (kapitola 3.1.), pocházející z rešerše, a případy nové (kapitola 3.2.), které jsem sama řešila. Každý případ je představen ve formě stručného „pasportu“ s dostupnou obrazovou dokumentací, v jeho záhlaví jsou uvedeny piktogramy odkazující na související kapitoly klasifikace. Nejlépe zdokumentovaný nový případ, stavba RD v Seyssins ve Francii, je uveden v samostatné kapitole (kapitola 4.) jako model umožňující demonstrovat hlavní úskalí i zásady IG průzkumu a rozhodování při výstavbě malých staveb typu RD. Kapitoly 2. a 3. vždy uzavírá stručné shrnutí hlavních zjištěných skutečností a uplatňovaných principů, kapitola 4. je pak sama jakýmsi shrnutím hlavních zkušeností z diplomové práce.

Metodika práce vycházela z rešerší a konzultací odborníků ve fázi získávání poznatků (dominantní přístup pro kapitoly 2. a 3.1.) a z rekognoskace lokalit a získávání informací od majitelů a starousedlíků ve fázi samostatné diagnostiky (dominantní přístup pro kapitola 3.2.). Oba postupy se ovšem navzájem doplňovaly – např. jsem za účelem aktualizace informací osobně navštívila i některé lokality z archivních posudků a naopak ke zjištění geologie nově řešených případů jsem využívala geologické mapy a archiv ČGS – Geofondu. Při práci na kapitole 4.1. (případ Seyssins) pak byly oba přístupy zastoupeny přibližně rovnoměrně.

V rámci fáze získávání poznatků jsem provedla rešerši v archivu posudků ČGS – Geofondu, na internetu, ve sbornících z českých konferencí zapůjčených ing. J. Novotným, v českých i zahraničních odborných publikacích a periodikách dostupných v Geologické knihovně Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy a v materiálech Ústavu struktury a mechaniky hornin Akademie věd České republiky, které mi laskavě zpřístupnil doc. J. Rybář. Za účelem získání dalších případů z praxe jsem oslovila řadu českých odborníků i českých a zahraničních známých (jejich jména jsou uvedena v úvodním poděkování), kteří mi laskavě

doporučili zajímavé případy či přímo poskytl příslušné materiály ze svých osobních archivů. Geologické informace týkající se nově zkoumaných lokalit jsem čerpala z geologických map dostupných na serveru České geologické služby (<http://www.geology.cz>), z archivu firmy CHEMCOMEX Praha, a.s. a z posudků v archivu ČGS – Geofondu.

Ve fázi samostatné diagnostiky jsem osobně navštívila vytipované lokality, vyhotovila jejich fotografickou i kreslenou dokumentaci a získávala informace v terénu – o historii stavby i širšího okolí lokality na základě rozhovorů s majiteli a starousedlíky, o geologii, morfologii ap. na základě rekognoskace území. Své závěry ohledně příčin porušení nově zkoumaných staveb z inženýrskogeologického pohledu jsem následně konzultovala s ing. L. Dostálem, odborníkem v oboru diagnostiky staveb.

Z časového hlediska se obě fáze šetření prolínaly – po úvodním studiu základních prací věnujících se zadané problematice jsem průběžně získávala materiály k archivním případům a v terénu jsem vyhledávala potenciální případy vlastní. Následně jsem navštěvovala lokality archivních případů a vyhledávala další informace k případům nově objeveným. Když jsem získala základní přehled o problematice i dostupných materiálech, začala jsem průběžně pracovat také na vytváření vlastní klasifikace. V konečné části prací jsem z nashromážděných případů vytrídila vhodné, reprezentativní a dobře dokumentované případy, zařadila jsem je do své klasifikace a na základě příslušných materiálů vypracovala jejich „pasporty“.

„Pasporty“ nově řešených případů vycházejí celé ze mnou získaných informací a závěrů, které jsem na jejich základě učinila. Snažila jsem se ale utvořit si názor i na případy archivní – každý z nich je tak doplněn dodatkem vyznačeným kurzívou, v němž shrnuji své hodnocení příslušného posudku vzhledem k jeho závěrům, případně také k nashromážděným údajům a způsobu jejich prezentace.

2. Problematika rodinných domů a obdobných malých staveb

V mnoha případech lze naprosto vyhovující rodinný dům postavit i bez předchozího IG průzkumu, pouze na základě „selského rozumu“ a případně i znalosti regionálních geologických problémů. Inženýrskogeologické podmínky ovšem mohou být i v rámci malého území často velmi proměnlivé, jak je patrné na příkladu plánované výstavby rodinných a bytových domů v Miškovicích, severovýchodně od Prahy.

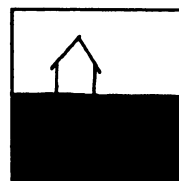
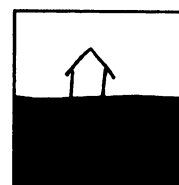
IG průzkum (Novotný a Štorek, 1997) zde na cca 9 ha budoucího staveniště jako základovou půdu pro jednotlivé objekty v případě podsklepení (založení v hloubce 3 m pod terénem) zjistil sprašové hlíny, písčité jíly s úlomky, písčité štěrky, slínovce a glaukonitické a křemité pískovce, přičemž z celkového počtu 53 projektovaných objektů se u dvanácti objektů v půdoryse vyskytly dva různé typy základové půdy a u čtyř objektů až tři různé typy základové půdy. Při neznalosti či nerespektování zjištěných podmínek by u těchto objektů mohlo dojít k poruchám zapříčiněným rozdílným sedáním, mnohde by se také mohly objevit problémy v důsledku promrzání, smršťování či případné degradace základové spáry. K dalším poruchám pak může dojít i později a v menší souvislosti s IG podmínkami lokality a (ne)provedením či kvalitou výchozího IG průzkumu – jde o poruchy vzniklé například v důsledku nevhodné konstrukce, změny způsobu vytápění či nadměrných otřesů od dopravy.

Tento příklad demonstruje jak úkoly IG průzkumu před výstavbou RD, tak i způsob uvažování potřebný pro správné posouzení příčin poruch na již postavených budovách. V kapitole 2. je uveden přehled jednotlivých inženýrskogeologických i stavebních a antropogenních faktorů a typizovaných situací, které mohou způsobit poruchu stavby typu RD či zvýšit náklady na její výstavbu. Některé otázky by měly být řešeny každým IG průzkumem (např. únosnost, stlačitelnost a těžitelnost základové půdy, nároky základové spáry na ochranu, dosah a agresivita podzemní vody), další zdroje problémů se vyskytují jen v některých případech (např. stabilita svahu či vliv poddolování) a je jen na řešiteli průzkumu, zda si jejich hrozbu uvědomí a dokáže ji správně posoudit. Uvedeny jsou i situace, které vedou k pozdějšímu poškození stavby způsobem, který původní IG průzkum nemůže příliš předvídat (např. svedení místní vodoteče do kanalizace či stavební úpravy sousedního pozemku) a jejichž zhodnocení je spíše již věcí IG průzkumu pro posouzení příčin poruch – i tyto případy jsou ovšem velmi časté a je třeba jim porozumět. Inženýrský geolog se navíc často ocitá právě v situaci, kdy se má věnovat nové výstavbě, ale nesmí přitom zapomenout ani na ochranu stávající okolní zástavby.

Uvedené faktory a typizované situace představující jednotlivé inženýrskogeologické a antropogenní hazardy byly na základě vzájemné příbuznosti sestaveny do osmi hlavních skupin v rámci klasifikace, kterou jsem vypracovala samostatně na základě studia odborné literatury (zejména Gartner, 1960; Záruba a Mencl, 1974; Bowen, 1984) a archivních případů poruch rodinných domů (viz kapitola 3.1.). Stručný výklad věnovaný příslušnému bodu klasifikace je v některých případech na závěr doplněn odkazy na související jevy. Ke každé skupině i podskupině faktorů a typizovaných situací byl pro větší přehlednost vytvořen schematický piktogram, uvedený v rámci výkladu v této kapitole a opatřený číslem příslušné podkapitoly. Tyto piktogramy jsou dále použity v záhlaví případů zdokumentovaných

v kapitole 3., kde představují shrnutí hlavních rysů případu a zároveň slouží jako zpětný odkaz na příslušný výklad v kapitole 2.

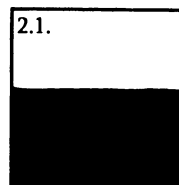
Piktogramy až na výjimky nezachycují umístění stavby, aby zůstala zachována jednoduchost použité kategorizace hazardů (např. piktogram pro podskupinu 2.2.2. by jinak musel mít různé varianty podle hloubky založení domu vzhledem k hladinám podzemní vody). Namísto toho je v kapitole 3. pro jisté zpřesnění informace používán pár přídatných piktogramů zohledňujících prostorové hledisko: „zdroj problému in situ“, respektive „zdroj problému mimo půdorys“. Tyto piktogramy vyjadřují fakt, že inženýrskogeologický průzkum se nesmí omezit jen na prostor samotné stavební parcely: musí např. řešit jak únosnost základové půdy, tak i možnost skalního řícení z výchozu nad pozemkem.



Bylo by možné zavést i další přídatné členění, a sice z časového hlediska. Jak již bylo ukázáno výše, stavba může být ohrožena jak geologickými podmínkami panujícími na lokalitě již od samého začátku výstavby, tak i událostmi více či méně geologického charakteru, které nastanou s časovým zpožděním vzhledem k době výstavby. Toto hledisko, významné zejména pro diagnostiku staveb, bylo zohledněno zavedením skupiny 2.7. – většina změn původních podmínek (přínejmenším v rámci zkoumaných případů) je dána lidskou činností. Kvalitní IG průzkum by měl do jisté míry předvídat a hodnotit veškeré latentně přítomné hazardy geologického charakteru schopné ohrozit stavbu kdykoliv po celou dobu její životnosti.

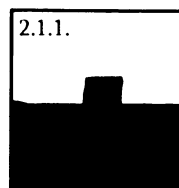
2.1. Stavba a základová půda

První skupina klasifikace se zabývá podmínkami, které by měl posuzovat každý IG průzkum před výstavbou RD: vlastnostmi určujícími kvalitu a vhodnost základové půdy. Ty tedy již z definice mohou působit problémy především v půdoryse stavby. Téměř vždy hrají alespoň částečnou roli ve spektru příčin poruch domů postavených bez IG průzkumu. Jako potenciální nebezpečí jsou přítomny již od začátku výstavby, mnohdy ale bývají aktivovány až dodatečnými zásahy do podmínek lokality, zejména do jejího vodního režimu, nebo změnami týkajícími se konstrukce nebo způsobu užívání stavby (viz skupina 2.7. a 2.8.). Do skupiny byla z důvodu nutnosti posouzení IG průzkumem zařazena i těžitelnost, veličina zvyšující náklady na stavbu, ale na rozdíl od ostatních neohrožující její bezpečnost.



2.1.1. Únosnost

Únosností (v Pa) je vyjádřena schopnost základové půdy při zatížení stavbou odolávat porušení smykem v oblasti schematicky znázorněné na piktogramu vpravo (Turček et al., 2005). Překročení únosnosti se zdánlivě podobá nadměrnému sednutí, jde ovšem o zcela odlišný mechanismus poklesu stavby, neboť v tomto případě dochází ke vzniku plastických oblastí



a k vytlačování zeminy okolo stavby. Nejznámějším případem překročení únosnosti bylo zaboření 30 m vysokého obilného sila v kanadské Transconě roku 1913. Konstrukce samotná vážila 200 000 tun a když se silo poprvé naplnilo 875 tisíci bušlů (asi 17 500 tun) zrna ovsa, již za hodinu se začalo zabořovat a 24 hodin po naplnění bylo odkloněno cca 27° od vertikály. Základovou půdu tvořily měkké fluvialní, níže tuhé glacialakustrinní jíly. Díky založení na desce, které bylo dostatečně tuhé, naštěstí nedošlo k porušení konstrukce a bylo možné provést sanaci podchycením základů betonovými pilíři do ordovického podloží (Legget, 1962; Záruba a Mencl, 1974).

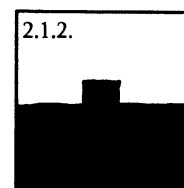
Případy obdobného překročení únosnosti základové půdy již vinou samotného projektu jsou u RD a obdobných malých staveb v moderní praxi vzácné. Při projektování rodinných domů se pro výpočet 1. mezního stavu v ČR používala a stále používá norma ČSN 73 1001 *Základová půda pod plošnými základy*, jejíž tabulkové hodnoty únosnosti (pro 1. geotechnickou kategorii – u RD při jednoduchých základových poměrech) i směrné charakteristiky (2. geotechnická kategorie – u RD při složitých základových poměrech) základové půdy jsou poměrně bezpečné (J. Novotný, ústní sdělení).

Únosnost je v archivních posudcích DS nejčastěji zmiňována v souvislosti s podmáčením, a tedy poklesem konzistence i únosnosti (zejména vlivem ztráty kapilární soudržnosti) základové půdy. Je ovšem sporné, zda ve všech případech sedání vlivem podmáčení skutečně došlo až k překročení únosnosti, pravděpodobnější se zdá být zvýšení stlačitelnosti a následné dodatečné sednutí základové půdy. Obdobné pochybnosti se mohou vyskytnout i např. při přítomnosti organických zemin v podzákladí – ty jsou jak málo únosné, tak i velmi stlačitelné. Pokud tedy není v posudku přímo číselnými hodnotami doloženo překročení únosnosti, rozhodla jsem se ve sporných případech i navzdory tvrzení autora posudku používat obecnější piktogram 2.1., který ponechává prostor pro obě alternativy.

2.1.2. Stlačitelnost

Při zatížení zeminy stavbou dochází vždy k sedání, které je dáno jednak vyvozovaným napětím, jednak tuhostí (vlastně stlačitelností) základové půdy, vyjádřené oedometrickým či přetvárným modulem, v Pa (Turček et al., 2005). Stlačitelnost souvisí s aktuální konzistencí zeminy, což vysvětluje mnohé případy dodatečného sednutí vlivem podmáčení základové půdy (Vrba, 2008). Druhý mezní stav (přetvoření), znamenající nepřípustné rovnoměrné či nerovnoměrné sednutí, se podle ČSN 73 1001 *Základová půda pod plošnými základy* posuzuje jen pro stavby 2. geotechnické kategorie (RD ve složitých základových poměrech).

Stavby reagují velmi nepříznivě zejména na nerovnoměrné sednutí, tj. různé sednutí na různých stranách stavby. To je často způsobeno laterální heterogenitou základové půdy (viz 2.3.), případně vlhkostní heterogenitou danou vysoušením kořeny stromu z jedné strany stavby (viz 2.1.6.). U málo tuhých staveb dochází k typickým poruchám v podobě šikmých trhlin (viz 2.9.), u dostatečně tuhých staveb (viz případ Oráčov, 3.1.17.) dojde obdobně jako u transconského sila (viz 2.1.1.) pouze k naklonění. Sednutí rovnoměrné, ale příliš velké působí problémy spíše z hlediska užívání stavby (napojení inženýrských sítí ap.).



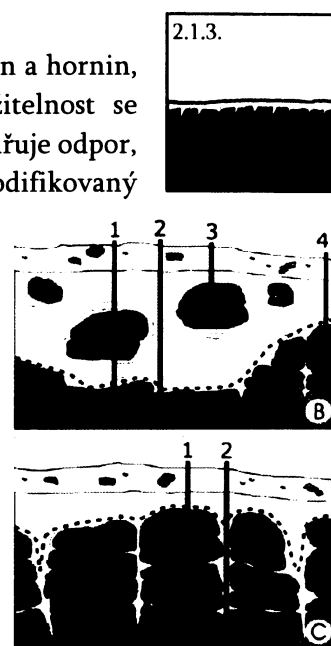
Kromě případů uvedených v kapitole 3. je nerovnoměrné sednutí popisováno také v posudku Hradského, 1962 (Břeclav, říční niva).

V regionálním měřítku (viz 2.6.) se rovněž vyskytují problémy se sedáním, ovšem dané jiným mechanismem – poklesem většího území v důsledku nevratné konsolidace podloží po změně původních podmínek. Jde zejména o sedání městských aglomerací a jejich okolí vlivem nadměrného čerpání podzemní vody (Mexico City, Benátky ap.) či vytváření poklesové kotliny v území postiženém poddolováním (viz 2.5.).

2.1.3. Těžitelnost

IG průzkum pro RD by se měl vždy vyjádřit i k těžitelnosti zemin a hornin, které bude třeba při výkopu základové jámy odstranit. Těžitelnost se vyjadřuje na stupnici 1–7 podle ČSN 73 3050 *Zemní práce* a vyjadřuje odpor, které prostředí klade dobývacímu nástroji (rozpojitelnost), modifikovaný o případné problémy se zpracováním a uložením výkopku (Záruba a Mencl, 1974).

Adekvátnost určení těžitelnosti nemá vliv na bezpečnost stavby, protože se projeví pouze v době výkopových prací – má ale významný vliv na cenu prací. Projektant přizpůsobuje hloubku založení závěrům IG průzkumu a pokud se skalní podloží vyskytne mělčeji (či hlouběji), než je předpokládáno, dochází pochopitelně ke komplikacím. Problémy s těžitelností mohou nastat jednak obecně ve svahu, kde je většinou malá mocnost kvartérního pokryvu (obtížně těžitelné horniny leží mělce pod terénem), jednak v nepravidelně zvětrávajících horninách (např. žulách – žokovité zvětrávání), kde průběh nezvětralé horniny nelze na základě bodových údajů z vrtů stanovit bezchybně (viz Obr. 1). Hrozí tak založení v nevhodné hloubce či v laterálně heterogenním prostředí (viz 2.3.1.).

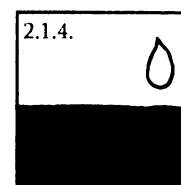


Obr. 1 Nástražky vrtného IG průzkumu v nepravidelně zvětrávajících horninách (Novotný, 2009)

2.1.4. Prosedavost

Prosednutí je nevratný kolaps zeminy způsobený změnou její struktury, v užším slova smyslu zejména u spraší v důsledku zvýšení vlhkosti. Prosedavost, tj. náchylnost zeminy k prosednutí, se prověřuje laboratorně (Turček et al., 2005).

Prosedavost spraší je zákeřná zejména proto, že se může projevit i s velkým zpožděním po výstavbě, nejčastěji při úniku vody z inženýrských sítí. Tento typ havárie navíc většinou způsobí jen lokální zvýšení vlhkosti, a prosednutí je tedy nerovnoměrné vzhledem k půdorysu stavby (viz případ Praha-Hradčany, 3.1.5.). V prostředí



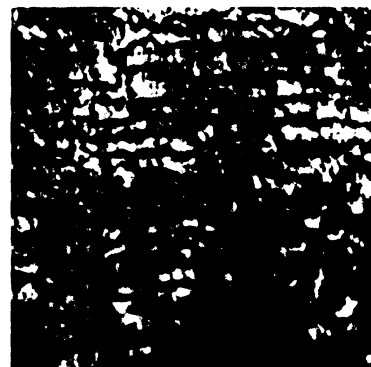
zemin sprašového charakteru je ze zřejmých důvodů nevhodné likvidovat srážkové vody ze zpevněných ploch vsakováním. Spraš je rovněž náchylná k promrzání a při zásypu z propustnějšího materiálu zde hrozí i vznik tzv. bazénového efektu (viz 2.1.5.).

K této skupině by na základě vnější podobnosti znaků (jednorázové sednutí, souvislost s podzemní vodou) bylo možné přiřadit i další, vzácnější jevy, působící ovšem na základě odlišných mechanismů. Jde např. o případy sufoze, tj. vyplavování jemných částic z hrubozrnnějšího skeletu podloží proudící podzemní vodou. Sufoze rovněž vede k sednutí, ale může také přejít až v podzemní erozi, tj. vyplavení veškeré zeminy, což se může projevit vytvořením povrchového sifonovitého kráteru (Drozd, 1980). Ještě řidším jevem je ztekucení kyprých zvodnělých písků nebo siltů vlivem dynamického působení, na severu Evropy se pak vyskytují také problémy s tzv. senzitivními jíly (K. Drozd, ústní sdělení). Několik případů sufoze uvádí Drozd (1996, 1980).

2.1.5. Objemové změny

K objemovým změnám dochází u jemnozrnných zemin v souvislosti s proměnlivým obsahem podzemní vody a působením klimatu. Oproti předchozí skupině jde o jevy, které se projevují cyklicky a jsou do jisté míry vratné. Jde o dvě skupiny propojených jevů: promrzání/rozbřídání a vysychání/bobtnání.

Promrzání (někdy také namrzání) postihuje v největší míře prachovité zeminy (K. Drozd, ústní sdělení) – v zimě dochází k postupnému vzniku ledových čoček (viz Obr. 2), které způsobují zdvih, s jarním táním pak zemina rozbřídá (pokles konzistence) a stavba klesá. Vysychání postihuje zejména jílovité zeminy (K. Drozd, ústní sdělení) – s poklesem vlhkosti se smršťují (při velké ztrátě vlhkosti dochází ke vzniku trhlin a zvýšení propustnosti prostředí), s jejím opětovným zvýšením se vracejí k původní konzistenci. Vzácněji se vyskytují problémy s bobtnavými jíly, výrazně zvyšujícími svůj objem na styku s vodou, což je

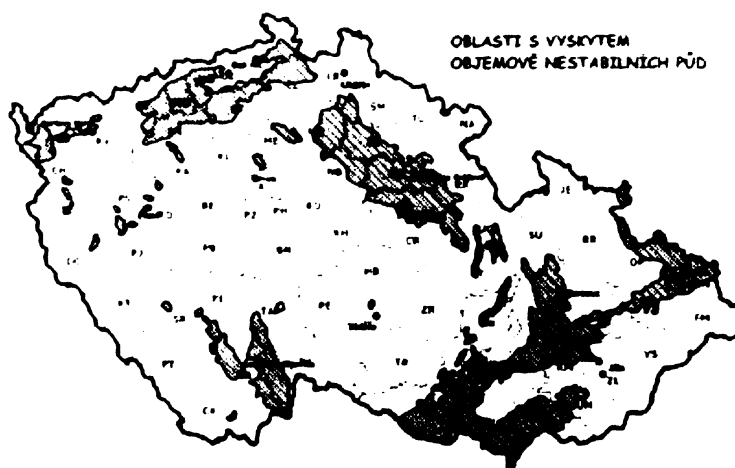


Obr. 2 Vrstvičky ledu v zemině (Gartner, 1960)

dáno zejména obsahem jílových minerálů skupiny smektitu (Vincent et al., 2006). Náchylnost ke smršťování ap. se ověřuje laboratorně (Seyček, 2005). K objemovým změnám dochází nejen z klimatických příčin, ale také působením blízkého stromu (viz 2.1.6.) a vlivem vytápění či specifického využívání staveb (mrazírny, cihelny ap.). Tyto vlivy jsou na rozdíl od působení klimatu lokálně omezené a mohou způsobit nerovnoměrné pohyby.

ČSN 73 1001 *Základová půda pod plošnými základy* doporučuje zakládat stavby ohrožené promrzáním v minimální hloubce 0,8 m pod terénem (v některých oblastech i hlouběji), v zeminách náchylných ke smršťování je minimální hloubka založení 1,6 m. Je důležité, aby všechny základy byly ve stejné hloubce a aby srážková voda z okapů nemohla zatékat do podzákladí – v méně propustném prostředí s propustným záhozem hrozí vznik tzv. bazénového efektu (hromadění vody na bázi záhozu a postupné naplňování

„bazénu“ daného zasypanou stavební jámou). Zeminy náchylné k objemovým změnám je také třeba chránit i v základové spáře přímo během stavebních prací před povětrnostními vlivy, aby nedošlo k jejich degradaci (viz 2.8.). Pro minimalizaci vlivu klimatických podmínek se doporučuje vybudovat kolem domu nepropustný



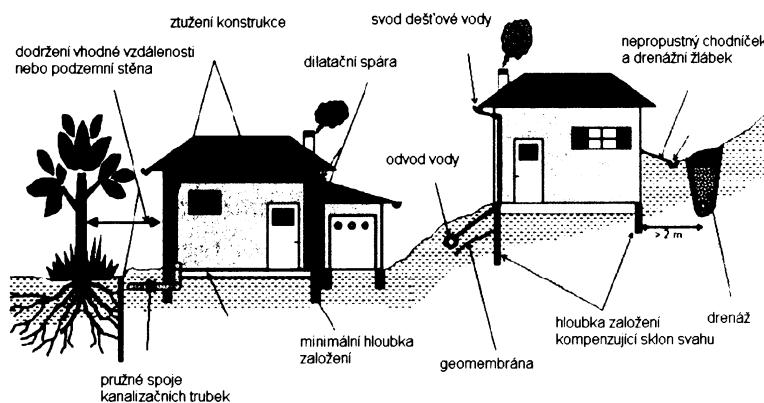
Obr. 3 Výskyt objemově nestabilních půd v ČR (Seyček a Luštinová, 2005)

chodníček (Vincent et al., 2006 – viz Obr. 4). Ukazuje se, že domy, kde majitelé v létě zalévají zahradu, bývají smršťováním poškozeny méně – není ale vhodné zalévat v blízkosti domu, pokud by sem tato vlhkost mohla zároveň „přilákat“ kořeny stromu (Seyček, 2005).

Poškození staveb zejména smršťováním je velmi časté: kromě případů uvedených v kapitole 3. je popisováno v následujících pracích a posudcích: Záruba a Mencl, 1974; Drozd, 2005; Záruba a Havlíček, 1951; Gartner, 1960; Čechová, 1983; Novotný L., 2003. Případy promrzání popisují tyto autoři: Záruba a Mencl, 1974; Jiroušek, 1966; Kysela, 1988. Zeminy náchylné k objemovým změnám se často vyskytují na rozsáhlých územích a jde tedy o problém až regionálního měřítká (viz 2.6. a rizikové regiony na Obr. 3 a Obr. 21).

Vyčerpávající analýzu problematiky smršťování ve Francii podávají Vincent et al. (2006). V této práci je také uveden statistický rozbor 994 případů poruch staveb způsobených smršťováním, zajímavé jsou např. údaje týkající se četnosti „přítěžujících okolností“ geologického

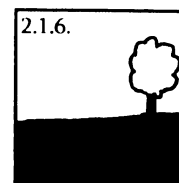
charakteru: vliv stromů až v 74 % případů; nedostatečná ochrana okolí stavby před evaporací 51 %; únik vody z kanalizace 33 %; heterogenita základové půdy, pokud jde o náchylnost ke smršťování, 27 %; sklon svahu příznivý pro infiltraci 14 %; snižování hladiny podzemní vody 2 %; bobtnání zemin a zdroj vody 2 %.



Obr. 4 Zásady zakládání staveb v území odroženém smršťováním (Vincent et al., upraveno)

2.1.6. Objemové změny působením stromu

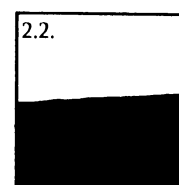
Zatímco objemové změny vlivem sucha působí v půdoryse stavby většinou přibližně rovnoměrně, přítomnost některých druhů vegetace v okolí stavby může jejich účinek bodově navýšit, což ve výsledku vede ke vzniku vlhkostní laterální heterogenity základové půdy (viz 2.3.) a nerovnoměrnému sedání. Největší dosah mají kořeny topolu, jilmu, dubu, vrby a jírovce maďalu (Pejchal, 2005). Kromě vysávání vláhy kořenovým systémem může zároveň dojít i k přímému mechanickému porušení prorůstáním kořenů do zdiva, kanalizace ap. či dokonce nadzvedáváním základů. Působení stromů nejen jako specifické podkategorii objemových změn se v české odborné obci podrobně věnovala konference *Stromy a jejich vliv na stavby*, která se konala v Malenovicích v roce 2005 – dva případy z jejího sborníku jsou představeny v kapitole 3.



Pokud se prokáže náchylnost zemin v podzákladí k objemovým změnám, v blízkosti stavby se nachází strom (zejména listnatý) a charakter poruch naznačuje zvýšené sedání na straně k němu přivrácené (viz 2.9.), jde pravděpodobně skutečně o případ vlhkostní heterogenity způsobené stromem a vhodným řešením pak je vybudování betonové nebo fóliové podzemní stěny mezi stavbou a stromem nebo jeho skácení. Potrhaný objekt je možné dodatečně podepřít mikropilotami zasahujícím pod zónu ovlivňovanou smršťováním (Seyček, 2005). Nezřídka se ale stává, že strom je viníkem pouze domnělým a skutečnou příčinou poruch je třeba hledat zejména v chybné konstrukci vlastní stavby (L. Dostál, ústní sdělení).

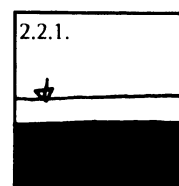
2.2. Stavba a podzemní voda

Druhá skupina klasifikace se zabývá problémy spojenými přímo s podzemní vodou. Nepřímo je s ní samozřejmě spojena naprostá většina faktorů – snížení hladiny způsobí objemové změny, její zvýšení u některých zemin vede k prosednutí, podzemní voda ovlivňuje stabilitu svahu, tvorbu krasových dutin ap. Zjištění úrovně a odhadnutí variací hladiny podzemní vody a tedy i jejího vlivu na projektovanou stavbu je zásadním úkolem každého IG průzkumu, neboť bude určovat hloubku založení – pokud je to možné, je třeba se vyhnout provádění výkopu pod hladinou podzemní vody. Voda může u RD jednak působit přímo problémy s vlhkostí (vzlínání ve stěnách, zatopené sklepy), jednak může degradovat jeho podzákladí, což většinou vede k poklesům. Zdrojem vody mohou být také srážky (špatné řešení vsakování ap. spadá pod skupinu 2.8.) či netěsnící inženýrské sítě (viz 2.7.3.).



2.2.1. Inundační území

Stavba v inundačním území a na dalších nevhodných místech (viz případ Praha-Prosek, 3.1.31.) je důsledkem úbytku nezastavěných ploch ve městech, který vede ke snahám o překonání nepříznivých IG podmínek i za cenu



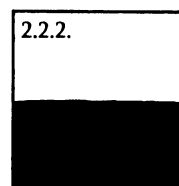
vyšších nákladů na stavbu. Seyček a Luštinová (2003) udávají 7 základních typů poruch způsobených povodněmi: stržení stavby silou proudu vody; podemletí základů vodním tokem; vymletí kaveren pod základy proudící podzemní vodou (sufoze – viz 2.1.4.); ztráta pevnosti zdiva jeho promočením; ztráta únosnosti základové půdy jejím promočením; deformace vzniklé vztlakem a hydrostatickým tlakem podzemní vody; stržení stavby sesuvem půdy. Je třeba upozornit, že k podmáčení podloží dochází vlivem kapilárního vztlínání i za hranicí zátopy.

Optimální by bylo v inundačním území nestavět, ovšem v české legislativě tento zákaz není nijak ukotven. Nové stavby jdou buď cestou zvýšení základů (nepodsklepené domy nebo stavba na násypu, kde ovšem hrozí další problémy s jeho stabilitou), nebo naopak cestou domů s „obětovaným“ suterénem, který nemá žádnou izolaci a je opatřen zaplavovacími otvory (Seyček a Luštinová, 2003). Ve všech případech by domy měly být ztuženy a jejich podzákladí zpevněno proti působení výše popsaných sedmi mechanismů (Hulla, 2000). IG průzkum pro tyto stavby by také neměl zapomenout ověřit, zda se v podzákladí nebo v jeho části (viz 2.3.1.) nenacházejí málo únosné náplavy (2.1.1.), pro říční nivy typické.

2.2.2. Kolísání hladiny podzemní vody

Kolísání hladiny podzemní vody je v první řadě naprosto legitimním důsledkem cyklických změn teplotních a srážkových poměrů, projevujícím se na mnoha úrovních měřítka v závislosti na délce cyklu (denní, sezónní, víceleté variace). Může ovšem také souviset s mimořádnými událostmi na hydraulicky propojeném vodním toku (záplavy, viz 2.2.1., hospodaření s vodou v přehradách a stavba jezů, viz 2.7.3.) či s antropogenními změnami vodního režimu obecně (čerpání ze stavební jámy, havárie inženýrských sítí ap., viz 2.7.3.). Obecně řečeno, zvýšení hladiny vede ke snížení únosnosti podzákladí (viz 2.1.1.) či k jeho sedání (2.1.2. a 2.1.4.), pokud se zde vyskytují zeminy citlivé na provlhčení; dlouhodobé snížení hladiny vede k sedání širšího území (viz 2.1.2.) a může také odstartovat hnilobné procesy v historických dřevěných pilotách, k čemuž došlo např. pod katedrálou ve Štrasburku v roce 1750 (Legget, 1962).

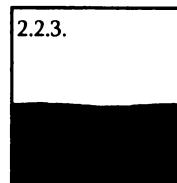
V problematice RD se nejčastěji vyskytuje chybné stanovení úrovně hladiny podzemní vody IG průzkumem („voda neovlivní základové poměry“), zejména na základě měření hladiny podzemní vody pouze v suchém období a zanedbání archivních podkladů. V málo propustných, ale zvodnělých horninách se naražená úroveň vody v nově provedeném vrtu ustálí až s velkým časovým zpožděním, na což je třeba při průzkumu rovněž brát ohled. Důsledkem chybného stanovení úrovně podzemní vody bývá ztížené užívání domu kvůli zatopení sklepa a vztlínání vlhkosti, přičemž náklady na sanaci (obvodová drenáž, čerpání ap.) bývají velmi vysoké. Kolísání hladiny podzemní vody může také vést k poruchám v důsledku objemových změn, pokud je k nim podzákladí náchylné (viz 2.1.5.).



2.2.3. Agresivita podzemní vody

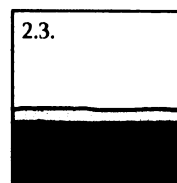
Agresivita podzemní vody vůči betonu (vody uhličitě, síranové, kyselé a měkké) se v rámci IG průzkumu určuje laboratorním rozbořem. Při překročení limitů daných např. ČSN 73 1215 *Betonové konstrukce. Klasifikace agresivních prostředí* (nahrazeno ČSN EN 206-1) se volí primární nebo sekundární ochrana základového betonu (více viz Turček et al., 2005).

Horninová prostředí, která způsobují obohacování podzemní vody agresivní složkou, uvádějí Záruba a Mencl (1974) – známé jsou například pražské ordovické břidlice s obsahem pyritu, v nichž vznikají vody síranové. Případy poruch RD způsobených korozi základů jsou ovšem relativně vzácné (J. Novotný, ústní sdělení).



2.3. Stavba v laterálně heterogenním prostředí

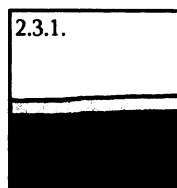
Třetí skupina klasifikace obsahuje případy výskytu rozdílných typů základové půdy v základové spáře. Když je každá část stavby založena na základové půdě s odlišnými geotechnickými (viz 2.1.) či hydrogeologickými vlastnostmi, případně rozdílnou mocností, hrozí významné riziko rozdílného sednutí, které se projeví typickými šikmými trhlinami nad pokleslou částí stavby (viz Obr. 11). U tuhých konstrukcí dochází k naklonění (viz případ Oráčov, 3.1.17.). Kromě laterální heterogenity základové půdy samotné se může vyskytnout i heterogenita její vlhkosti, způsobená nejčastěji stromem (viz 2.1.6.) nebo únikem vody z inženýrských sítí (viz 2.7.3.). Obdobný mechanismus porušení se vyskytuje i u částečně podsklepených domů s různou úrovní základové spáry, dodatečných přístaveb nebo u nerozdilatovaných staveb s laterální změnou způsobu založení (viz 2.8.). K poruchám způsobeným laterální heterogenitou dochází nejčastěji u domů postavených bez IG průzkumu.



2.3.1. Heterogenita geologického původu

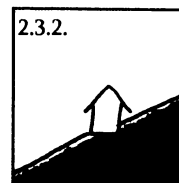
Tato skupina poskytuje nepřeberné množství variant pro každé geologické prostředí. Typickými situacemi jsou např.: starý meandr vs. fluvialní písky v říční nivě; subvertikální tektonicky porušená zóna ve zdravější hornině; nepravidelně zvětrávající hornina (např. krasové škrapy či žokovité zvětrávání žuly – viz Obr. 1); nehorizontální rozhraní vrstev (viz schematický piktogram pro tuto skupinu). Geologické rozhraní může způsobit i změnu v charakteru vodního režimu (viz případ Staříč, 3.1.18.). S počtem typů základové půdy v základové spáře také roste pravděpodobnost, že některý z nich bude i sám o sobě jevit nevhodné vlastnosti podle skupiny 2.1.

Případy komplikací při zakládání staveb v nivě a na šikmo ukloněných vrstvách uvádějí Záruba a Mencl (1974) na s. 276, resp. 262.



2.3.2. Heterogenita jako důsledek odřezu ve svahu

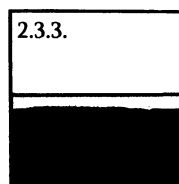
Laterální heterogenita se projevuje v každém prostředí, kde rozhraní mezi jednotlivými typy základové půdy neprobíhá horizontálně. Specifickým případem takového prostředí je svah, jehož geologická stavba bývá většinou na rozdíl od případů skupiny 2.3.1. velmi jednoduchá – základová půda rovnocenné kvality se vyskytuje vždy v páslech přibližně rovnoběžných s povrchem terénu –, ale nutností situovat RD horizontálně se výhoda této jednoduchosti ztrácí. Horizontalita se při stavbách ve svahu dosahuje buď založením v odřezu, nebo částečným založením na násypu, ovšem obě varianty mají svá rizika.



Stavbu na násypu je třeba posuzovat především z hlediska stability, a to stability jak násypu samotného, tak i svahu jako celku (viz 2.4.2.). Hrozí také problémy s rozdílným stupněm konsolidace násypu na spodní straně (odvrácené od svahu) stavby a kvartérních zemín na horní straně (přivracené ke svahu) stavby. V případě stavby v odřezu je nejmarkantnějším případem problémů založení v kvartéru na spodní straně a v předkvartérním podloží na horní straně, vedoucí k poklesu spodní strany stavby. Podobné poruchy ale hrozí i v případě, že je dům založen v jediném typu základové půdy, jelikož její kvalita (předkonsolidace, stupeň zvětrání ap.) opět většinou roste s kolmou vzdáleností od povrchu terénu. Možným, ale náročnějším řešením je odstupňované založení. Vždy je také důležité, aby stavba byla dostatečně tuhá ve směru po spádnicí (viz případ Javoří, 3.2.2.). V tomto kontextu je vhodné připomenout i zdánlivě evidentní fakt, že delší rozměr stavby by měl být vždy situován ve směru po vrstevnici, aby byl vliv heterogenity minimalizován.

2.3.3. Heterogenita antropogenního původu

Zatímco případy laterální heterogenity podle předchozích dvou skupin se většinou přesně zjišťují až při geologických průzkumných pracích, na nebezpečí antropogenní heterogenity mohou geologa často upozornit starousedlíci. Pozůstatky starých staveb mohou znamenat neočekávanou přítomnost dutin (sklepů) či naopak lokálně tuhých partií v podzákladí; pokud jsou v dosahu výkopových prací, je třeba počítat s obtížnou těžitelností betonu. Velmi obtížně detekovatelné jsou staré těžebny zavezené hlušinou místního původu, které hrozí nerovnoměrným sednutím sice prakticky totožného, zato ale rozdílně ulehleho materiálu. Za antropogenní laterální heterogenitu lze považovat i případy mělkého poddolování (2.5.2.), kdy hrozí propadnutí části stavby (viz případ Kaňk, 3.1.30.). Nebezpečné v tomto ohledu jsou zejména pozůstatky po selské těžbě, která většinou není nikde dokumentována. O laterální heterogenitě lze hovořit i v souvislosti s přístavbami, ve smyslu rozdílné ulehlosti základové půdy pod původní stavbou a vedle ní (viz skupina 2.8.).



Příkladem porušené stavby založené zčásti na materiálu v původním uložení a zčásti na navážkách, zde v prostoru bývalé cihelny, je stavba Ženských domovů v Praze-Smíchově (Dostál et al., 2001; Dostál a Potužák, 2004).

2.4. Stavba a stabilita svahu

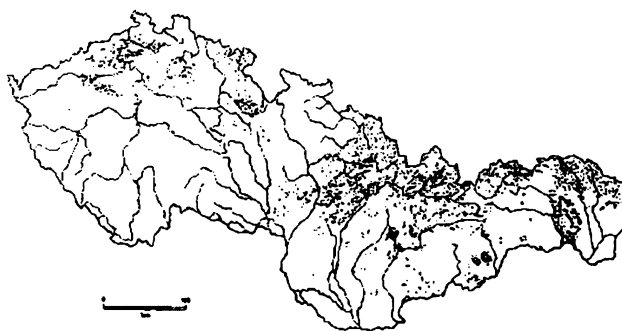
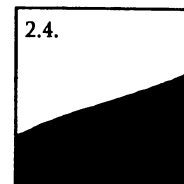
Ověření stability svahu před výstavbou i jejích změn při výstavbě a po ní by mělo být samozřejmostí u všech staveb projektovaných do svažitého terénu, „svahem“ ale je kromě toho i každý násyp či výkop základové jámy (viz 2.7.1. a 2.7.2.). Pokud se tyto navíc spojí právě se stavbou ve svahu (násyp ve svrchní části svahu jako přetížení, zářez ve spodní části svahu jako odlehčení), ohrožení celkové stability území významným způsobem roste. Stavba v blízkosti svahu může být ohrožena všemi typy svahových pohybů, přičemž některé z nich může svým nevhodným umístěním i sama vyvolat. Z tohoto důvodu bylo z několika možných vnitřních členění skupiny zvoleno členění právě podle umístění stavby vzhledem ke svahu.

Stabilita svahu může být rovněž i problémem regionálním, ať již kvůli generelní nepříznivé kombinaci morfologie terénu a charakteru materiálu, jako je tomu např. v karpatském flyši (viz Obr. 5), tak i třeba v případech, kdy svahové pohyby zespona neustále oživuje erozní činnost moře, jako je tomu v Los Angeles (Legget, 1962) nebo v Seattlu (viz 3.1.21.).

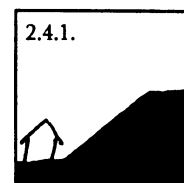
2.4.1. Stavba pod svahem

Stavba pod svahem sama o sobě nemění nijak stabilitu svahu jako takovou, hrozí nanejvýš možnost podkopání paty svahu při výkopových pracích, pokud je dům situován v bezprostřední blízkosti svahu. O to víc je ovšem ohrožena veškerým přesouvajícím se materiálem svahu, ať již ve formě sesuvů či zemních proudů nebo řítících se skalních bloků, které mají často velkou rychlost a průraznost (viz případ Hřensko, 3.1.22.). V těchto případech je nutné odborně ověřit stabilitu svahu a posoudit, zda bude nutné realizovat rozsáhlejší sanační práce, nebo zda postačí vybudování bariéry k zastavení svahového materiálu nad domem. Pokud je svah za domem zajišťován opěrnou zdí, je třeba vybudovat v ní odvodňovací otvory, aby za ní nedocházelo ke vzdouvání podzemní vody.

Kromě případů uvedených v kapitole 3. popisuje situaci domu pod svahem, zde ohroženého skalním řícením, také Novotný (2007a).



Obr. 5 Území postižená sesuvy v ČR a na Slovensku (Embleton a Embleton-Hamann, 1997, upraveno)



2.4.2. Stavba ve svahu

Stavbu ve svahu ohrožují jednak hazardy týkající se také staveb pod a nad svahem – může být poškozena jak přesouvajícím se materiálem pocházejícím zeshora, tak i zatrhávajícím se sesuvem zespona –, jednak i specifická nebezpečí nacházející se přímo v jejím půdoryse. V rámci IG průzkumu je třeba posoudit problémy související přímo s dispozicí projektované stavby vzhledem k inženýrskogeologickým podmínkám svahu (viz 2.3.2. a 2.1.3.) i změny jeho stability, které budou katalyzovány stavebními pracemi (výkop) i hotovou stavbou po dokončení (přítížení).

Latentní dispozice svahu k sesuvným pohybům mohou být povzbuzeny výkopem ve spodní části a přítížením v horní části, přítížení ve spodní části je naopak může do jisté míry potlačit. IG průzkum před výstavbou by měl v širším zájmovém území pátrat po všech indiciích živých i fosilních svahových pohybů. Situace mělce založeného domu pohybujícího se

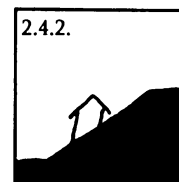
spolu se svahem nemá levná ani snadná řešení, jak dokládá tragikomická fotografie z Portlandu (Obr. 6) – nevhodnější bývá na takovém území vůbec nestavět.

Dům postavený ve svahu, stejně jako nad ním či pod ním, může být ohrožen samozřejmě i dodatečnými pracemi v sousedství (viz 2.7.), vedoucími např. k podkopání vrstev ve svahu (viz Záruba a Mencl, 1974, s. 477), či jinými změnami spojenými se zvýšením dotace svahu vodou (Novotný, 2008 – Nová Paka, výstavba na starém sesuvném území).

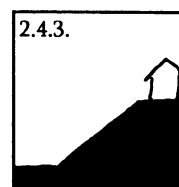
2.4.3. Stavba nad svahem

Stavba nad svahem, resp. na jeho okraji, představuje riziko především ve formě přítížení svrchní části svahu, kdy hrozí aktivace svahových pohybů, případně podkopání stavby zatrháváním již existujících sesuvů níže (viz případ Doubrava, 3.1.24.). Necitlivé nakládání s odpadní a srážkovou vodou může dotovat svah pod domem a přispět ke zvýšení jeho nestability.

Hrana svahu chápaná jako místo změny jeho sklonu také může souviset se změnou hornin podloží, kdy je na místě opatrnost a pečlivá analýza IG i vodních podmínek lokality (viz případ Hrubá Skála, 3.1.25.). Pokud je okraj svahu tvořen skalním výchozem, je nutné posoudit míru jeho zvětrání a rozpukání, aby bylo možné určit bezpečnou vzdálenost stavby od okraje. V některých případech, kdy rigidní rozpukané horniny spočívají na plastickém podloží, dochází k jejich blokovým pohybům (dříve označovaným jako kerné sesuvy) a bezpečná vzdálenost od hrany se pohybuje v řádu prvních stovek metrů (viz případ Praha-Prosek, 3.1.31.).

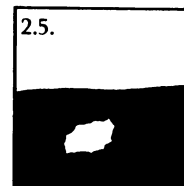


Obr. 6 Igelitové „pláštěnky“ na ochranu domů v sesuvném území v Portlandu (Oregon, USA) před infiltrací srážkové vody (Legget, 1962)



2.5. Stavba nad dutinami

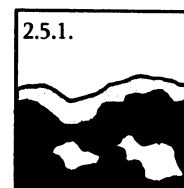
Stavba nad dutinami je ohrožena v zásadě dvěma mechanismy: jednak lokálně vykomínováním, tj. propadem podzákladí do dutiny ležící pod ním, jednak celkově vytvořením poklesové kotliny. Původ dutin bývá nejčastěji krasový nebo antropogenní, v obou případech se kromě jejich zaplňování nadložním materiálem vyskytuje také výrazné ovlivnění hydrogeologického režimu – srážková voda uniká dutinami hlouběji do masivu a nevyskytují se rozlehlé mělké souvislé zvodně. Vodní režim může také ovlivnit chování výplně dutin (J. Novotný, ústní sdělení).



Dutiny se obvykle nacházejí ve většině rozlohy geologicky predisponovaného území (kras – vhodné vápencové podloží, poddolování – horniny bohaté na těženou surovinu), takže je lze chápat jako problém převážně regionálního charakteru.

2.5.1. Kras

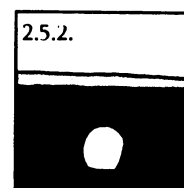
Krasové prostředí je značně nestabilní, na rozdíl od poddolovaných území zde dochází k masivnějším změnám systému dutin vzhledem ke zvýšené citlivosti hornin na chemické působení cirkulující vody. Dutiny v podloží vytvářejí proměnlivou samoorganizující se síť, jejíž konfigurace vždy směřuje k co nejefektivnějšímu odvedení vody z oblasti. Nová stavba by měla počítat s nestabilními poměry v podzákladí, danými nejen možnou přítomností dutin, ale i jejich možným zavalením ap. Pokud jsou typické krasové formy vyvinuty také na povrchu (škrapy, závrtý ap.), hrozí také zakládání v laterálně heterogenním prostředí (viz 2.3.1.). Na území ČR naštěstí kras nepůsobí mnoho problémů se stavbami, neboť pokrývá jen malou část rozlohy státu a z velké části je chráněn ve formě přírodních rezervací.



Problematicke krasu na území jižní Číny se věnuje Novotný (2007b).

2.5.2. Poddolování

Poddolování představuje problém jak ve známých lokalitách s dobře zdokumentovanou hornickou minulostí, tak i na jednotlivých místech poznamenaných divokou, selskou těžbou. V horninách rigidní povahy hrozí lokální vykomínování (viz případ Kaňk, 3.1.30.), v měkčích horninách se zejména v důsledku vyrubání celých slojí vytváří poklesová kotlina a dochází k poškození především staveb situovaných na jejích svazích, kde vzniká výrazná změna sklonu terénu. K poškození může dojít jak v případě nevhodné výstavby na již poddolovaném území, tak i u již vybudovaných staveb v důsledku nové ražby, např. dopravního tunelu. V prvním případě je na místě důkladný průzkum pro zjištění parametrů dutin v podloží, ve druhém pak také pasportizace staveb, systém monitoringu a případné nasazení kompenzační injektáže.



Až na případy ovlivnění vodního režimu (viz případ Jáchymov, 3.2.3.) je mechanismus porušení vlivem poddolování v zásadě totožný s případy nadměrného či nerovnoměrného sednutí (viz 2.1.2. a 2.3.) a prevence poruch je tedy obdobná: stavba by měla být dostatečně tuhá a spíše přisedlého než věžovitého charakteru (Lešner, 2004). Pokud je důlní dílo v podzákladí stavby přístupné, je možné vybudovat zde nosné pilíře či zlikvidovat dutinu zásypem, jinak lze volit tuhé založení na desce či hlubinné založení na pilotách do skalního podkladu pod dutinou (Durville a Hameroux, 1995).

Problémům souvisejícím s poddolováním byla věnována část tematického čísla Bulletin of Engineering Geology vydávaného IAEG (duben 1995, č. 51). Mírou vlivu poddolování na městskou zástavbu se zabývala polemika o příčině poruch staveb na Kladně v časopise Geotechnika (Zámek, 2002a, Pašek et al., 2002, Zámek, 2002b). Fotografie poruch způsobených poddolováním přináší Gartner (1960).

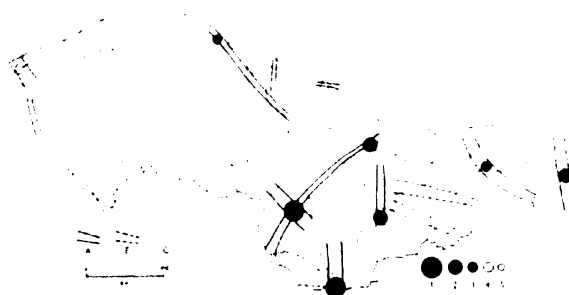
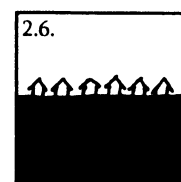
2.6. Stavba a regionální geologické hazardy

Jak již bylo řečeno výše, většina dosud popsaných faktorů více či méně geologického charakteru se může projevovat jak lokálně (v malém měřítku), tak i regionálně (ve velkém měřítku). Rozdíl v měřítku ovšem neznamená odlišný mechanismus působení daného faktoru, ale spíše odlišnou míru jeho

„notoricity“. O regionálním problému je obvykle místní veřejnost poměrně dobře informována, radnice vydávají prostředky na vytvoření map míry přírodního rizika (viz případ Lésigny, 3.1.7.) a s nimi souvisejících map územního plánování. Historické zkušenosti pak na jednu stranu přispívají k dobré adaptaci staveb na místní specifické podmínky, na druhou stranu se ovšem regionální problém může stát obětním beránkem, jemuž jsou na vrub připisovány

i vůbec nesouvisející poruchy (viz případ Žabokliky, 3.1.9.). Regionální problémy (nevhodné vlastnosti zemin vyskytujících se na velkém území, ohrožení oblastí sesuvnými pohyby, zemětřesením, ale i vulkanismem, abrazí a dalšími na území ČR málo běžnými hazardy) jsou rovněž prakticky jediným tématem blízkým zaměření této práce, které je alespoň částečně zdokumentováno v odborných periodikách či sbornících z konferencí.

Regionálním problémem sensu stricto je v kontextu této práce přírodní seismicita, která jako jediná z hazardů vyskytujících se ve větší míře na území ČR nebyla popsána v rámci výše uvedených skupin, protože se nevyskytuje v lokálním měřítku (postižení jednotlivých staveb). Jejím lokálním ekvivalentem je dynamické působení antropogenní činnosti – technická a indukovaná seismicita (viz 2.7.4.). Kromě přímého nepříznivého působení na



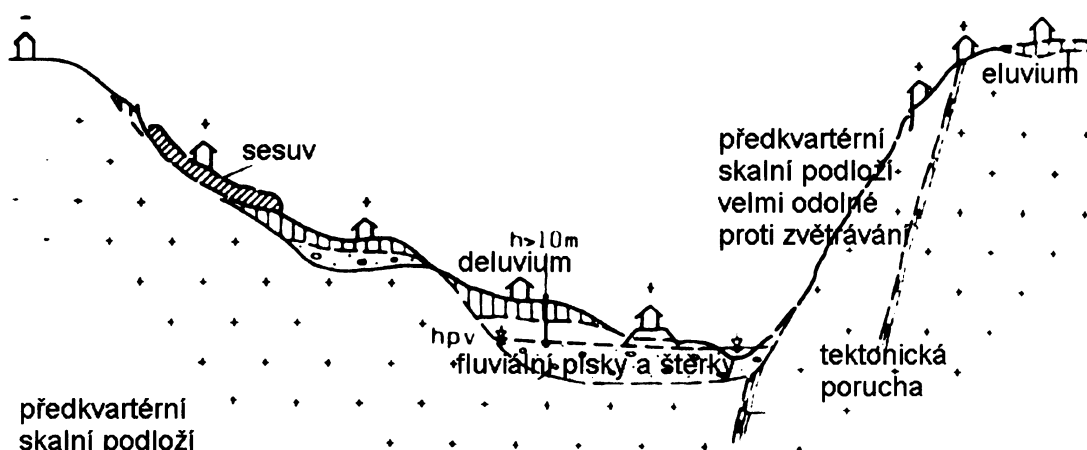
Obr. 7 Seismická rizika na území ČR a Slovenska – seismicky aktivní linie a významná epicentra (Embleton a Embleton-Hamann, 1997)

stavby mohou otřesy jakéhokoliv původu vést také ke ztekucení podloží (viz 2.1.4.), případně aktivaci svahového pohybu (2.4.) nebo propadnutí nadloží dutin (2.5.). Oblasti nejvíce ohrožené seismicitou ukazují v regionálním měřítku Obr. 7 a v lokálním měřítku Obr. 9, zásady staveb na tomto území pak Obr. 8.

Přehled regionálních hazardů geologického charakteru na území ČR podávají Záruba a Mencl (1974, s. 270–272).

- 1./ Intenzita otřesů je ovlivňována povahou půdních vrstev a proto je třeba velit staveniště s dobrou sákladovou půdou.
- 2./ Hladina podzemní vody má být co nejníže, protože vodou nasycená zemina oslabí otřesy.
- 3./ Hlubinné sákladání /př. na pilotech/ se nedoporučuje, protože se do objektů přenáší větší otřesy.
- 4./ Rozhodující vliv má též druh a ústí konstrukce. Intenzita kmitání roste s přibývajícím výškou stavby a proto částí konstrukce umístěné výše nad zemí mají být lehčí a být méně zatíženy.

Obr. 8 Zásady výstavby v oblasti se seismickým rizikem (Gartner, 1960)

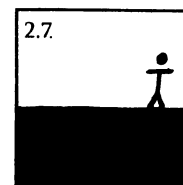


Obr. 9 Vliv místních IG podmínek na změnu seismického ohrožení konkrétních částí území (Ondrášik a Rybář, 1991, upraveno)

2.7. Stavba a změna původních podmínek působením člověka

Tato skupina je souhrnem faktorů souvisejících s lidskou činností, které mohou způsobit problém během výstavby či po ní. Zohledňuje tak vlastně ono „časové hledisko“ zmíněné v závěru úvodu ke kapitole 2 – jak vyplynulo ze zkoumaných archivních případů (3.1.), dodatečné změny původních podmínek bývají většinou antropogenní. Antropogenní ovlivnění prostředí již před výstavbou (a tedy i před IG průzkumem) zohledňují skupiny 2.3.3. a 2.5.2.

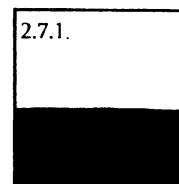
Všechny uvedené faktory mohou působit jak přímo na stavbu (např. kolaps stavby vlivem neopatrného výkopu v její blízkosti), tak i vyvolat poruchy prostřednictvím zesílení faktorů uvedených výše (např. podmáčení podzákladí vodou shromažďující se ve výkopu), a jako takové nepřinášejí nové mechanismy porušení. Přesto je vhodné uvést je zvlášť, neboť je



třeba přihlížet k nim samostatně jak při diagnostice staveb, tak i při zvažování, zda stavební práce pro novou stavbu nepoškodí stávající zástavbu.

2.7.1. Výkop

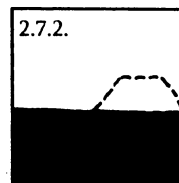
Tato skupina zahrnuje veškeré změny geologického prostředí, které lze chápat jako jeho odlehčení (úbytek hmot). Výkop vždy jednak odstraňuje jistou reakci, která mohla významně zajišťovat stabilitu většího celku, jednak obnažuje hlubší vrstvy prostředí a činí je tak zranitelnějšími.



Typickými příklady prvního mechanismu jsou případy Seyssins (4.1.) a Rokytnice (3.1.27.), kdy došlo k odlehčení paty celku náchylného ke svahovým pohybům (obdobný případ uvádějí také Záruba a Mencl, 1974 na s. 477). Kuriózní případ obdobné kategorie poskytl K. Drozd (ústní sdělení): majitel rodinného nepodsklepeného domu se rozhodl dům svépomocí podsklepit ručním odstraněním části podzákladí – došlo k vážným poruchám stavby, ovšem naštěstí bez škod na zdraví obyvatel. Příkladem druhého mechanismu může být případ Odolena Voda (3.1.35.) – propustný zásyp představuje „odlehčenou“ verzi nepropustného okolí, do níž může snadno pronikat voda a hromadit se zde v důsledku tzv. bazénového efektu. Obdobně může také dojít k degradaci základové spáry již během stavby (viz případ Prostřední Bludovice, 3.1.36.).

2.7.2. Přetížení

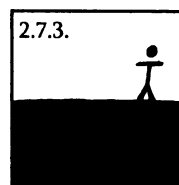
Tato skupina jakožto protiklad předcházející zahrnuje veškeré přetížení (přírůstek hmot), které ve výsledku působí na geologické prostředí v blízkosti stavby. Jde tedy o násypy, přístavby, zvyšování již existujících staveb o další patro ap., ale i o zatížení krátkodobějšího charakteru, např. pojezdy těžké techniky (viz případ Jáchymov, 3.2.3.). Rizikovým mechanismem je zde nadměrné či nerovnoměrné sednutí ve vztahu k původním stavu konsolidace podzákladí, ve svahu též přetížení v případné odlučné oblasti sesuvu, jež může způsobit překročení smykové pevnosti, u násypů hrozí i problémy s jejich vlastní stabilitou.



Typickým případem dodatečného nerovnoměrného sednutí je větší přístavba těsně vedle starší stavby. Ta je následně porušena vlivem poklesu přivráceného rohu (viz např. Záruba a Mencl, 1974, na s. 246 a 277). Příklad přetížení stavbami v nevhodné části svahu uvádí Novotný (2008).

2.7.3. Změna vodního režimu

Veškerá antropogenní činnost měnící geologické prostředí vede zároveň k ovlivnění vodního režimu. Někdy jde o změny relativně bezvýznamné (zhuštění jako snížení pórovitosti), jindy lidský zásah vede k naprosté změně



charakteru proudění v širším zájmovém území (např. poddolování). Antropogenní změna vodního režimu znamená zvýšení (stavba jezu, neodvodněné opěrné zdi) nebo snížení (čerpání ze studny, stavební jámy) hladiny podzemní vody nebo změnu způsobu proudění (vytvoření propustnějších cest, nový zdroj vody). Některé změny jsou krátkodobé (čerpání ze stavební jámy), některé dlouhodobé až trvalé (vzdouvání podzemní vody za opěrnou zdi). Případy kolísání hladiny podzemní vody většinou působí v půdoryse stavby rovnoměrně a vedou ke stejným důsledkům, jaké popisuje skupina 2.2.2. Změny způsobu proudění působí problémy jednak ve smyslu lokálního hromadění vody ve změněném prostředí na způsob bazénového efektu (viz 2.7.2. a 2.1.5.), jednak ve smyslu lokální dotace vodou z nového zdroje, vedoucí např. k poklesu stability svahu.

Může dojít také ke změně chemismu podzemní vody, např. při kontaminaci látkami z blízkých provozoven chemického průmyslu ap. Výrazné antropogenní zvýšení agresivity pak může způsobit korozi základových konstrukcí.

Typickým příkladem nevhodných důsledků antropogenní změny vodního režimu jsou četné poruchy staveb způsobené prosednutím spráší v důsledku havárie kanalizace nebo vodovodu. Dobrým indikátorem závažných změn vodního režimu je dlouhodobá změna hladiny vody ve studnách (je ovšem třeba ověřit, zda není způsobena využíváním studny např. pro zalévání), případně změna charakteru místní vegetace (vlhkomilná vs. suchomilná).

2.7.4. Vibrační účinky a dynamické zatížení

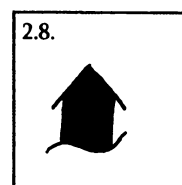
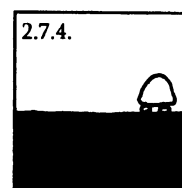
Dynamické zatížení antropogenního původu zahrnuje otřesy od dopravy, odstřelů v lomech či rytmicky se pohybujících strojů (beranění, kompresory ap.), tedy technickou seismicitu, i otřesy způsobené zásahem do napjatostního režimu masivu např. při vybudování přehrady, tedy seismicitu indukovanou. Míru jejich dopadů na stavbu ovlivňuje řada parametrů (podle Drozda, a): typ zdroje, typ a velikost konstrukce stavby, typ základové půdy (v pokryvných útvarech je poškození větší, viz Obr. 9), směr dynamického zrychlení (horizontální je nebezpečnější). Posouzením těchto vlivů se zabývá norma ČSN 73 0040 *Zatížení stavebních objektů technickou seismicitou a jejich odezva*.

Při podezření na poškození stavby dynamickým zatížením je třeba rychlost kmitání na místě změřit a posoudit vzhledem k příslušné normě. Dynamické zatížení je sice lidmi velmi citlivě vnímáno, jen ve 2–3 % případů je ovšem skutečným viníkem poruch (Drozd, 2005).

Příklady poruch způsobených dynamickým zatížením antropogenního původu podává Drozd (a).

2.8. Stavba a chyby projektanta a zhotovitele

Tato skupina sice souvisí s geologickými faktory již jen velmi volně nebo vůbec, je ovšem velmi častou příčinou poruch. Z hlediska diagnostiky staveb jako takové je nutné umět chyby v projektu či zhotovení stavby posoudit přesně, z hlediska IG průzkumu pro DS je nutné jim alespoň přibližně

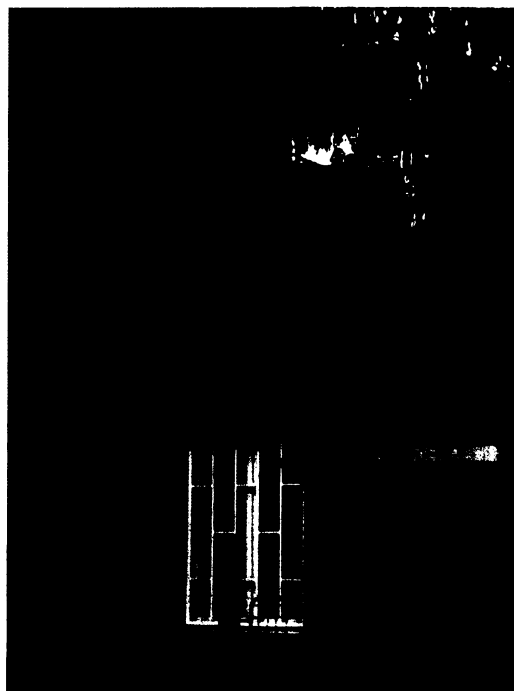


rozumět, aby bylo možné odlišit je od působení faktorů skutečně geologických.

Do skupiny 2.8. pro účely této práce spadají veškeré chyby projektanta či zhotovitele stavby, které nesouvisejí se zanedbáním či přehlédnutím geologických hrozeb zahrnutých do předchozích skupin (např. zbudování málo tuhé konstrukce na neulehlých navážkách). Kromě nedostatků týkajících se čistě vlastní stavby jde především o navrzení částečně podsklepeného domu (vedoucí k nerovnoměrnému sednutí – viz 2.1.2. a 2.3.), dále o provedení štěrkopískového podsypu a/nebo záhozu v málo propustném prostředí (vedoucí ke hromadění vody v podzákladí v důsledku bazénového efektu, viz 2.1.5., o nedostatečnou ochranu a následnou degradaci základové spáry (viz případ Prostřední Bludovice, 3.1.36.)

a konečně o nevhodně řešené vsakování srážkové vody (viz případ Praha-Kobylisy, 3.2.1.). Časté problémy vznikají u dodatečných malých přístaveb, kdy na straně přivrácené k původnímu objektu dojde k menšímu sednutí než na straně odvrácené, kde zemina ještě nebyla zatížena (viz Obr. 10 a případ Brno-město, 3.1.34.). Další problémy mohou být způsobeny i dodatečnými nekvalifikovanými zásahy majitele (viz případ Tuhaň, 3.2.6.) či změnou způsobu užívání stavby (např. systému vytápění).

Komplexní případ spadající do této skupiny představili Čmiel a Peřina (2006).



Obr. 10 Odtržení přístavby školy v Praze-Čimicích

2.9. Shrnutí kapitoly 2: inženýrskogeologický průzkum a diagnostika staveb

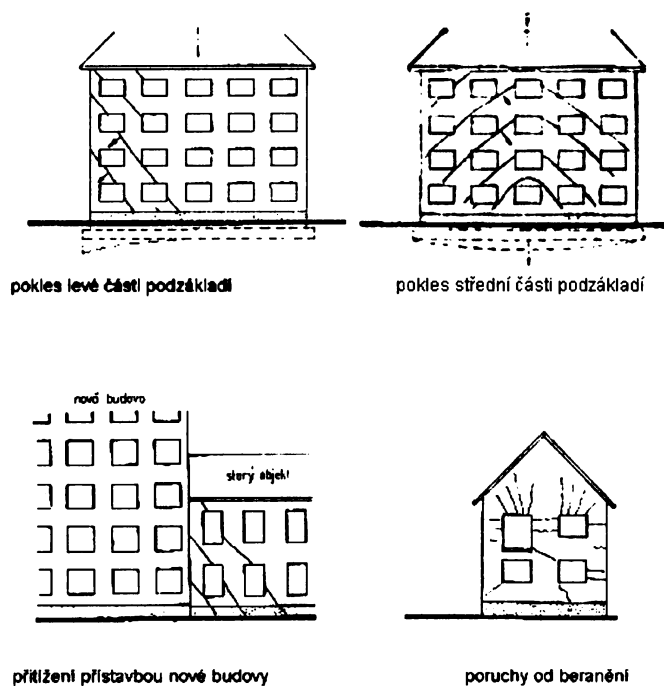
V této části práce byla představena schematická klasifikace hlavních skupin příčin poruch rodinných domů a obdobných malých staveb. IG průzkum před výstavbou by měl posoudit, zda některý z popsaných faktorů neohrožuje projektovanou stavbu. IG průzkum pro DS by měl za využití obdobné metodiky i dodržení zásad etapovitosti (příklad prezentace dosud neověřených hypotéz viz Pašek, 1987) posoudit, zda některý z nich nevedl ke zjištěným poruchám – „inženýr má v tomto případě úlohu lékaře a musí nejprve udělati správnou a skutečnosti odpovídající diagnosu, než začne myslet na léčení“ (Záruba-Pfeffermann, 1930). Znalost mechanismů porušení zde ovšem musí být doplněna znalostí poruch typických pro jednotlivé mechanismy. V rámci přechodu mezi 2. a 3. kapitolou práce je tedy vhodné doplnit několik informací o oboru diagnostiky staveb.

Nástroji DS jsou zejména vizuální prohlídka objektu, studium jeho projektové dokumentace a předpisů platných v době výstavby, zkoušení stavu konstrukce a provádění

sond ke zkoumání jejich zakrytých částí. Účelem je zjištění příčin problémů a návrh jejich odstranění (Poloprudský, 2003). K posouzení stavu konstrukcí, zejména z hlediska mezních stavů, se postupuje podle platných norem, např. ČSN 73 0038 *Navrhování a posuzování stavebních konstrukcí při přestavbách* (nahrazena ČSN ISO 13822).

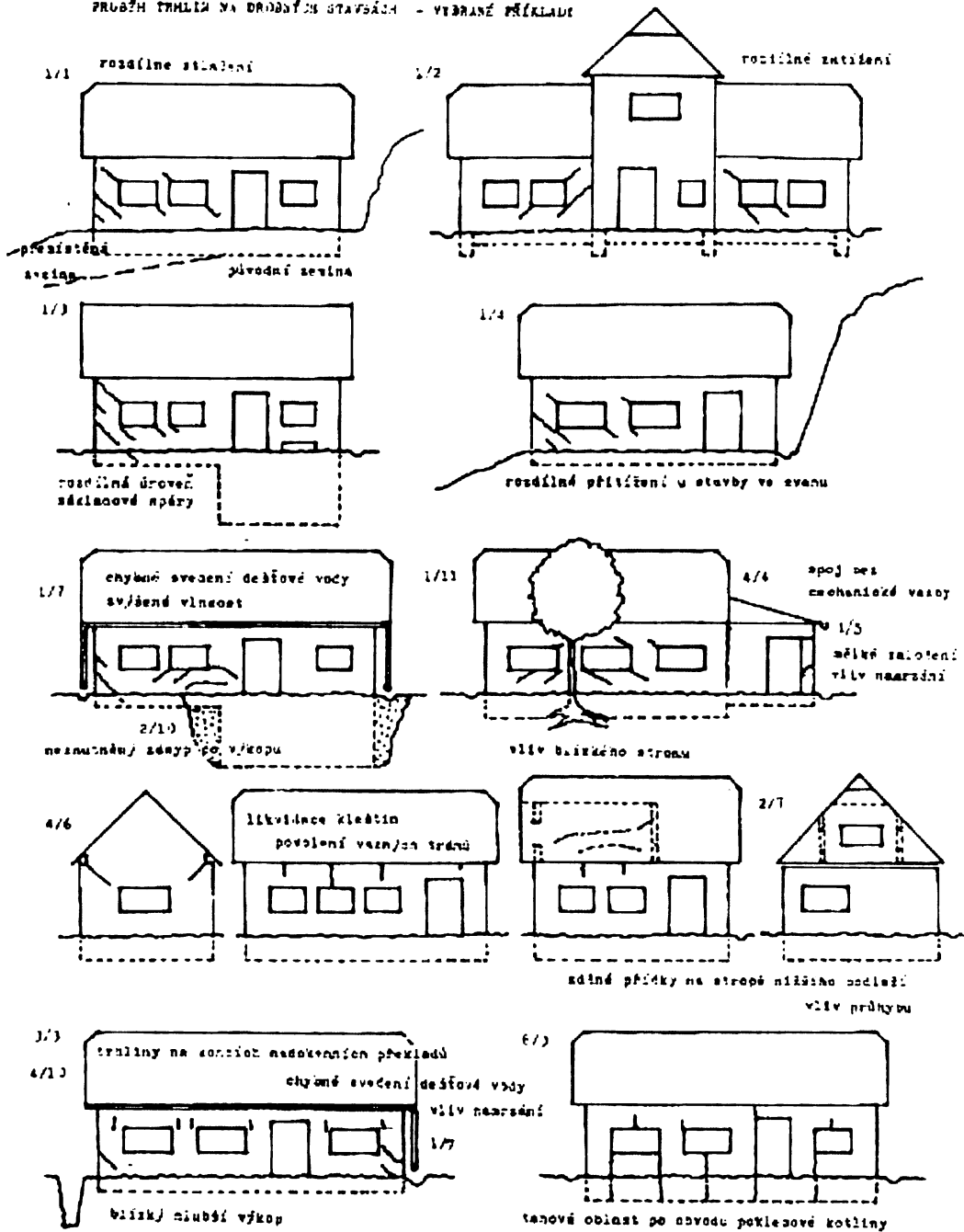
Problémy stavby mohou spočívat v porušení trhlinami, naklonění nebo poškození vlhkostí. Používané pravidlo říká, že směr tahových trhlin bývá kolmý na směr, v němž dochází k nežádoucímu pohybu (poklesu podzákladí, objemovým změnám stavebních materiálů ap.), což zejména u zděných staveb

umožňuje diagnostikovat mechanismus porušení a následně z něj usuzovat i na jeho příčinu. Typizované příklady poruch souvisejících s geologickými podmínkami a faktory jsou uvedeny na Obr. 11 a Obr. 12 (obdobně také in Ondrášik a Rybář, 1991, s. 23), konkrétní poruchy pak jsou zachyceny ve fotografické dokumentaci jednotlivých případů v následující kapitole. Podrobně se problematikou diagnostiky staveb zabývají např. Pume a Čermák (1993) a Landa et al. (1983).



Obr. 11 Příklady typických poruch (Landa et al., 1983, upraveno)

PRŮŘEHY TRHLIN NA DROBNÝCH STAVBÁCH - VYBRANÉ PŘÍKLADY



Obr. 12 Další příklady typických poruch (Drozd, 1997)

3. Zdokumentované případy

Tato kapitola uvádí archivní a nové případy inženýrskogeologických problémů souvisejících s malými stavbami typu RD. Případy jsou zatříděny a seřazeny podle použité klasifikace prostřednictvím klasifikačních piktogramů, které jsou uvedeny vždy v záhlaví každého případu spolu s jeho územněsprávní lokalizací a stručným shrnutím jeho hlavních rysů.

Použití klasifikačních piktogramů se řídí principy uvedenými v předchozí kapitole. Piktogramy jsou v záhlaví seřazeny podle významu faktorů, které znázorňují, pro vzniklé poruchy stavby. Hlavní faktor je uveden nejvíce vlevo a jím se také řídí pořadí, v němž jsou případy představeny (případy se stejným hlavním faktorem jsou dále seřazeny abecedně). Za piktogramy odkazující na jednotlivé části výkladu v předchozí kapitole je připojen odpovídající přídatný piktogram vyjadřující polohu těchto faktorů ve vztahu k půdorysu stavby. Pokud je uváděno velké množství možných příčin poruchy, jsou podle prostorového hlediska roztrženy na dvě skupiny, z nichž každé je věnován vlastní řádek záhlaví.

Přesnou lokalizaci případů v rámci obce či městské čtvrti a kontaktní údaje majitelů poškozených objektů záměrně neuvádím v záhlaví, v textu ani ve specifikaci zdroje ústních sdělení, a to z důvodu ochrany soukromí majitelů. U většiny archivních případů je lze nicméně zjistit nahlédnutím do zdrojových posudků, které jsou uvedeny v kapitole 6. U nově řešených případů (s výjimkou případu Jáchymov, 3.2.3.) mohu zprostředkovat kontakt na majitele objektů v případě, že s tím budou souhlasit.

3.1. Archivní případy

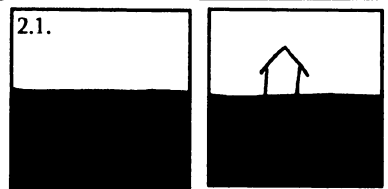
V této části jsou formou „pasportů“ s obrazovou dokumentací uvedeny archivní (již zdokumentované) případy z české i zahraniční odborné praxe. Zdrojem případů byly jednak rešerše v archivu ČGS – Geofondu, v odborných publikacích, periodikách a sbornících a na internetu a v materiálech jedné francouzské geotechnické firmy, jednak konzultace českých odborníků, kteří mi laskavě poskytli své posudky a odkazy na případy, jimiž se zabývali. Uvedené případy představují reprezentativní výběr ze všech takto získaných případů – kritériem výběru byla kvalita a bohatost dokumentace a jedinečnost případu, a to výjimečně i na úkor kritéria „malosti“ stavby. Zbylé případy byly stručně uvedeny v rámci výkladu v předchozí kapitole.

V záhlaví každého případu je uveden seznam použitých pramenů (typ zdroje, autor a rok publikace), které pro větší přehlednost nejsou až na výjimky v textu dále výslovně citovány, jelikož byly vždy výhradním zdrojem všech informací. Výjimku tvoří případný dovětek o současném stavu stavby a odpovídající fotografie či nákresy, které (není-li uvedeno jinak) se zakládají na mé rekognoskaci lokality. Dostupné lokality jsem osobně navštívila a v rámci možností na základě rozhovorů s majiteli či místními obyvateli zjistila vývoj jejich stavu v období po sepsání příslušného posudku. Geologické a stratigrafické informace v posudcích jsem ověřovala a doplňovala podle Chlupáče et al. (2002) a geologických map ČR v měřítku 1 : 50 000 dostupných na serveru České geologické služby (<http://www.geology.cz>).

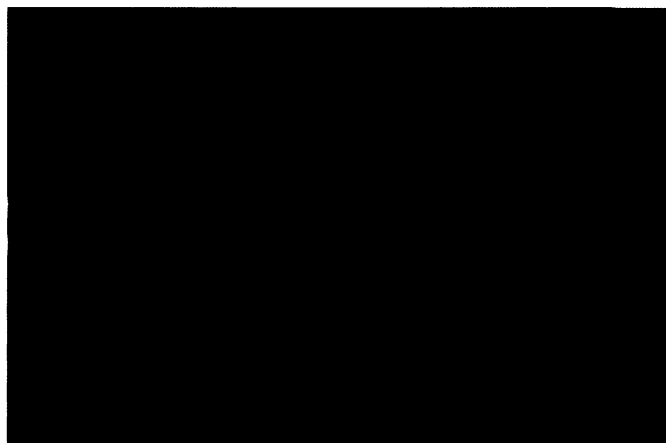
Závěry jednotlivých případů (příčina poruch, vhodná metoda sanace ap.) jsou převzaty z příslušných zdrojů, bez ohledu na míru jejich relevance. Klasifikační piktogramy použité v záhlaví jednotlivých případů také vycházejí především ze závěrů autora původního posudku. Na výjimky z tohoto pravidla a na sporné a nedostatečně podložené závěry upozorňuji v rámci dovětky, který tvoří vždy poslední odstavec „pasportu“ a je vyznačen kurzívou.

3.1.1. Karviná-Fryštát

IG průzkum pro posouzení příčin poruch a návrh sanace budovy (Bouška, 1994)

<i>Okres</i>	Karviná	
<i>Kraj</i>	Moravskoslezský	
<i>Geologie</i>	karpatská předhlubeň; sprašové hlíny, jílovité náplavy	
<i>Stavba</i>	vícepodlažní podsklepená budova	
<i>Problém</i>	organické zeminy nízké konzistence v podzákladí	

Předkvartérní podklad na území Karviné se nachází minimálně 10–15 m pod povrchem a je tvořen sedimenty karpatské předhlubně – badenskými jíly s písčitymi polohami. Pokryv je tvořen šterky a písky terasy Olše, v nichž je vyvinuta kvartérní zvodeň, náplavovými jílovitými hlínami, sprašovými hlínami a konečně navážkami. Městská část Karviná-Fryštát není poddolována.



Obr. 13 Poškozené průčelí zájmového objektu (Bouška, 1994)

Zájmový objekt byl vestavěn v 70. letech mezi budovy z 20. let. Bylo zjištěno porušení především svislých stěn v přízemí i prvním patře (viz Obr. 13), trhliny se v době průzkumu ještě dále rozevíraly. V průčelních stěnách sousedících objektů byly zjištěny trhliny naznačující sedání jejich rohů. Projektová dokumentace nebyla k dispozici, způsob založení nebyl znám. Pro objekt údajně nebyl proveden IG průzkum.

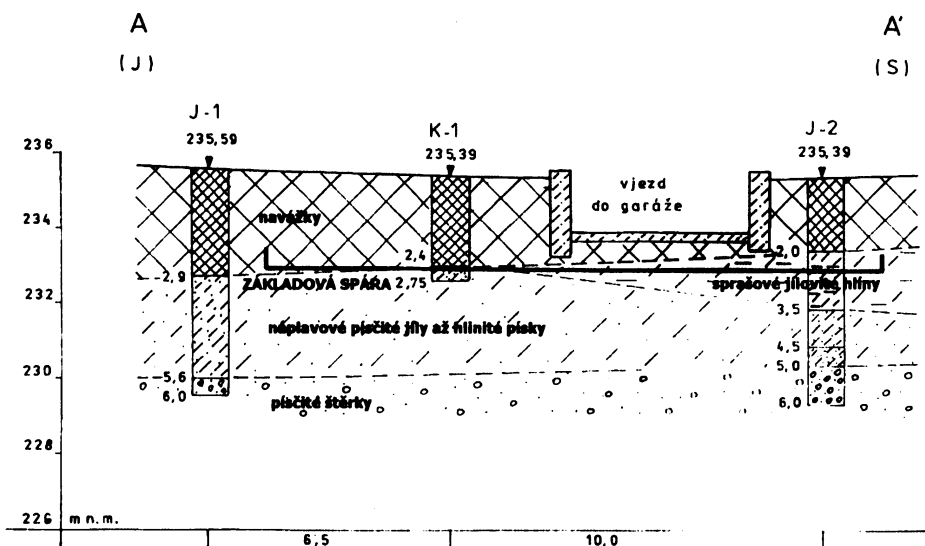
U zadní stěny objektu byla provedena jedna kopaná sonda do hloubky 30 cm pod základovou spáru a dva 6m jádrové vrty, z nichž byly odebrány vzorky zemin. Podzemní voda nebyla zastižena. Deformace objektu měla být dále sledována pomocí geodetického zaměřování pěti nově instalovaných pevných měřických bodů.

Průzkumem byla zjištěna vrstva navážek charakteru písčité hlíny s úlomky stavebního materiálu, o mocnosti 2–2,9 m. Základová spára se nachází v hloubce 2,5 m. V severní části je tvořena sprašovými hlínami tuhé konzistence, o proměnlivé mocnosti, v jejich podloží a v jižní části základové spáry se vyskytují náplavové písčité jíly až hlinité písky tuhé až měkké konzistence (viz Obr. 14). Svrchní partie náplavů vykazuje zvýšený obsah organických látek

a je měkké až kašovité konzistence. Podloží náplavů je pak tvořeno terasovými hlinitopísčitymi štěrky.

Deformace byla zřejmě způsobena přítomností nevhodných organických zemin nízké konzistence v podzákladí. Poškození sousedících objektů může být kromě rozdílu v hloubce a době založení způsobeno také nedostatečným podchycením jejich základů v souvislosti s vestavbou. Průzkum doporučil ověřit stav vodovodních řadů a kanalizace v blízkosti základů a jako vhodné sanační opatření navrhl zvýšení únosnosti podzákladí injektáží.

Závěry posudku se zdají být relevantní. Z geologického řezu vyplývá i zdánlivá laterální heterogenita podzákladí (sprašové hlíny vs. písčité jíly až hlinité písky), přes rozdíl v genezi jsou si ovšem obě zeminy z hlediska deformačního chování relativně podobné (J. Novotný, ústní sdělení) a mocnost sprašových hlín navíc zřejmě není natolik významná, aby mohla způsobit výrazný rozdíl v sedání příslušné části budovy. Jistým nedostatkem posudku je neuvedení vrstvy organických zemin, pro závěry zprávy klíčové, v geologickém řezu (viz Obr. 14).



Obr. 14 Geologický řez 1 : 200 / 200 ve směru přibližně rovnoběžném s průčelní zdí (Bouška, 1994, upraveno)

3.1.2. Beřovice

IG průzkum pro posouzení příčin poruch (Vrba, 2008)

Okres	Kladno	2.1.2.	2.7.3.	
Kraj	Středočeský			
Geologie	kladensko-rakovnická pánev; sprašové hlíny			
Stavba	částečně podsklepený dvoupodlažní statek			
Problém	havárie vodoměru, zaplavení sklepa, podmáčení a pokles podzákladí			

Zájmovým objektem je jednotraktový, po přestavbě z 30. let dvoupodlažní, částečně podsklepený statek z 19. století situovaný při úpatí údolního svahu Beřovického potoka. Na přelomu let 2007 a 2008 ve sklepě došlo k havárii vodoměru, voda po několik dní volně proudila do sklepa a zaplavila jej až do výše téměř jednoho metru nad podlahou. To odpovídá objemu 6–8 m³, celkový objem uniklé vody ovšem musel být mnohonásobně vyšší – voda pravděpodobně unikala zpět vrtem pro



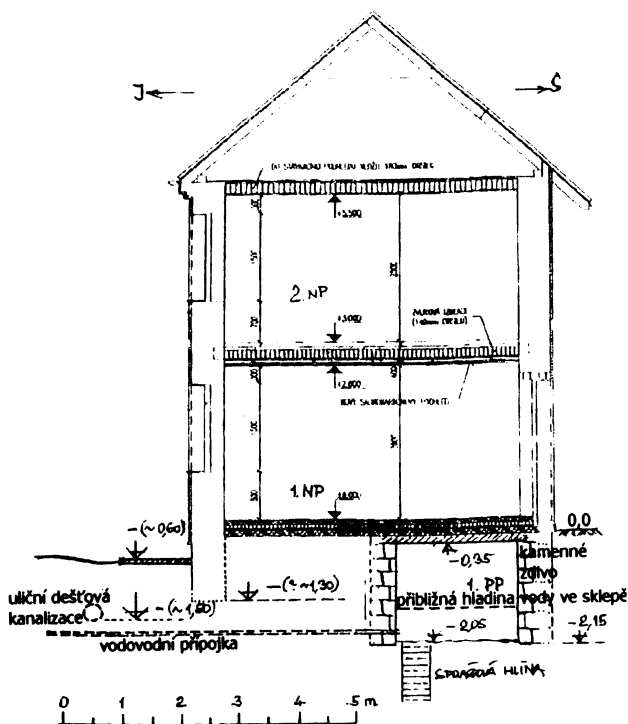
Obr. 15 Jižní průčelí, trhliny nad průjezdem (Vrba, 2008)

vodovodní přípojku a dále dešťovou kanalizací a štěrkopískovými zásypy inženýrských sítí. Po objevení havárie byla vodovodní přípojka uzavřena, ovšem na objektu se objevily trhliny (viz Obr. 15), kvůli nimž byl v únoru 2008 proveden geotechnický průzkum.

Průzkum zahrnoval vyhloubení dvou kopaných sond, ve sklepě (do hloubky 2,95 m pod terémem) a v průjezdu (do hloubky 1 m pod terémem), z nichž byly odebrány vzorky zemin pro základní laboratorní rozbor. Byly podrobně zdokumentovány všechny trhliny, na dvou z nich byly osazeny deformační pásy. Po dobu měření (cca dva měsíce) nezaznamenaly žádné změny. Hladina podzemní vody v domovní studně se v době průzkumu pohybovala okolo -5,4 m.

Objekt je založen na základových pasech z kamenného zdiva z pískovcových kvádrů, základovou půdu tvoří sprašové hlíny pevné až tuhé konzistence, hloubka založení je cca 0,8–1 m pod terémem (viz Obr. 16). Únosnost R_{dt} zeminy třídy F6 dané konzistence dle ČSN 73 1001 přibližně odpovídá odhadu napětí v základové spáře od stálého zatížení stavební konstrukce – stavba tedy byla založena s minimálním stupněm bezpečnosti.

Několikadenní intenzivní zvlhčování zeminy v podzákladí způsobilo pokles konzistence až na měkkou, a to do hloubky minimálně 0,8 m pod úroveň základových pasů na obvodu sklepa, jak vyplývá z průzkumných prací. Výrazné snížení



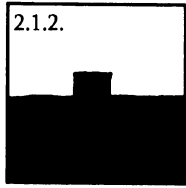
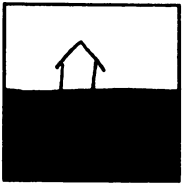
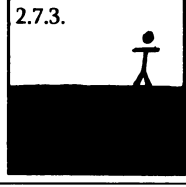
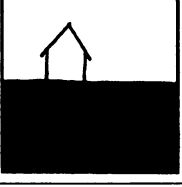
Obr. 16 Schematický příčný řez domem (Vrba, 2008, upraveno)

únosnosti a zejména zvýšení stlačitelnosti se ovšem projevilo pouze lokálně, v dráhách proudění vody uniknuvší ze sklepa, což vedlo k nerovnoměrným změnám rozložení napětí v celé konstrukci a jejímu následnému porušení.

Závěry posudku se zdají být relevantní, autor správně nehovoří o prosednutí, které postihuje zpravidla spráše.

3.1.3. Brno – Špilberk

Posouzení příčin poruch (Paseka, 1986)

<p><i>Okres</i> Brno-město <i>Kraj</i> Jihomoravský <i>Geologie</i> vyvřeliny brněnského masivu; spráše <i>Stavba</i> vícepodlažní podsklepené domy <i>Problém</i> havarijní stav kanalizace a vodovodu – podmáčení podzákladí, vážné poruchy</p>	 <p>2.1.2.</p>  <p>2.7.3.</p>  <p>2.7.3.</p> 
---	---

Zájmovými objekty jsou chátrající domy převážně z 30. let v ulici v historické části města u jižního svahu Špilberka. Předkvartérní podloží oblasti je tvořeno mylonitizovanými prekambriky metabazity brněnského masivu, kvartér je zastoupen štěrkovými říčními terasami a zejména sprásemi, které mají mocnost cca 5, lokálně až 15 m, místy (zejména dál od svahu) se vyskytují také navážky. Na domech byly v 80. letech patrné četné poruchy nosného zdiva, došlo zde i ke zřícení stropních kleneb ve sklepech. Byly vypracovány pasporty jednotlivých objektů, Pasekův posudek (1986) představuje jejich syntézu s přihlédnutím k inženýrskogeologickým aspektům problému.



Obr. 17 Současný stav ulice (foto L. Soukupová)

Základovou půdu postižených objektů tvoří spráše, přičemž průběžně i jednorázově docházelo k jejich degradaci vodou unikající zejména z kanalizační stoky. Kanalizace v této části Brna pochází z přelomu 19. a 20. století a nacházela se v havarijním stavu, jelikož její životnost již byla dávno překročena. V nevyhovujícím stavu byl také uliční vodovodní řad. Voda přírodního původu oproti tomu mohla základy ohrozit pouze po velkých srážkách, kdy se ve svahu projevuje hypodermický odtok. Lze vyloučit i vliv konsolidace, neboť poruchy se na objektech začaly objevovat až s velkým zpožděním po dostavbě.

Všechny zkoumané objekty byly v roce 1986 již porušeny nerovnoměrným sednutím, velké nebezpečí ale představovaly především všeobecně dezolátní sklepy, kde mohlo dojít ke zřícení dalších kleneb. Nerovnoměrné sedání také namáhalo domovní plynové přípojky, hrozila porucha plynového potrubí. Autor posudku doporučil bezodkladně opravit všechny inženýrské sítě dotující podzákladí vodou, dále provizorně zabezpečit sklepní prostory a sledovat rozvoj poruch před jakoukoliv sanací zdiva, během ní i po ní.

Domy v ulici byly podle informací pocházejících od brněnských starousedlíků po roce 1989 nákladně opraveny (viz Obr. 17) a byty byly následně rozprodány z majetku města do osobního vlastnictví. Zájmová oblast dnes představuje velmi honosnou adresu a již zde prakticky nelze nalézt stopy po dřívějším dezolátním stavu objektů.

Závěry posudku se zdají být relevantní, potvrzuje je ostatně i úspěšnost sanace, která proběhla zřejmě v souladu s jeho doporučeními. Jediným nejasným bodem je charakter sedání základové půdy, tedy zda šlo o dodatečné sedání zeminy, jejíž stlačitelnost vzrostla s podmáčením, nebo o prosednutí v pravém slova smyslu. V posudku nejsou zmiňovány žádné laboratorní zkoušky základové půdy, které by umožnily určit její prosedavost.

3.1.4. Kladno

IG a stavebně technický průzkum pro posouzení příčin poruch (Dostál et al., 1999)

<i>Okres</i>	Kladno	
<i>Kraj</i>	Středočeský	
<i>Geologie</i>	kladensko-rakovnická pánev; důlní halda	
<i>Stavba</i>	částečně podsklepený RD	
<i>Problém</i>	neulehlé navážky, založení na pasech, částečné podsklepení, nerozdilatováno, nekvalitní základový beton	

Zájmovým objektem je novostavba – rodinný dům nacházející se na okraji odvalové haldy bývalého dolu Bresson. Haldovinu tvoří škvára, uhlí, uhelný mour, popel a hlšina o celkové mocnosti cca 16 m a minimální ulehlosti. Kvartérní pokryv sestává z málo mocných sprašových reliktnů, předkvartérní podloží budují slínovce bělohorského souvrství české křídové pánve a permokarbonské sedimenty s uhelnými slojemi kladensko-rakovnické pánve. Území bylo Báňským úřadem dle ČSN 73 0039 *Navrhování objektů na poddolovaném území. Základní ustanovení* zařazeno do V. skupiny stavenišť (objekty nevyžadují zajištění proti účinkům poddolování). Podzemní voda se akumuluje hlouběji pod povrchem na bázi navážek, propustnějších než podložní jílovité zeminy, a základové poměry neovlivňuje.

Porušení novostavby trhlinami si vyžádalo inženýrskogeologický a stavebně technický průzkum. Již od výstavby dochází k postupnému sedání celého objektu, přičemž rychleji poklesává nepodsklepená severní část. K ověření hloubky a způsobu založení byly provedeny dvě kopané sondy, geologická stavba podzákladí byla ověřena 17m jádrovým vrtem a třemi dynamickými penetracemi.

Rodinný dům je založen na pasech z prostého betonu a částečně podsklepen – hloubka založení je -3,10 m u podsklepené a -1,40 m u nepodsklepené části. Mezi podsklepenou

a nepodsklepenou částí bylo zjištěno porušení objektu trhlinou. Základovou půdu tvoří neulehlé až slabě ulehlé haldové navážky (viz Obr. 18). Měření pevnosti základového betonu v kopaných sondách Schmidovým tvrdoměrem dále prokázalo, že není kvalitní a neodpovídá projektu.

Příčina sedání je zřejmá – neulehlé a heterogenní navážky jsou jako základová půda zcela nevhodné, založení na pasech za těchto podmínek taktéž, základový beton svou pevností neodpovídá projektu. Je možné, že došlo i k podmáčení části podzákladí. Objekt by měl být vzhledem ke své délce (26 m), složitému tvaru půdorysu a nestejně hloubce založení rozdílatován.

Závěry posudku se zdají být relevantní. Velký význam může mít rozdílná hloubka založení. Nižší pevnost základového betonu bude pravděpodobně v porovnání s ostatními skutečnostmi spíše podružná (J. Novotný, ústní sdělení). Sanace bude zřejmě nákladná, neboť zvýšení tuhosti konstrukce při složitém tvaru půdorysu není snadné, takže v úvahu přichází zejména změna způsobu založení spojená případně se zlepšováním základové půdy.

Navážka	
0,00 – 0,05	dm
0,05 – 0,30	hlína slabě humózní s úlomky cihel
0,30 – 1,00	škvara, kameny, vypálený jíl, černá s červenými polohami, středně ulehlá
1,00 – 4,60	škvara, úlomky uhlí, uhlelný prach, kousky lupku, černá, neulehlá
4,60 – 4,80	jlil s úlomky cihel, šedý, pevný
4,80 – 5,20	škvara, úlomky cihel, vypálený jíl, šedočerná, neulehlá
5,20 – 6,50	škvara, úlomky uhlí, jílovec, šedočerná, slabě ulehlá, ojediněle polohy jílu s úlomky uhlí, pevná
6,50 – 7,00	kameny břidlice, černé
7,00 – 8,50	jilovitá hlína písčitá s úlomky pískovce, uhlí a kusy ztřeštěného dřeva, šedočerná, středně ulehlá
8,50 – 9,80	kameny pískovce a slepence do 20cm, výplň písčitá hlína, šedá, ulehlá
9,80 – 10,50	uhlenný mour černý, slabě ulehlý
10,50 – 11,50	škvara, popel, šedočerná, slabě ulehlá
11,50 – 12,00	jlil s úlomky jílovce, šedočervený, tuhý
12,00 – 14,20	škvara, popel, ojediněle polohy jílu, šedočerná, slabě ulehlá
14,20 – 14,30	uhlenný mour s kousky uhlí, černý, slabě ulehlý
14,30 – 15,50	škvara, popel, úlomky pískovce, šedočerná, slabě ulehlá, vlhka
15,50 – 16,00	škvara, popel, úlomky pískovce, šedočerná, neulehlá, vlhka
Kvartér	
16,00 – 16,50	jíl hnědý, měkký až kašovitý
16,50 – 16,70	jíl s úlomky slínovce, rezavohnědý, tuhý
Turon – bělohorské souvrství	
16,70 – 17,00	slínovec písčitý, zvětralý, hustě rozpukáný, pukliny otevřené, výplně jílem hnědým, tuhým až pevným

Obr. 18 Dokumentace jádrového vrtu J1 (Dostál et al., 1999)

3.1.5. Praha-Hradčany

Stavebně technický průzkum pro posouzení příčin poruch (Dostál a Potužák, 1996)

Okres	Hlavní město Praha	
Kraj	Hlavní město Praha	
Geologie	Barrandien – letenské vrstvy; spraš	
Stavba	částečně podsklepené hospodářské objekty	
Problém	havárie vodovodu, prosednutí spraši	

Porušenými stavbami jsou dva hospodářské objekty patřící ke Kramářově vile, situované na okraji Letné. Podloží je budováno letenskými vrstvy ordoviku, překryto je šterky letenské terasy a sprašemi, jež se zde vyskytují také znovu uložené jako navážky. Na budovách se

několik měsíců před vypracováním průzkumu objevily trhliny (viz Obr. 19), jež si vyžádaly odborné posouzení.

Za jednoznačnou příčinu poruch byly označeny náhlé a nerovnoměrné poklesy v základové spáře. Na trhlinách byly osazeny čepy pro měření příložným deformometrem. U objektů byly vyhloubeny čtyři kopané sondy, hluboké 1–3,4 m, ke zjištění způsobu založení a poměrů v podzákladí, byly v nich také odebrány vzorky zemin k laboratorním zkouškám, které prokázaly jejich prosedavost.



Obr. 19 Jedna z trhlin (Dostál a Potužák, 1996)

Dále byla provedena prohlídka podzemního objektu u Kramářovy vily a podzemních prostor patřících DP Metro. Jak bylo zjištěno, tyto prostory samy nemohly být příčinou poklesu, ale byl zde zaznamenán jiný fakt: výrazně prosakující voda, které se dle sdělení pracovníka DP Metro poprvé objevila před zhruba půl rokem. Na základě jejího chemismu bylo prokázáno, že tato voda pochází z pražské vodovodní sítě. Voda stejného původu se objevila také ve sklepech jednoho ze zájmových objektů. Podzemní voda se dle archivních údajů vyskytuje zhruba v hloubce 1,65–3,8 m pod terénem, při povrchu předkvartérního podloží.

Kopané sondy zastihly polohy navážek (překopaných spraší s úlomky) a pod nimi jemně písčité vápnité spraše. Hladina podzemní vody nebyla zastižena, jedna sonda zastihla vodu prosakující z vodovodní sítě. Objekty jsou částečně podsklepené, založení je na pasech z cihelného a kamenného zdiva. Základová spára se nachází v hloubce zhruba 3,3 m pod terénem u podsklepené části, 1,1 m u nepodsklepené, základovou půdu tvoří spraš tuhé až měkké konzistence, resp. navážka tvořená překopanou spraší s úlomky. Měření na trhlinách prokázalo rozevření trhliny až o 2,98 mm za dva týdny, maximální dosavadní pokles konstrukce oproti původnímu stavu byl odhadnut na 10 cm.

Příčinou poruch bylo prosednutí spraší v důsledku havárie vodovodu. Stav konstrukce byl označen za havarijní, doporučená opatření zahrnovala opravu poškozeného vodovodního potrubí, podchycení objektů mikropilotami a sepnutí předepjatými ocelovými táhly.

Nebylo možné zjistit, zda byla všechna doporučená opatření provedena, ale na základě rekognoskace lokality se zdá, že v současné době se trhliny již nerozšiřují.

Závěry posudku se zdají být relevantní,

3.1.6. Brno-Židenice

IG průzkum pro posouzení příčin poruch (Paseka, 1973)

<i>Okres</i>	Brno-město	
<i>Kraj</i>	Jihomoravský	
<i>Geologie</i>	karpatská předhlubeň – neogénní jíly	
<i>Stavba</i>	třípodlažní nepodsklepený RD	
<i>Problém</i>	objemové změny během výjimečně suchého období; hloubka založení menší než nezámrazná	

Zájemový objekt je třípodlažní nepodsklepený rodinný dům z roku 1939. Ve štítových zdech se v prvním podlaží vyvinuly šikmé trhliny s rozevřením 4–6 cm, zmenšující se směrem do vyšších podlaží.

V kopané šachtici hluboké 1 m byl v rámci IG průzkumu pro zjištění příčin poruch odebrán vzorek zeminy. Zjištěná hloubka založení činila 0,5 m, šířka základu 55 cm. Základovou půdu od -0,35 m tvoří zelenohnědý neogénní jíl pevné až tvrdé konzistence, nad ním se nachází hnědá hlína pevné konzistence a drn. Na stěnách šachtice bylo patrné, že jíl je porušen svislými trhlinami o šířce cca 1–2 mm. Podzemní voda nebyla zastižena.

Z rozboru srážkové historie brněnské oblasti podle měření stanice Husovice (viz Obr. 20) vyplývá, že nedávné období, zejména rok 1971, se vyznačovalo významným nedostatkem srážek – v roce 1971 byly o 17 % nižší než vypočtený roční průměr 512 mm.

Vzhledem k velmi malé hloubce založení je pravděpodobné, že jíly v podzákladí byly v této době postiženy objemovými změnami – v suchém období došlo ke vzniku smršťovacích trhlin, ve vlhkém období k bobtnání, v zimě k rozšiřování trhlin pod vlivem objemových změn zamrzající vody. Autoři posudku doporučili podezdít základy do hloubky 2 m pod terénem.

Závěry posudku se zdají být relevantní, poněkud problémová je ovšem argumentace pomocí měření srážek – udávaný 17% pokles je v posudku výslovně přičítán celému období 1971–1973, přestože z tabulky (viz Obr. 20) je zřejmé, že platí pouze pro rok 1971 a že v následujícím roce byly srážky dokonce nadprůměrné. Rok vzniku poruch není uveden. Chybí informace o hladině podzemní vody v širším území, např. na základě měření ve studnách – kopaná sonda byla provedena na podzim, kdy hladina podzemní vody v našich podmínkách obvykle klesá. Rovněž se zařazením území Brna k vídeňské pánvi nelze souhlasit.

rok	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937
srážky mm	653,7	540,9	356,6	504,6	606,3	479,9	524,0	618,0
rok	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945
srážky mm	494,0	600,9	456,9	629,2	421,8	402,8	537,2	361,4
rok	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953
srážky mm	526,6	355,6	443,3	452,9	530,2	497,9	536,1	483,4
rok	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961
srážky mm	574,6	443,8	417,5	426,1	477,6	448,3	574,6	483,5
rok	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
srážky mm	544,7	448,8	476,3	592,8	587,0	467,4	549,6	538,9
rok	1970	1971	1972					
srážky mm	622,3	425,1	518,5					

Obr. 20 Srážková měření stanice Husovice (Paseka, 1973)

3.1.7. Lésigny (Francie)

IG průzkum pro posouzení příčin poruch (Etile et al., 2007a, b)

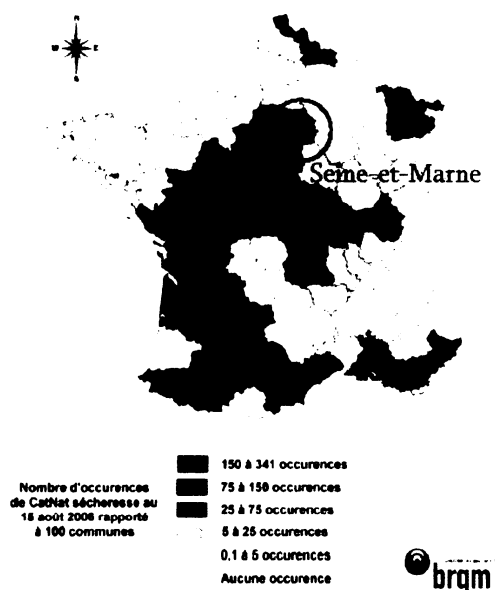
Okres	département Seine-et-Marne (77)	
Kraj	région Île de France	
Geologie	terciérní jíly až slíny	
Stavba	RD	
Problém	objemové změny; ukázka postupu při ověřování příčiny poruch ve Francii	

U rodinného domu postiženého trhlinami, který již byl v jednom rohu dříve zpevnován, byl proveden IG průzkum ke zjištění příčiny poruch. Zahrnoval jednu kopanou sondu k ověření způsobu založení a dvě sondy maloprofilovou vrtnou soupravou do hloubky 5 a 8 metrů, v nichž byly následně provedeny presiometrické zkoušky. Byly také odebrány vzorky zemin k laboratornímu rozboru.

Dům je založen na pasech v nezámrazné hloubce 0,85 m pod terénem. Všechny zeminy zastižené průzkumnými díly jsou jílovito-slinitého charakteru, základovou půdu tvoří nížce plastické jíly s úlomky, při změně vlhkosti náchylné k objemovým změnám, jak vyplynulo z laboratorní analýzy.

Příčinou poruch bylo pravděpodobně smršťování. Případná sanace si vyžádá nákladná opatření – autoři posudku doporučují injektáž nebo masivní podbetonování základů.

Objemové změny jílovitých zemin jsou dle mých zjištění ve velké části Francie problémem regionálního charakteru – v geologicky predisponovaných oblastech se sušším klimatem dochází k porušení staveb bobtnáním v případě náhlého provlhčení, ve vlhčím klimatu vzhledem k větším vlhkostním variacím se vyskytuje naopak porušení vysycháním, zejména v extrémně suchých letech, jako byl rok 2003 (Vincent et al., 2006 – viz též Obr. 21). Problematice je věnována velká pozornost a veřejnost je o ní poměrně dobře informována. Podle podrobných map „jílového rizika“ zveřejněných na <http://www.argiles.fr> se zástavba v Lésigny nachází na rozhraní oblasti s vysokým a středním rizikem; i tento průzkum byl pojat spíše jen jako potvrzení předpokladu, že jde skutečně o smršťování. Jeho závěry se zdají být relevantní, ač je text extrémně stručný až lakonický. Francouzským specifickým pak je blíže nevysvětlené provedení presiometrických zkoušek.



Obr. 21 Počet případů poruch způsobených smršťováním v daném francouzském departementu v přepočtu na sto obcí – data do 15. 8. 2006 (Vincent et al., 2006, upraveno)

3.1.8. Praha-Zahradní Město

IG průzkum pro posouzení příčin poruch (Follprecht, 1999)

Okres	Hlavní město Praha	2.1.5.	2.8.	
Kraj	Hlavní město Praha			
Geologie	Barrandien – bohdalecké břidlice; jílovitopísčité splachové hlíny			
Stavba	částečně podsklepený dvojdomek			
Problém	nepodsklepená část v zámrazné hloubce			

Zájmový objekt je dvojdoměk z 30. let, jehož střední stěna byla porušena šikmými trhlinami naznačujícími pokles základových pasů obvodové zdi v této části objektu. Předkvartérní podklad tvoří bohdalecké břidlice (ordovik) pražského Barrandienu, kvartérní pokryv sestává ze splachových jílovitopísčitých hlín s úlomky. Oba domy jsou na zevní straně (odvrácené od středové stěny) částečně podsklepeny, přičemž jejich dispozice je zrcadlově symetrická. Byl proveden inženýrskogeologický průzkum zahrnující vyhloubení jedné kopané sondy hluboké 1 m, situované zvenčí u středové stěny.



Obr. 22 Současný stav objektu

Objekt je založen na pasech, hloubka založení ve střední, nepodsklepené části je pouze 0,6 m pod terénem. Základovou půdu tvoří silně prachově písčité jíly tvrdé konzistence (abnormálně vyschlé), jejich celková mocnost dosahuje okolo 0,3 m. Pod nimi (od hloubky cca -0,8 m) se již nalézají zcela zvětralé břidlice. Podzemní voda nebyla sondou zastižena, podle archivních údajů se nalézá v hloubce cca 5,5 m pod terénem.

Příčinu poruch je třeba hledat především v založení do zámrazné hloubky na zemině náchylné k objemovým změnám, významnou roli ovšem hraje i různá hloubka založení v podsklepené a nepodsklepené části, navíc na odlišných typech základové půdy (jíly vs. břidlice). V blízkosti porušené zdi se také nachází ovocný strom, jehož kořeny byly patrně i v kopané sondě – může tedy přispívat k vysušování podzákladí. Autor posudku doporučuje jednak podchytit základy do minimální hloubky 1,2 m pod terénem, jednak vybudovat podél stěn vsakovací jímky vyplněné štěrkopískem k obnovení přirozené vlhkosti podzákladí.

Objekt byl podle nedávné rekognoskace lokality úspěšně zrekonstruován (viz Obr. 22).

Závěry posudku se zdají být relevantní. V záhlaví není uveden piktogram pro laterální heterogenitu základové půdy, protože ta vyplývá z proměnlivé hloubky založení (2.8.).

3.1.9. Žabokliky

Odborný článek (Záruba-Pfeffermann, 1930)

<i>Okres</i>	Louny	
<i>Kraj</i>	Ústecký	
<i>Geologie</i>	mostecká pánev – žatecké vrstvy; fluviální sedimenty Ohře	
<i>Stavba</i>	kostel a fara	
<i>Problém</i>	podezření na sesuv, ale jde o objemové změny způsobené kolísáním sezónního horizontu podzemní vody	

Zájmovými objekty jsou kostel a fara v Žaboklikách. Předkvartérní podloží zde tvoří terciérní jíly a písky žateckých vrstev; na písky jsou vázány horizonty podzemní vody. Kvartérní pokryv je tvořen štěrky a písky terasy Ohře, v nichž je vyvinut nejvyšší, sezónní horizont podzemní

vody. Morfologicky jsou objekty situovány na ostrohu a vyvýšeny cca o 10 m nad okolní domy v obci (viz Obr. 23. Pod obcí protéká potok Liboc.

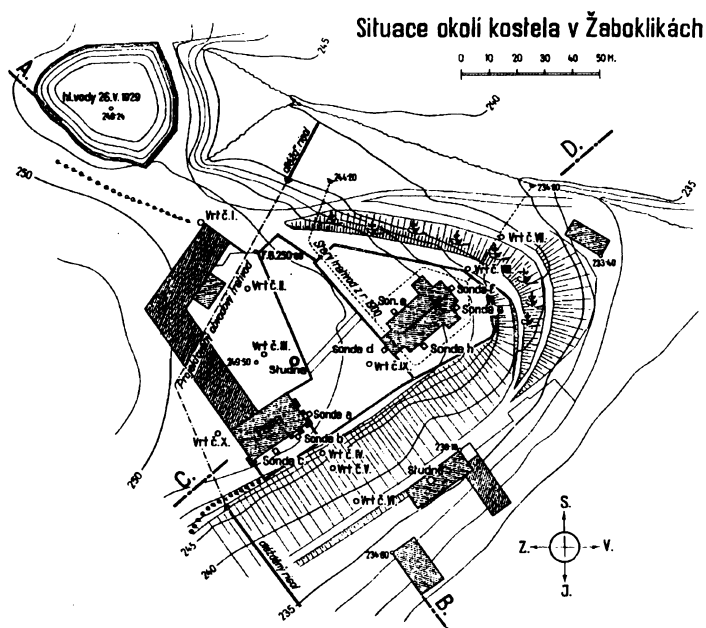
Kostel pochází zřejmě ze začátku 13. století, renovován byl v letech 1892–1893, fara pochází z roku 1733. Oba objekty byly „odedávna“ porušeny trhlinami, což bylo přisuzováno sesuvům, které se v okolí hojně vyskytují (stabilitu svahů snižuje nasycenost písčitých poloh v žateckých vrstvách vodou). Z tohoto důvodu byla v roce 1900 po náhlé oblevě

a pohybech půdy kolem kostela preventivně vybudována obvodová drenáž. Na dvoře fary se vyskytuje studna, která také přispívá ke snížení hladiny podzemní vody.

Provedený průzkum zahrnoval geodetické zaměření širšího okolí obou objektů, vyhloubení deseti průzkumných vrtů do hloubky až 12 m a rozbor založení objektů na základě 8 dříve vyhloubených kopaných sond. Byly také odebrány vzorky zemin k laboratornímu rozboru.

Žatecké vrstvy zde zapadají v mírném sklonu k severozápadu, v nejvyšších polohách jsou tvořeny světle šedými plastickými jíly, které na styku s vodou rychle rozbředávají („prchlice“). Obvodová zeď fary i kostel jsou založeny v těchto jílech, dodatečně přizděné opěrné pilíře na jihovýchodní straně fary jsou založeny na ornici, což vysvětluje jejich odklání. Byly zjištěny dva horizonty podzemní vody vyvinuté v písčitých polohách žateckých vrstev a jeden, sezónní, ve štěrkové terase (viz Obr. 24).

Autor dokazuje pomocí několika úvah, proč pozorované deformace nelze připisovat sesuvům. Za první, vrstvy jsou ukloněny do svahu a morfologicky patrný sesuv se zde nachází na jediném místě, zatímco na protějším břehu Liboce, kde se průběh terénu přibližně shoduje se směrem úklonu vrstev, se sesuvy vyskytují hojně a opakovaně. Za druhé, laboratorními zkouškami byla prokázána rozbředavost jílu z nejvyšší vrstvy. Kolísání hladiny podzemní vody nutné pro rozvoj poruch je dáno přítomností sezónního horizontu podzemní vody ve štěrkové terase a charakterem lokality, kdy větry vanoucí z obou stran ostrohu mohou zeminu dobře vysušovat. Za třetí, tento fakt potvrdila i pozorování v sondách vyhloubených při budově fary: u základů její SV části, porušené trhlinami, nebyla v suchém létě 1929 voda, zatímco u základů její JV části, zcela intaktní, se voda nachází zřejmě trvale (pravděpodobně v lokální depresi v nepravidelném povrchu jílu) a zabraňuje tak jílu vyschnout. Za čtvrté, z měření

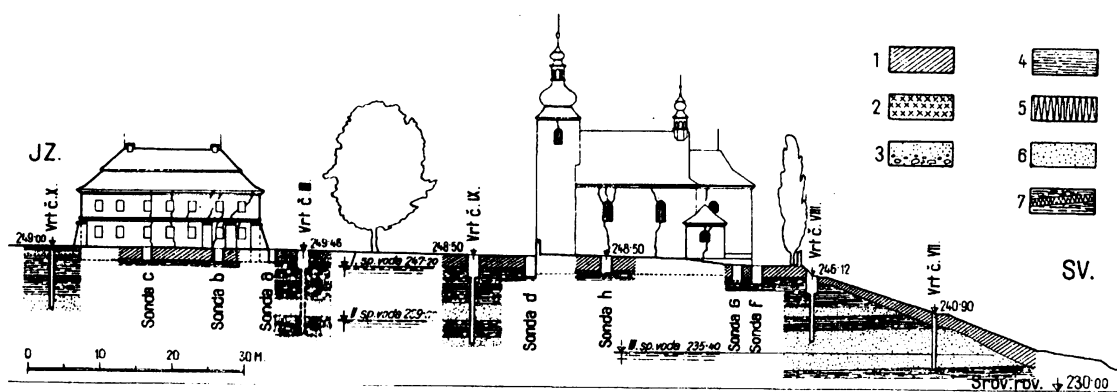


Obr. 23 Přehledná situace; potok Liboc se nachází směrem na jihovýchod od ostrohu (Záruba-Pfeffermann, 1930)

dešťoměrné stanice v Žatci vyplývá, že nejsuššími roky za dobu její existence (od roku 1890) byly 1904–1905, 1917–1918 a 1921–1922, kdy srážky klesly pod 300 mm/rok. Právě v těchto letech byl na objektech zaznamenán rozvoj poruch, jak lze zjistit z farní kroniky.

Pokud jde o sanační opatření, autor navrhuje jednak zabránit vyplavování písků na svazích, které může rovněž malou měrou přispívat k sedání svahu, jednak stabilizovat podzákladí obou objektů. Prvního cíle lze dosáhnout zalesněním svahů a úpravou studny pod svahem, v níž je poloha písků odkryta, druhého pak buď prohloubením základů pod úroveň kolísání hladiny podzemní vody, nebo jejím udržováním na stabilní úrovni pomocí drenážního systému.

Autorovy závěry se zdají být relevantní a podpořené extrémně důkladnou argumentací.



Obr. 3. Geologický profil vedený ve směru vrstev (v situaci označený C-D).

1. Násyp a ornice, 2. jílová zemina limonitem do hněda zbarvená, 3. písky a štěrky terasové (díluvium), 4. plastické přehličenaté jíly, 5. drobné tmavohnědé jíly, 6. jemnozrnny písek křemitý, 7. vrstva černých pevně plastických jílů, (4–7 zatecké vrstvy).

Obr. 24 Geologický řez C–D ostrohem (Záruba-Pfeffermann, 1930)

3.1.10. Moravany

Odborný článek (Horák a Paseka, 2005)

Okres	Brno-venkov	
Kraj	Jihomoravský	
Geologie	karpatská předhlubeň; spraše až sprašové hlíny	
Stavba	RD	
Problém	kořeny akátů, nedostatečně izolovaný vnitřní topný kanál, suché roky – smrštění zemin v podzákladí	

Zájmovým objektem je rodinný dům z konce 80. let, založený na pasech v hloubce cca 1 m pod terénem. Moravany se nacházejí u jižní hranice Brna, předkvartérní podloží tvoří miocenní vápnitě jíly a písky, kvartérní pokryv sestává ze spraší a sprašových hlín. V letech 1995–1998 se na zdech objektu začaly objevovat trhliny, přičemž obdobné poruchy byly při prohlídce zjištěny i na dalších stavbách v okolí. Na parcele se nachází hlubší studna, suchá.

U porušených stěn byly vyhloubeny dvě kopané sondy, z nichž byly odebrány vzorky zemin. Základovou půdu tvoří spraše až sprašové hlíny. V kopaných sondách byly nalezeny kořeny akátů, nalézajících se ve vzdálenosti 2,8–4,8 m od stěn (viz Obr. 25), očividně prorůstající pod dům. Na úrovni základové spáry (a těchto kořenů) byl zjištěn významný pokles vlhkosti spraší.



Obr. 25 Rodinný dům s akáty (Horák a Paseka, 2005)

K poruchám došlo v důsledku smrštění základové půdy. Ta byla vysoušena především kořeny stromu, vliv ale může mít i nedostatečně izolovaný vnitřní topný kanál domu, který je veden při porušené obvodové nosné zdi. Na vysoušení se mohly podílet i klimatické poměry – 2. polovina 90. let se vyznačovala velmi teplými léty a nejvíce porušená stěna je zároveň tou, která bývá nejvíce osluněna.

Jako hlavní součást sanace byly doporučeny následující kroky: odstranění všech nebezpečných dřevin v okolí (především akátů), natažení ochranné fólie zabraňující vysychání půdy okolo domku a pečlivé odizolování topných kanálů v domku od stěn a podlahy.

Závěry článku se zdají být relevantní.

3.1.11. Nancy (Francie)

Odborný článek (Perrot, 1990)

<i>Okres</i>	département Meurthe-et-Moselle (57)	
<i>Kraj</i>	région Lorraine	
<i>Geologie</i>	jurské jíly, slíny a vápence – kras; jílovité hlíny	
<i>Stavba</i>	vilová čtvrť	
<i>Problém</i>	objemové změny v souvislosti se stromy, domy často mělce založené	

Zájemnými objekty je cca 90 rodinných domů ve vilové čtvrti ze 70. let (nejhůře postižené domy jsou na Obr. 26 označeny křížkem) na jižním předměstí Nancy v Lotrinsku. Předkvartérní podloží je budováno sinemurskými (jura) jíly, slíny a vápenci. Jejich vrstvy mírně upadají k severu, území tvoří vyvýšeninu mezi údolími řeky Meurthe a řeky Mosely a je v něm částečně vyvinut krasový systém. Kvartérní pokryv tvoří jílovité hlíny s vápnitou příměsí a v západní části území též náplavy mrtvého ramene Mosely.

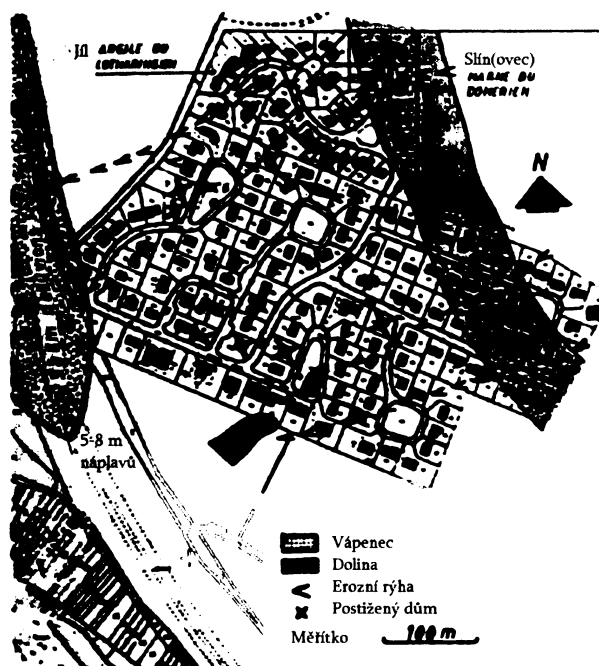
Domy vykazují trhliny, které se rozšiřují zejména koncem léta, přičemž k jejich největšímu rozvoji došlo v extrémně suchém roce 1976. Poškozeny jsou zde rovněž komunikace, chodníky ap. V celé oblasti se nachází množství stromů (především dubů) a trhliny naznačují sednutí na straně přivrácené ke stromu. Většina domů je založena mělce

(do 1 m pod terénem), přičemž jeden z mála zcela nepoškozených domů je výjimečně založen v hloubce 2 m.

Byly provedeny laboratorní zkoušky, které prokázaly náchylnost místních zemín k objemovým změnám. Největší rozsah poruch byl zaznamenán na svazích vyvýšeniny, kde oproti rovinatým plochám dochází k častějším změnám vlhkosti. Region Lotrinska patří k oblastem s nejméně slunečnými dny ve Francii, území vilové čtvrti bylo v roce 1910 údajně zalesněno proto, že se pro svou přílišnou vlhkost nehodilo k zemědělským účelům. Na mapě výskytu případů poruch způsobených smršťováním je departement Meurthe-et-Moselle vyznačen jako oblast s jejich třetím nejčastějším výskytem (viz Obr. 21 – jde o jižnější z obou oranžově vyznačených departementů s 25–75 výskyty severovýchodně od Seine-et-Marne).

Lze předpokládat, že příčinou poruch jsou objemové změny, přičemž významnou roli hraje vysušování původně vlhkého území kořeny stromů (a naopak, mnohé stromy byly kvůli výstavbě vykáceny, takže se na místě postupně opět zvyšovala vlhkost podzákladí). Autor uzavírá, že vhodným řešením situace je prohloubení základů, případně vybudování nepropustného chodníčku okolo domu, čímž se omezí variace vlhkosti.

Závěry článku se zdají být relevantní, článek se ale nijak nezabývá možnou souvislostí poruch s krasem a rovněž hydrogeologické poměry lokality nejsou příliš podrobně vysvětleny. Náchylnost místních zemín k objemovým změnám je prokázána více než dostatečně, zmiňovaná zásadní role stromů ovšem bohužel není dokumentována žádnými fotografiemi.



Obr. 26 Přehledná situace čtvrti (Perrot, 1990, upraveno)

3.1.12. Praha-Hanspaulka

Odborné články (Luštinová, 2005; Seyček a Luštinová, 2005)

<i>Okres</i>	Hlavní město Praha	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>2.1.6.</p> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>
<i>Kraj</i>	Hlavní město Praha	
<i>Geologie</i>	Barrandien – šarecké břidlice; jejich jílovitohlinité eluvium	
<i>Stavba</i>	dvoupodlažní podsklepená vila	
<i>Problém</i>	kolísání půdní vlhkosti působením topolů – kořeny ucply dešťovou kanalizaci a zároveň vysoušejí půdu	

Zájemový objekt je dvoupodlažní podsklepená vila z 30. let, na níž se od 70. let začaly objevovat trhliny (viz Obr. 27). Předkvartérní podklad budují ordovické šarecké břidlice Barrandien,

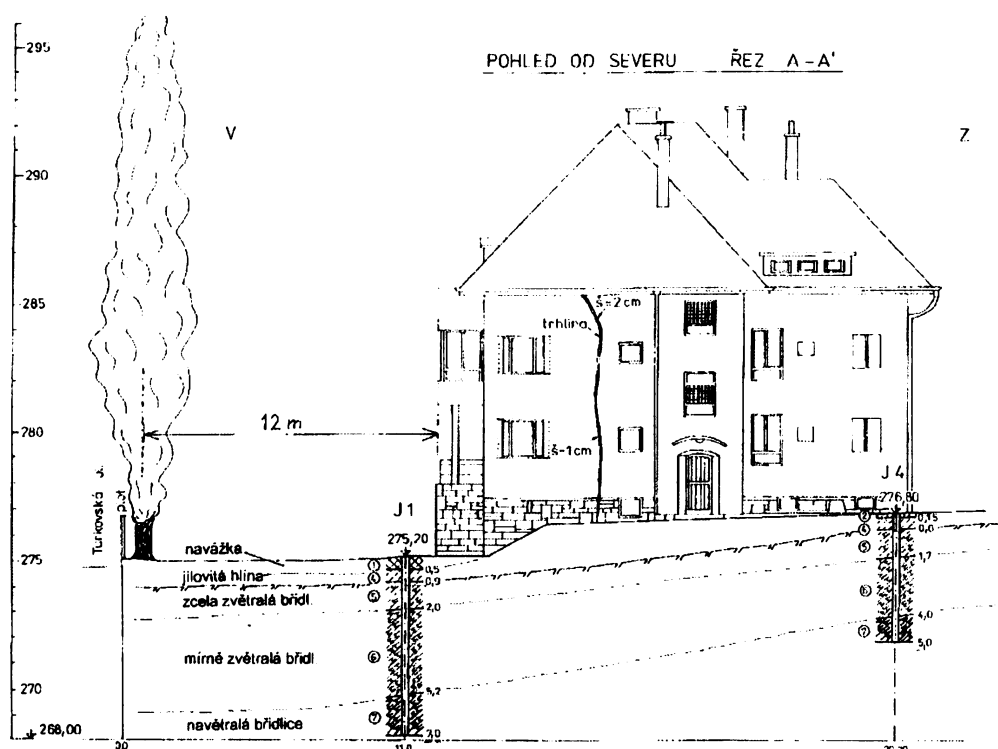
kvartérní pokryv tvoří jejich jílovitohlinité eluvium a hlinitý písek s úlomky. Ve vzdálenosti 12 m od vily se nachází pět vysokých topolů.

V rámci prošetření příčin poruch byly provedeny tři svislé vrty a dva šikmé vrty skrz základy, o maximální hloubce 7 m. Povrch břidlic je přibližně rovnoběžný s mírně svažitém povrchem terénu, nachází se v hloubce cca -1 až -2,3 m (viz Obr. 28). Podzemní voda nebyla zastížena, podle hydrogeologické mapy se nachází v hloubce 8 m pod terénem. Laboratorní zkoušky prokázaly, že eluvium břidlic, na němž je vila založena, je objemově nestálé.

V době rozvoje poruch zůstávala srážková voda stát na betonové ploše před garáží vily. Zjistilo se tehdy, že kořeny topolů ucply dešťovou kanalizaci a hustě prorostly půdu mezi stromy a vilou. Nejbližší topol byl poražen a kořeny odstraněny, ale šíření trhlin pokračovalo, dále také vlhlo zdívo suterénu a o 25 let později se při stavebních opravách zjistilo, že kořeny opět prorostly kanalizaci.



Obr. 27 Porušená vila s topoly (Seyček a Luštinová, 2005)



Obr. 28 Geologický řez (Luštinová, 2005)

Poruchy vily vznikly v důsledku objemových změn jílovitých zemin v podzákladí. Kolísání vlhkosti oběma směry bylo způsobeno topoly – v době vlhka byl dvůr zatopen vodou přetékající z dešťové kanalizace, ucpané a poškozené jejich kořeny, v době sucha zeminu ještě více vysoušelo sání kořenů, vedoucích hustě a mělce kvůli málo mocnému kvartérnímu pokryvu a hluboké hladině podzemní vody.

Řešením situace může být pokácení topolů, případně zřízení podzemní stěny mezi topoly a domem nebo podchycení základů mikropilotami.

Závěry článků se zdají být relevantní. I rozsáhlejší text Luštinové (2005) postrádá explicitní informaci o hloubce založení, lze ji ovšem odečíst z jednoho z obrázků (činí cca 1–1,5 m). Základovou půdu zřejmě tvoří nejen zcela zvětralé břidlice (v horní části – přivrácené ke svahu), ale i kvartérní jílovitopísčité hlína s úlomky (ve spodní části – odvrácené od svahu). To by naznačovalo i možnost porušení v důsledku laterální heterogenity, které by se rovněž projevovalo poklesem spodní části budovy, přivrácené k topolům. Rozdíl ve stlačitelnosti obou typů základové půdy ovšem pravděpodobně nebude nikterak významný a rovněž prokázané výrazné působení topolů tuto možnost jednoznačně upozaďuje.

3.1.13. Častolovice

IG průzkum pro posouzení příčin výskytu vody (Vrba, 2000)

<i>Okres</i>	Česká Lípa	
<i>Kraj</i>	Liberecký	
<i>Geologie</i>	česká křídová pánev; fluviální sedimenty Orlice	
<i>Stavba</i>	třípodlažní podsklepená přístavba školy	
<i>Problém</i>	voda ve sklepe – nebyl brán v úvahu výskyt horizontu podzemní vody nacházejícího se blízko pod povrchem	

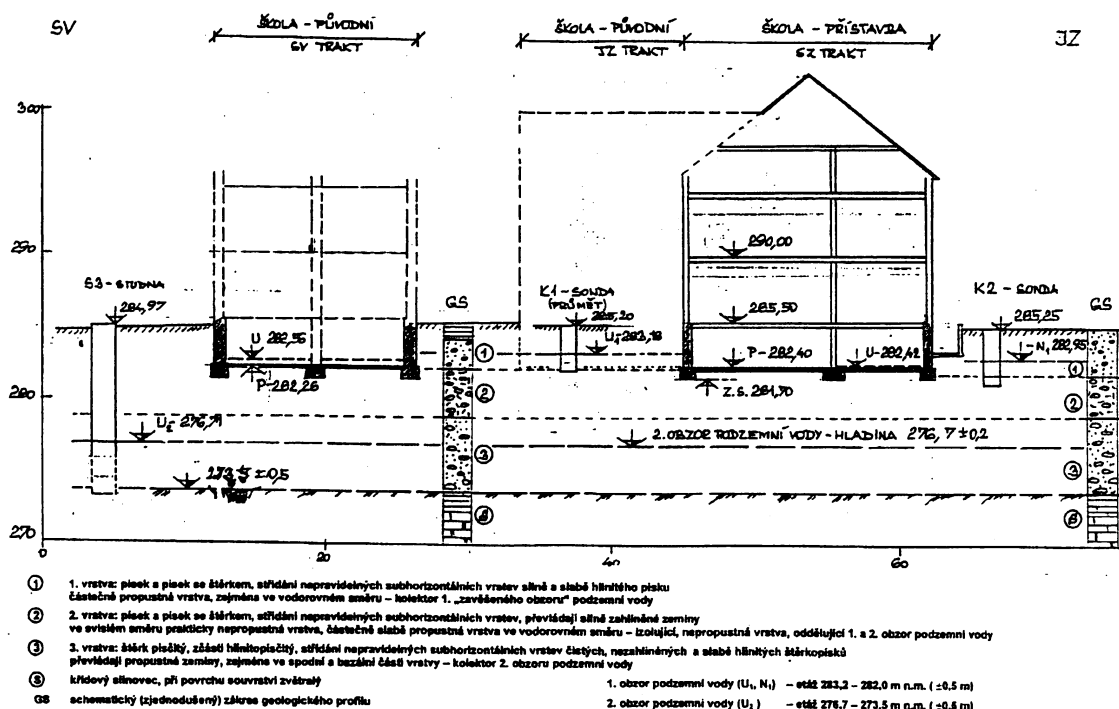
Zájmovým objektem je třípatrová podsklepená přístavba základní školy v Častolovicích z roku 1996. Území náleží k české křídové pánvi, křídové horniny jsou zastoupeny turonskými slínovci teplického a jizerského souvrství, kvartérní pokryv tvoří pleistocénní terasa Orlice u soutoku s Bělou. Přístavba byla provedena bez IG průzkumu a záhy po dostavbě se zde v 1. PP začala občas (zejména po silných deštích) objevovat voda.

K objasnění tohoto jevu byly v blízkosti přístavby vyhloubeny dvě kopané sondy. Jedna z nich byla vystrojena pažnicí pro sledování hladiny podzemní vody, které trvalo celkem 7 měsíců, s intervalem měření 2–9 týdnů. Na základě dokumentace těchto sond a archivních průzkumných děl v okolí bylo možné odlišit tři vrstvy terasových uloženin (viz Obr. 29): písky se štěrky a místy s hlinitými proplásky (cca 0–3 m pod terénem); silně zahliněné písky se štěrky až písčité štěrky (cca 3–5 m pod terénem); zčásti zahliněné písčité štěrky (cca 5–11 m pod terénem). Střední vrstva je sice nasycena vodou, ovšem je relativně nepropustná, takže k pohybu vody zde téměř nedochází. Kromě spodního obzoru podzemní vody, vyvinutého ve třetí vrstvě na málo propustném slínovém podloží a jímaného mnoha studnami v okolí, tak je zde vyvinut i svrchní obzor vázaný na propustné polohy písků první vrstvy nad relativně nepropustnou druhou vrstvou. Tento obzor je dotován pravděpodobně výhradně srážkovou vodou. Nachází se ve hloubce cca 2–3 m pod terénem.

Objekt přístavby je založen na pasech, základová spára se nachází v úrovni 3,5 m pod terénem. Sklepní podlaží je opatřeno vlhkostní izolací, která ale není tlaková. V místech, kde se podle sdělení personálu občas objevuje voda, byly v podlahovém betonu objeveny kanálky naznačující tlakové pronikání vody z podloží. V 1. PP původního objektu ZŠ, kde se podlaha nachází o 14 cm níže než podlaha 1. PP přístavby, jsou patrné stopy po občasném zaplavování vodou, a to až do výše 30 cm. Dešťové svody ze střechy původního objektu i přístavby jsou v naprosté většině vyústěny volně na terén.

Je zřejmé, že zdrojem vody ve sklepech přístavby je lokální svrchní obzor podzemní vody, který je trvale nad úrovní podlah 1. PP a jehož voda tlakově vniká do stavební konstrukce. Tento obzor je dotován atmosférickými srážkami jak přímo, tak i prostřednictvím dešťových svodů, které odvádějí vodu ze střech do malé vzdálenosti od objektu. Jeho existenci bylo možné zjistit inspekci sklepních prostor původního objektu ZŠ, podzemní voda se také vyskytla ve stavební jámě, ovšem nebyl na ni brán zřetel. V době přípravy stavby bylo možné vyřešit situaci změnou hloubky založení nebo tlakovou izolací proti podzemní vodě. Jediným možným opatřením po dostavbě (současně se změnou řešení dešťových svodů) je odvodnění objektu obvodovou drenáží, vsakovacími studnami ap., které je ovšem mnohem nákladnější.

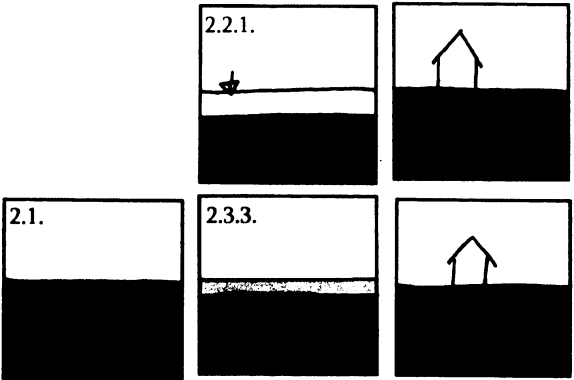
Závěry posudku se zdají být relevantní.



Obr. 29 Geologický řez (Vrba, 2000)

3.1.14. Praha-Holešovice

Statický posudek (Gattermayerová, 2002a)

<i>Okres</i>	Hlavní město Praha	
<i>Kraj</i>	Hlavní město Praha	
<i>Geologie</i>	Barrandien; fluviální sedimenty Vltavy	
<i>Stavba</i>	pětipodlažní podsklepený bytový dům	
<i>Problém</i>	povodeň 2002 – zvodnění citlivých zemin (čočka nebo zásyp pískovny) v části podzákladí vodou, sednutí	

Zájemným objektem je pětipodlažní podsklepený bytový dům (viz Obr. 30) v Praze-Holešovicích, evakuovaný při povodni v srpnu 2002. Povrchová voda na území nepronikla, ale podzemní podlaží bylo při kulminaci povodně 14. 8. 2002 zaplaveno podzemní vodou do výšky cca 1 m pod terénem, poté voda začala opadávat. Bezprostředně po povodni zde byly ve všech podlažích schodišťového prostoru zjištěny výrazné trhliny o šířce až 10 mm. Při návštěvách statiků pak doslova před očima vznikaly další trhliny a poruchy nosných i nenosných konstrukcí.



Obr. 30 Zájemný objekt (foto H. Gattermayerová)

Předkvartérní podloží budují jílovité břidlice vinických vrstev, přecházející do břidlic letenských vrstev ordoviku Barrandienu. Kvartérní pokryv tvoří mocné vrstvy štěrkopísků a holocénních náplavů Vltavy, dohromady o mocnosti cca 12 m, které překrývá vrstva navážek. Hladina podzemní vody se za normálních okolností nachází v hloubce 11 m pod terénem. Objekt je založen v hloubce cca 3 m pod terénem na vrstvě slabě hlinitých písků až středně ulehlých štěrkopísků.

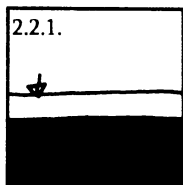
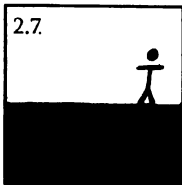
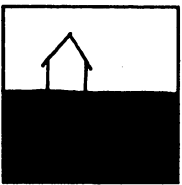
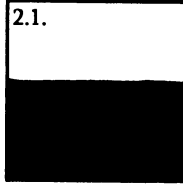
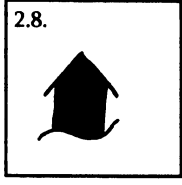

Porušení objektu bylo způsobeno sednutím jeho přední části. Bylo provedeno měření georadarem, které zde v těsné blízkosti objektu indikovalo přítomnost míst s „výraznými deficity hmot“ – na lokalitě se podle sdělení starousedlíků dříve nacházela pískovna, která byla později zasypana stavebním rumem, dále jsou zde četné zasypané výkopy pro inženýrské sítě. Kopaná sonda v ulici před objektem potvrdila výskyt málo zhutněného zásypu stavebním rumem a pískem do hloubky více než 3 m. Na podlaze sklepa byla zjištěna 20cm průrva procházející rovnoběžně ve vzdálenosti cca 2 m od uliční fasády, o hloubce minimálně 50 cm – tudy při poklesu hladiny pravděpodobně unikala voda ze sklepa.

Podzemní voda při povodni zřejmě způsobila pokles únosnosti části podzákladí, kde se nacházely zeminy citlivé na zvodnění. Mohlo jít o čočku jemnozrnných zemín ve fluvialních sedimentech, určitou roli ovšem zřejmě sehrál i nezhuťnutý zásyp bývalé pískovny. Zásypy výkopů pro inženýrské sítě vytvořily relativně propustnou dráhu pro přívod a odvod vody. Objekt byl později na základě vypracovaných statických posudků stržen.

Závěry posudku se zdají být relevantní. Jsou předložena dvě různá vysvětlení přítomnosti zemín citlivých na zvodnění – čočka a pískovna –, přičemž pouze jedno z nich je doloženo i průzkumnými pracemi. Je ovšem třeba brát v úvahu, že zjištění IG poměrů v podzákladí nebylo prvořadým cílem posudku. Jelikož není pravděpodobné, že by zmiňovaný pokles únosnosti dosáhl až jejího překročení, zvolila jsem obecnější piktogram pro celou skupinu 2.1., ponechávající prostor pro pravděpodobnější vysvětlení sedání nárůstem stlačitelnosti.

3.1.15. Přerov

IG průzkum pro posouzení příčin poruch (Venclů, 2000)

<p><i>Okres</i> Přerov <i>Kraj</i> Olomoucký <i>Geologie</i> karpatská předhlubeň; niva Bečvy – jílovitopísčité zeminy <i>Stavba</i> částečně podsklepená vícepodlažní budova <i>Problém</i> variace vodního režimu (povodeň, suchá léta, stavba jezu) – vyplavování jemných částic, objemové změny; možná též vliv laterální heterogenity, částečného podsklepení a dalších faktorů</p>	     
--	--

Zájmovým objektem je budova z přelomu 19. a 20. století v nivě Bečvy, cca 140 m od jejího současného řečiště. Základovou půdu tvoří jílovitopísčité fluvialní sedimenty, neogénní jíly karpatské předhlubně se vyskytují až v hloubce cca 8,5 m (průzkumem nebyly zastiženy).

- 70. léta** - vybudování jezu na řece Bečvě pod železničním mostem - vzduší hladiny cca několik dm
- 1980** - zboření domu při západní straně (dnes parkoviště)
- 1980-1981** - vznik praskliny štitové západní zdi (foto obr č 2)
- 1993-1994** - abnormální sucho, možný nadprůměrný pokles hladiny podz vody
- 1995** - zaznamenány poruchy (trhliny) ve střední části domu
- 1997** - katastrofální povodeň 7.7.-10.7.1997, vznik nových trhlin, zvětšení starých
- 1997 (po povodni)** - vymalování domu, instalace sádrových terčků na vybrané trhliny
- 1997 (po povodni)** - vybetonování podlah sklepů
- 2000 (8.3.)** - zjištěno prasklé vodovodní potrubí v suterénu pod schodištěm, ihned opraveno

Obr. 31 Chronologie událostí souvisejících se zájmovým objektem (Venclů, 2000)

Všechna patra budovy včetně suterénu byla porušena trhlinami o velikosti v řádu milimetrů, v západní štitové zdi byla zaznamenána typická šikmá trhлина (viz Obr. 32).

Provedený IG průzkum zahrnoval dvě dynamické penetrace vně objektu, dvě kopané sondy uvnitř objektu (hloubka 1,5 m, resp. 2 m pod terénem), na jejichž dně byly provedeny ruční dynamické penetrace, a odběr vzorků zemin k laboratorním zkouškám. Objekt je založen na základových pasech šířky zdí, na západní straně je částečně podsklepen (hloubka založení je zde cca 1,9 m pod terénem). Pod cihelným zdívem je cca 30 cm kamenné rovnaniny. Průzkumné práce prokázaly laterální proměnlivost poměru písku a jílu ve fluviálních zeminách základové spáry (písčité jíl vs. písek slabě jílovitý).

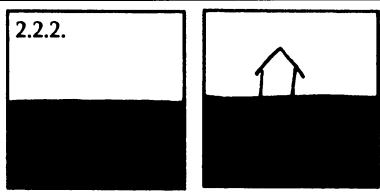
Blížkost řeky a související změny hladiny podzemní vody hrály pravděpodobně velkou roli při vývoji deformací (viz chronologie na Obr. 31). Lze předpokládat, že jemnozrnné zeminy citlivě reagovaly na všechny uvedené změny vlhkosti, zejména na povodeň v roce 1997, kdy byl objekt zaplaven do výšky 1 m nad terénem (průměrná úroveň hladiny podzemní vody je podle archivních údajů cca 4,5 m pod terénem) a pod úzkými základy mohlo dojít až k překročení únosnosti nebo k sufozi. Nelze vyloučit ani vliv částečného podsklepení, které zvyšuje laterální různorodost chování objektu, dále také úzkých základů a ořtesů od dopravy.

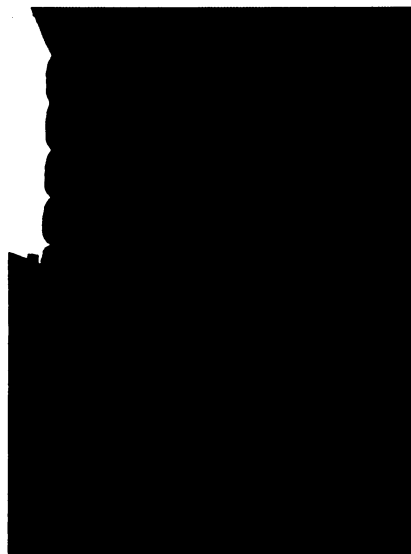
Dokumentace posudku bohužel neumožňuje přesněji vzájemně lokalizovat sklep, půdorys budovy a geologickou stavbu podzákladí. Není tedy např. možné určit jejich polohu vzhledem k poloze šikmé trhliny v západní štitové zdi, a ověřit tak význam jejich podílu na vzniku deformací. Hloubka založení 1,9 m pod terénem se zdá být dostatečná a pravděpodobně vylučující překročení únosnosti i v případě povodně (J. Novotný, ústní sdělení). Z tohoto důvodu jsem zvolila obecnější piktogram pro celou skupinu 2.1., ponechávající prostor pro pravděpodobnější vysvětlení sedání nárůstem stlačitelnosti. Výčet všech možných příčin porušení v závěru posudku působí lehce bezradným dojmem.

3.1.16. Čeladná

Podrobný IG průzkum „firmy X“

(osobní sdělení objednatele – H. Gattermayerové)

<i>Okres</i>	Frýdek-Místek	
<i>Kraj</i>	Moravskoslezský	
<i>Geologie</i>	karpatský flyš; fluviální sedimenty	
<i>Stavba</i>	podsklepený bytový dům	
<i>Problém</i>	IG průzkum přehlédl dostupné informace o hladině podzemní vody – zaplavení 1. PP	



Obr. 32 Šikmá trhlina v západní štitové zdi, s osazenými sádrovými terči (Venců, 2000, upraveno)

V roce 2005 byl inženýrskogeologickou firmou, označenou pro účely této práce „firma X“, proveden podrobný IG průzkum pro výstavbu tří bytových domů v Čeladné, v říční nivě mezi Čeladnou (vzdálenost 250 m) a Frýdlantskou Ondřejnicí (410 m). Předkvartérní podloží je tvořeno pískovci a jílovcí hradištských, veřovických a lhoteckých vrstev vněkarpatského příkrovu, kvartérní pokryv je tvořen hlinitopísčitymi štěrky fluviálního původu o mocnosti vyšší než 7 m (dle závěrů průzkumu). Krátce po dostavbě došlo k zaplavení 1. PP (garáží) do výšky cca 40 cm (viz Obr. 33).



Obr. 33 Zaplavený vjezd do garáží (foto H. Gattermayerová)

IG průzkum firmy X zahrnoval archivní rešerši, vrtné práce, terénní měření, laboratorní práce a radonový průzkum. Vrtné práce sestávaly z provedení tří jádrových vrtů (hloubka 5,5 m, 5,5 m a 7 m), jež byly po dokumentaci jádra a odběru laboratorních vzorků zlikvidovány záhozem. Hladina podzemní vody byla změřena jen jednou, a to ve studně nacházející se na lokalitě, přičemž naměřená hodnota je udávána střídavě jako 7,5 m a 7 m. Hydrogeologie lokality je popisována takto: „Fluviální akumulace písčitých štěrku údolní terasy tvoří na zájmové lokalitě hydrogeologický kolektor, na který je vázána freatická zvodně s volnou hladinou. Kolektor je v přímé hydraulické spojitosti s korytem místních vodotečí.“ Závěrem průzkumu je, že „podzemní voda neovlivní základovou konstrukci stavebních objektů“.

Průzkum firmy X sice zaznamenal hydraulickou souvislost mezi zvodní a vodotečemi (ovlivňovanými např. jarním táním), nepovažoval to ale za varovný signál a spokojil se s jediným měřením hladiny podzemní vody ve studně, jež mohla být mj. již zakolmatována. Nevyužil ani možnosti vystrojit jeden z provedených vrtů a ponechat jej k dlouhodobějšímu sledování variací hladiny podzemní vody. Přibližně 550 m od lokality směrem proti proudu Čeladény se navíc nachází pozorovací vrt ČHMÚ VO0090, jehož údaje lze od ČHMÚ Ostrava získat – a ty jasně ukazují, že počátkem jara se hladina podzemní vody nachází v úrovni 1 m pod terénem, výjimečně i mělčeji (viz Obr. 34).

Nadmožská výška odměrného bodu (OB): 438.36 m n. m.
Výška odměrného bodu nad terénem: 0.39 m

Tab. 1 Měsíční maxima ve vrtu VO0090 Čeladná v letech 2005 a 2006

měsíc	2005		2006	
	max. měsíční stav hladiny PZV (m od OB)	datum	max. měsíční stav hladiny PZV (m od OB)	datum
I	2.98	12.1.2005	2.28	4.1.2006
II	2.75	23.2.2005	1.99	22.2.2006
III	1.27	30.3.2005	0.45	29.3.2006
IV	1.94	6.4.2005	1.03	5.4.2006
V	2.52	18.5.2005	1.56	3.5.2006
VI	2.76	15.6.2005	1.44	7.6.2006
VII	2.94	13.7.2005	3.20	5.7.2006
VIII	1.67	24.8.2005	3.22	16.8.2006
IX	2.64	7.9.2005	2.74	6.9.2006
X	3.51	5.10.2005	3.35	4.10.2006
XI	3.13	30.11.2005	2.99	8.11.2006
XII	2.33	28.12.2005	3.11	6.12.2006

S pozdravem

JEŠKY HYDROMETEORC
Poběžku Os

Obr. 34 Údaje z pozorovacího vrtu VO0090 (poskytla H. Gattermayerová)

3.1.17. Oráčov

IG průzkum pro posouzení příčin sedání (Pašek a Škopek, 1990)

<i>Okres</i>	Rakovník	
<i>Kraj</i>	Středočeský	
<i>Geologie</i>	kladensko-rakovnická pánev; potoční niva – písčitohlinité vs. bahnitě náplavy	
<i>Stavba</i>	nepodsklepený třípodlažní bytový dům	
<i>Problém</i>	sednutí a naklonění vlivem laterální heterogenity základové půdy	

Zájmovým objektem je novostavba nepodsklepeného třípodlažního bytového domu v nivě Jesenického potoka. Předkvartérní podklad tvoří karbonské klastické sedimenty týneckého a kladenského souvrství kladensko-rakovnické pánve. Objekt již během stavby začal nadměrně sedat a naklánět se směrem k východu. Stavba byla přerušena po dostavbě prvního patra, dokud nebudou známy výsledky posouzení příčin sedání. Nadále probíhala výstavba druhého bytového domu, situovaného rovnoběžně s prvním – tento sedal rovněž, ale méně, a nenakláněl se.

Projekt založení domů byl vypracován na základě IG průzkumu vycházejícího ze dvou kopaných sond. V rámci posouzení příčin sedání byl doplněn třemi vrty o celkové metrži 11,2 m a kopanou sondou hlubokou 1,6 m (viz situace na Obr. 37). Byly odebrány vzorky zemin k laboratornímu rozboru a byla provedena geodetická měření pohybů budovy.

Pod málo mocnou vrstvou navážek a ornice se nacházejí náplavy potoka – v sondě S2 písčitohlinité až jílovitohlinité, v sondě S1 od hloubky 2,7 m pod terénem bahnitě, s vysokým podílem organických látek. Pod náplavy se nacházejí štěrky a písky. Hladina podzemní vody se vyskytuje mělce pod povrchem, v hloubce 0,6–2 m. Budova byla vzhledem k tomuto faktu, zjištěnému původním průzkumem, založena na železobetonové desce



Obr. 35 Naklonění budovy – pohled od jihu

Refe- renční bod	1. měření provedeno 27.7.90		2. měření provedeno 14.9.90		3. měření provedeno 20.11.90		
	výška bodů		výška bodů	rozdíl mm 1-2	výška bodů	rozdíl mm 2-3	1-3
1	99,611		99,606	5	99,602	4	9
2	99,409		99,387	22	99,375	12	34
3	99,663		99,664	1	99,663	1	2
4	99,469		99,439	30	99,448	11	21

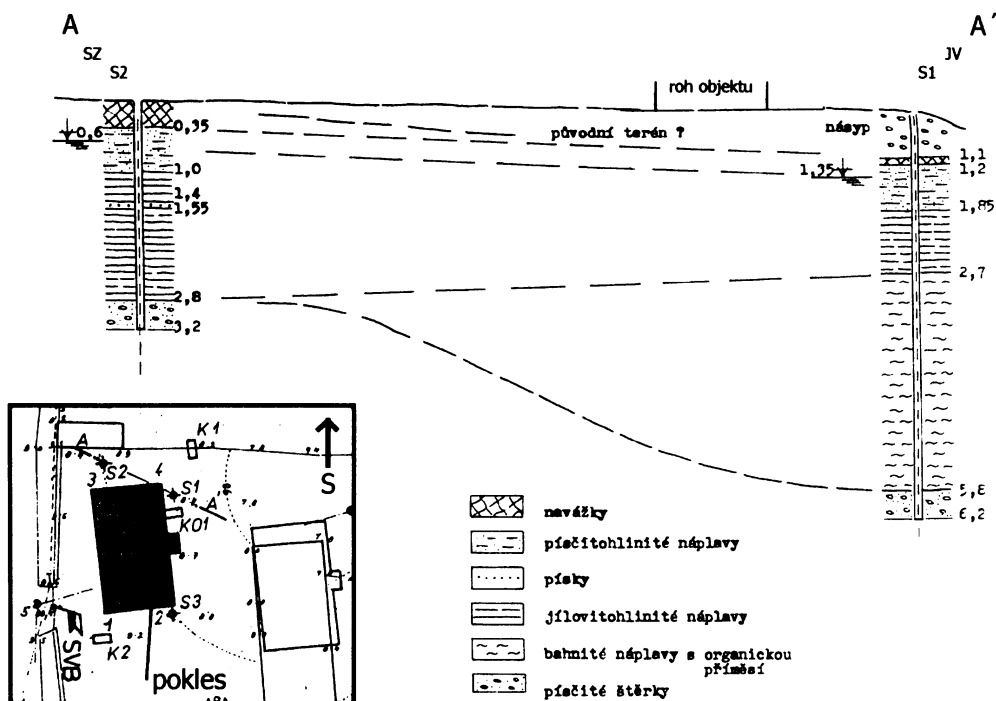
Obr. 36 Geodetická měření základové desky (Pašek a Škopek, 1990)

spočívající na 70cm zhutněném šterkopískovém polštáři, který byl sypan na terén po odstranění svrchní vrstvy humusu.

Byla provedena tři měření sedání objektu (vždy zhruba s dvouměsíčním intervalem) na geodetických bodech 1–4 osazených v rozích základové desky (viz Obr. 37), z nichž vyplynulo, že sedání budovy stále ještě probíhá, a to podstatně rychleji než její naklání (viz Obr. 36).

V podzákladí východní části budovy se vyskytují málo únosné a vysoce stlačitelné bahnitě náplavy, zřejmě výplň staré tůně, zatímco v severozápadní části jsou vyvinuty jen náplavy písčito- až jílovitohlinité, což vede k naklání budovy. Její celkové sedání je dáno probíhající konsolidací podzákladí. Naklonění (rozdílné sednutí protilehlých rohů) dosahovalo při posledním měření 21,5, resp. 22,7 cm. Podle závěrů rozboru vzhledem k nízkému kontaktnímu napětí v základové spáře nehrozí zaboření budovy, její konsolidace ovšem bude ještě pokračovat, přičemž výsledné naklonění bude záviset na tom, s kolika podlažími bude budova dostavena. Možnost sanace (mikropilotami ap.) sice existuje, ovšem byla by příliš nákladná – pokud bude rozhodnuto budovu dokončit, je vhodnější akceptovat nepříjemný náklon podlah, případně jej vyrovnat vylehčenou stavební hmotou.

Z návštěvy lokality (viz Obr. 35) vyplynulo, že objekt byl dostaven (dvě nadzemní podlaží a půdní vestavba) a byl dán do užívání. Náklon budovy je jasně patrný, ve venkovním zdivu se nachází pouze jediná tenká trhlinka (vzhledem k tuhosti základů se rozdílné sednutí



Obr. 37 Geologický řez A–A' a orientační situace lokality s vyznačením sond a geodetických bodů (Pašek a Škopek, 1990, upraveno)

projevuje pouze nakloněním). Objekt podle sdělení starousedlíků nebyl nijak sanován a v současné době není obýván.

Závěry posudku se zdají být relevantní. Východní strana budovy poklesávala rychleji než západní a byla zde (v sondě S1) také zastížena velká mocnost nevhodné organické zeminy. Není ovšem zcela zřejmý průběh rozhraní mezi bahnitými a nebahnitými náplavy směrem k jižní straně budovy – v sondě S3 byl zastížena štěrk až štěrkopísek, naopak v sondě K2 slatinné zeminy, což se zdá odporovat trendu zjištěnému na severní straně budovy.

3.1.18. Staříč

IG průzkum pro posouzení příčin poruch (Kovář, 1997)

<i>Okres</i>	Frýdek-Místek	
<i>Kraj</i>	Moravskoslezský	
<i>Geologie</i>	karpatský flyš – eluvia frýdeckých a těšínských vrstev	
<i>Stavba</i>	RD	
<i>Problém</i>	laterální heterogenita zejména hydrogeologického charakteru – frýdecké vrstvy vystupují pod spodní částí domu a s nimi také hladina podzemní vody	

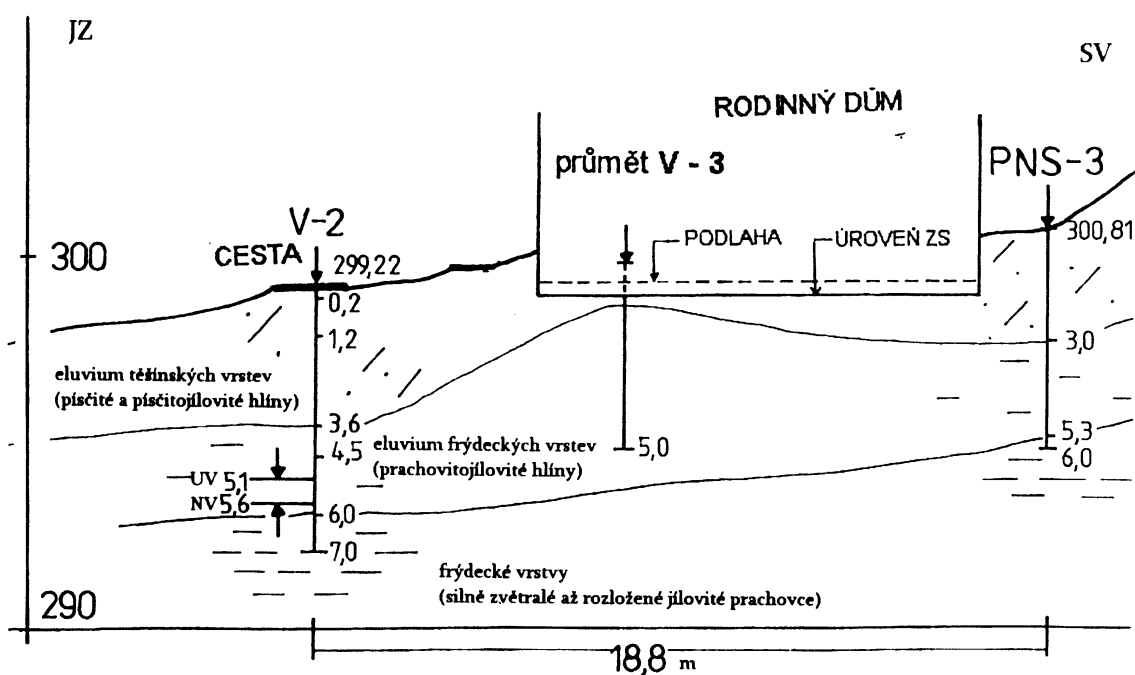
Zájmovým objektem je porušený rodinný dům nacházející se ve svahu nad údolím Staříčského potoka. Území náleží k vněkarpatským příkrovům, předkvartérní podloží tvoří prachovce až jílovce křídových frýdeckých vrstev, přes ně je nasunut příkrov drobně rytmického flyše svrchních těšínských vrstev s polohami vyvěřelin – těšínitů. Svrchní partie hornin jsou postiženy intenzivním zvětráním a tvoří hlinitá eluvia. Kvartérní pokryv má charakter svahovin tvořených krátce přemístěným eluviem těšínských vrstev a dosahuje jen malých mocností. Hlubší horizont podzemní vody je vázán na puklinové systémy a poruchová pásma, lokálně je vyvinuta mělká podpovrchová zvedeň zesponu ohraničená frýdeckými vrstvami, působícími jako izolátor.

Provedený IG průzkum zahrnoval geodetické zaměření lokality, vyhloubení tří jádrových vrtů a jedné kopané sondy, provedení pěti dynamických penetrací a laboratorní analýzy vzorků zemin. V horní části svahu v blízkosti rodinného domu vystupují na povrch těšínitiny, v podloží domu se pak vyskytují přemístěná eluvia a eluvia sensu stricto těšínských vrstev charakteru jílovitých až písčitých (v případě zvětralin těšínitů) hlín o mocnosti 1,2–3,9 m. Pod nimi se nacházejí eluvia frýdeckých vrstev, charakteru prachovitojílovitých hlín s úlomky, pevné konzistence. Jejich povrch je značně nerovný (viz Obr. 38), stupeň zvětrání se s hloubkou snižuje. Jihovýchodní roh domku je založen na eluviích prachovců frýdeckých vrstev, zatímco zbytek objektu je založen na eluviích těšínských vrstev.

Území není v registru ČGS – Geofondu vedeno jako sesuvné a nevykazuje ani žádné znaky aktivního sesuvu. Na základě výsledků laboratorních zkoušek byly provedeny stabilitní

výpočty, z nichž vyplývá, že svah vykazuje relativně vysoký stupeň bezpečnosti. Autor posudku upozorňuje na průlinový charakter propustnosti eluvií těšínských vrstev (díky písčitém reliktním těšínitovým vyvěřelin) v protikladu k izolátorovému charakteru eluvií podložních frýdeckých vrstev. Sezónní zvodnění eluvií těšínských vrstev může vést k poklesu konzistence zemin podzákladí a při následném vysychání také ke smršťování. Vyboulení podlah ve sklepe pak může být způsobeno vodou vystupující po elevaci frýdeckých vrstev pod jihovýchodním rohem objektu. Hloubka založení na jižní straně je rovněž pravděpodobně nedostačující z hlediska mrazového působení. Posudek se nezabývá případnými vlivy poddolování, které jsou údajně řešeny jiným odborníkem (jeho posudek se nepodařilo získat). Pokud budou shledány nepodstatnými, autor navrhuje vybudování drenážního systému, zejména na severní a východní straně objektu.

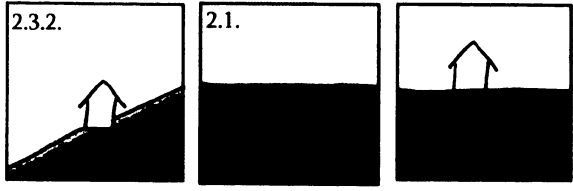
Závěry posudku lze označit za podmíněčně přijatelné. Autor vyvozuje závěry o založení nerespektujícím nezámraznou hloubku, hloubku založení ovšem výslovně neuvádí a je nutné ji odečíst z řezů. Pro jeho závěry je zásadní založení jihovýchodní části domu na eluviu frýdeckých vrstev, dostupné geologické řezy ovšem tuto skutečnost dokumentují relativně komplikovaným způsobem (viz Obr. 38) a posudek blíže nezmiňuje charakter poruch stavby, takže není možné zkorelovat jej s předpokládaným mechanismem porušení.



Obr. 38 Geologický řez v měřítku 1 : 200 / 200 (Kovář, 1997, upraveno); vrt V-3 je promítnut od jihovýchodu

3.1.19. Praha-Podolí

IG průzkum pro posouzení příčin poruch (Fořt, 1964)

<i>Okres</i>	Hlavní město Praha	
<i>Kraj</i>	Hlavní město Praha	
<i>Geologie</i>	Barrandien – bohdalecké břidlice; písčité svahové hlíny	
<i>Stavba</i>	dva dvouletkové dvojdomky ve svahu	
<i>Problém</i>	laterální heterogenita podzákladí (založení ve svahu); organické zeminy	

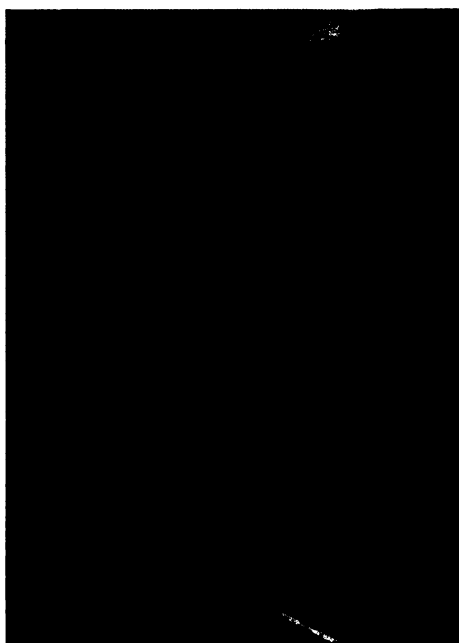
Zájmovými objekty jsou dva rodinné dvojdomky (pro účely této práce označené A a B) z konce 40. let, situované při úpatí svahu ploché údolní deprese. Předkvartérní podloží je budováno ordovickými bohdaleckými břidlicemi, jejichž povrch leží v hloubce cca 1–1,7 m a probíhá zhruba rovnoběžně s terénem. Kvartérní pokryv budují svahové písčité hlíny, ve dně údolí překryté splachovými sedimenty.

Během několika let po dostavbě se na bočních stěnách dvojdomků objevily trhliny naznačující pokles uličních traktů (viz Obr. 39 a Obr. 40) a začaly se dále zvětšovat. U dvojdomku B, ležícího v ulici níže než dvojdomek A, byly proto podezděny základové pasy pod uličním traktem o zhruba 1 m, ovšem bez jakéhokoliv IG průzkumu. Tato sanace se ukázala být nedostatečnou – objevily se další trhliny, některé dosahovaly rozevření až 1 cm, začalo také být patrné naklonění obou budov směrem do ulice. Před další opravou tedy již byl proveden IG průzkum za účelem objasnění základových poměrů obou objektů. V rámci tohoto průzkumu bylo vyhloubeno celkem osm kopaných sond.

Zadní trakty dvojdomků jsou založeny v hloubce 0,8–2 m na navětralých břidlicích, uliční trakty jsou založeny na svahových hlínách tuhé konzistence, které mají vyšší stlačitelnost. V podloží již sanovaného dvojdomku B byla navíc pod polohou svahových hlín zjištěna vrstva zcela neúnosných bahnitých náplavů bývalého mokřadu, mocná asi 0,6 m (viz Obr. 41). Hladina podzemní



Obr. 39 Boční pohled ze západu na dvojdomek B s dobře patrnou trhlinou (svah se svažuje směrem doleva)



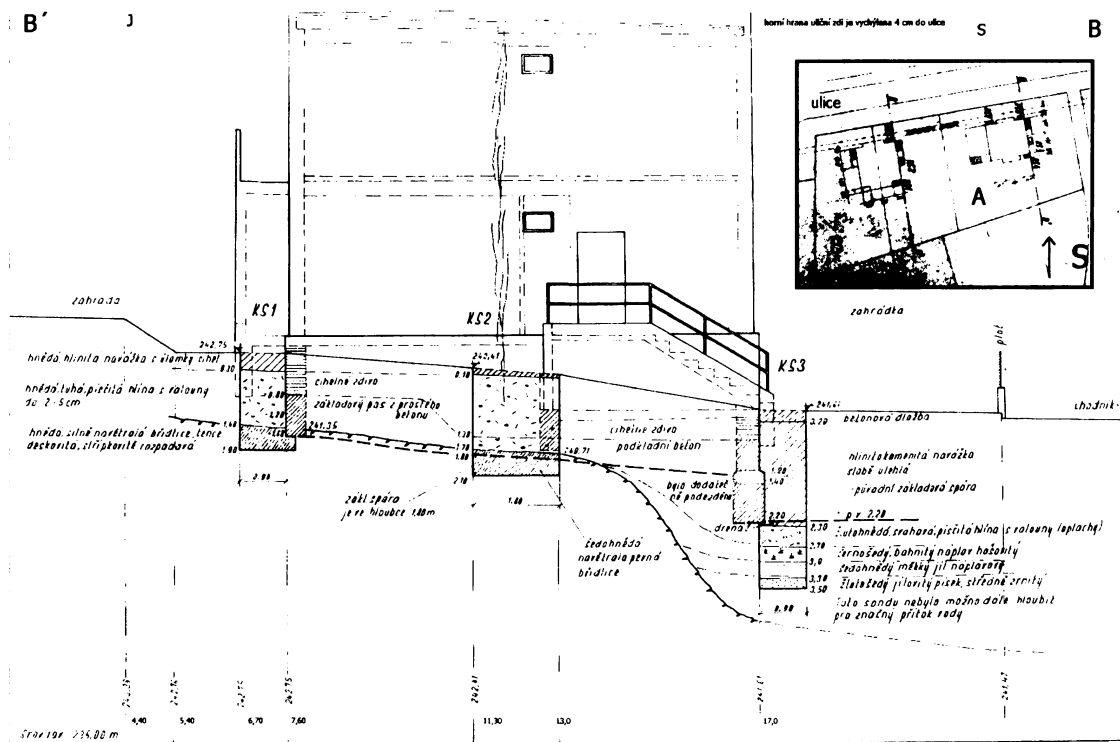
Obr. 40 Pokleslý roh uličního traktu dvojdomku A

vody zde byla snížena drenáží před původní sanací a je udržována v hloubce 2,2 m pod terénem, u dvojdomku A nebyla v sondách zastížena.

Poruchy byly způsobeny rozdílnými přetvárnými vlastnostmi základových půd. Mocnost svahovin pod uličními trakty dosahuje mocnosti 2,6–2,8 m, podezdění o 1 m v rámci původní sanace tedy nevedlo k žádnému výsledku. Průzkum doporučil podezdít obvodové zdi uličních traktů až na úroveň břidlic a varoval, že výkopové práce u dvojdomku B, vyznačujícího se složitějšími základovými poměry, bude komplikovat podzemní voda, před jejíž vysokou síranovou agresivitou bude navíc třeba základové zdivo ochránit.

Dvojdomek A byl podle sdělení majitelů v 60. letech sanován pouze stažením ocelovými táhly, rozvoj trhlin ovšem pokračoval a došlo k jeho zhoršení při výstavbě metra C a při nedávnější výstavbě nedaleko od dvojdomku, kdy v obou případech ulicí projížděla nákladní vozidla. V červenci 2008 byly základy uličního traktu podepřeny železobetonovou plombou, ovšem nikoliv až na úroveň břidlic. K dalšímu rozvoji deformací zatím nedošlo. Dvojdomek B byl údajně ztužen obdobně jako dvojdomek A a bylo zde pravděpodobně i provedeno podezdění základů, jeho obyvatele se ovšem nepodařilo zastihnout. Oba dvojdomky jsou doplněny přístavbami pozdějšího data.

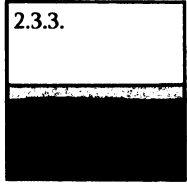
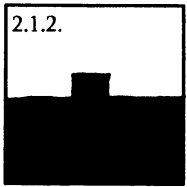
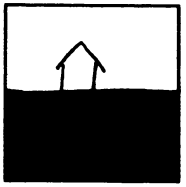
Závěry posudku se zdají být relevantní.



Obr. 41 Geologický řez B'–B dvojdomkem B v měřítku 1 : 150 / 150 a orientační situace (Fořt, 1964, upraveno)

3.1.20. Malšova Lhota

Podrobný IG průzkum (Novotný J., 2003)

<i>Okres</i>	Hradec Králové			
<i>Kraj</i>	Královéhradecký			
<i>Geologie</i>	česká křídlová pánev; fluviální písky			
<i>Stavba</i>	projekt nepodsklepeného RD			
<i>Problém</i>	v části půdorysu plánovaného RD zjištěny neulehlé navážky zavezené pískovny			

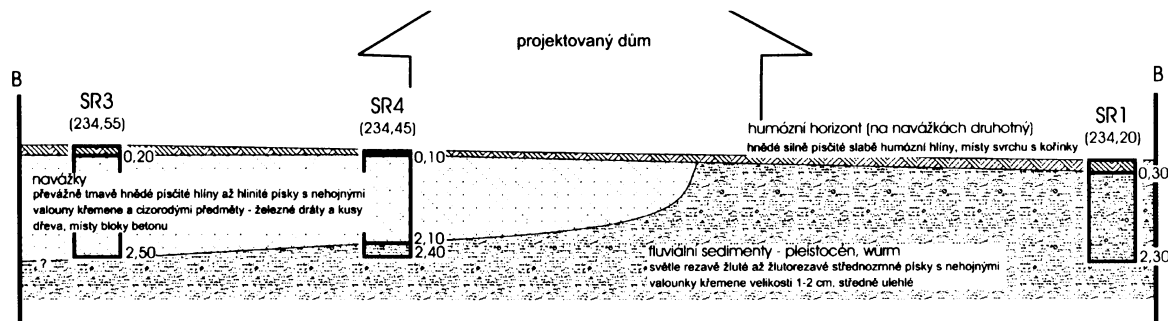
V rovinném terénu na východním okraji obce Malšova Lhota byl proveden podrobný IG průzkum pro výstavbu nepodsklepeného rodinného domu. Území náleží k české křídlové pánvi, předkvartérní podklad tvoří slínovce březenského souvrství (v hloubce od 5 m pod terémem), kvartérní pokryv budují pleistocénní fluviální písky. Průzkum zahrnoval provedení čtyř strojních rýh do hloubky 2–3 m. V průběhu prací byla zjištěna přítomnost navážek charakteru inertního odpadu (viz Obr. 42). Byly tedy provedeny ještě tři mělké rýhy do hloubky 0,5 m, aby bylo možné přesně určit průběh okraje území dotčeného antropogenními zásahy.



Obr. 42 Rozhraní mezi navážkami (tmavé) a písky (světlé) v rýze (Novotný J., 2003)

Bylo zjištěno, že rozhraní mezi navážkami a původními kvartérními písky probíhá šikmo přes projektovaný půdorys rodinného domu (viz Obr. 43). Navážky pravděpodobně představují výplň staré selsky těžené pískovny, jsou značně heterogenní a málo ulehlé a jejich mocnost v půdorysu zájmového objektu činí až 2 m. Základové poměry jsou tedy hodnoceny jako složité. Podzemní voda nebyla průzkumnými díly zastížena, podle měření v blízké studně se nachází v hloubce 3,4–3,9 m pod terémem a základové poměry domu nebude ovlivňovat.

Inženýrskogeologický průzkum odhalil morfologicky nezjistitelnou přítomnost málo



Obr. 43 Geologický řez (Novotný J., 2003, upraveno)

ulehlé vrstvy navážek. V případě založení na pasech na původně projektovaném místě by došlo k rozdílnému sednutí, a tedy naklonění a/nebo popraskání domku. Autor průzkumu tedy doporučil tři varianty zakládání: přesunout půdorys domu mimo prostor zavezené pískovny a zakládat na pasech; zakládat na projektovaném místě na základové desce; zakládat na projektovaném místě na pasech s podepřením krátkými maloprofilovými pilotami v oblasti navážek. Nejvhodnější z hlediska nákladů i složitosti projektu je první varianta.

Závěry průzkumu se zdají být relevantní.

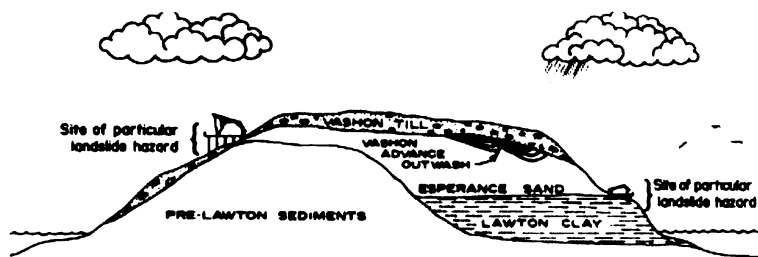
3.1.21. Seattle (USA)

Obdobný článek (Tubbs a Dunne, 1977)

<i>Okres</i>	stát Washington	
<i>Kraj</i>	severozápad USA	
<i>Geologie</i>	terciérní klastické sedimenty; glacigenní jíly a písky	
<i>Stavba</i>	stavby ve svahu, pobřeží zálivu Pacifiku	
<i>Problém</i>	abraze, sesuvy, zemní proudy	

Oblast Seattlu je vystavena mnoha geologickým hazardům, ve velké míře zde dochází především k zemetřesením, sesuvům a záplavám. Předkvartérní podloží tvoří terciérní mořské klastické sedimenty, kvartérní pokryv budují glacigenní zejména jílovité a písčité sedimenty (viz Obr. 44). Území Seattlu se rozkládá mezi pacifickým zálivem Puget Sound a jezerem Lake Washington, takže je z obou stran modelováno činností vln, je zde vyvinuta abrazní terasa se srubem a dochází k podemlání břehů. Na kontaktu kvartérních podložních jílu a nadložních písků, v nichž je vyvinut horizont podzemní vody, dochází k sesuvům i zemním proudům.

Typický případ je zachycen na Obr. 45 (přibližně by mu odpovídala pravá část schematického řezu na Obr. 44). Pískové vrstvy v horní části svahu se pomalu sesouvají a ohrožují



Obr. 44 Typizovaný řez vyvýšeninou v Seattlu (Tubbs a Dunne, 1977)



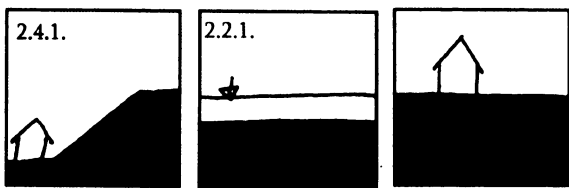
Obr. 45 Pobřeží postižené svahovými pohyby (Tubbs a Dunne, 1977)

tak domy na okraji útesu, nahromaděné hmoty (patrné ve střední části fotografie) se pak za vlhkého počasí ztekucují do podoby zemních proudů, unášejí kmeny stromů a poškozují domy dole na pobřeží. V jiných částech Seattlu je naopak hlavní zástavba situována ve střední části svahu, tedy přímo v jeho nestabilních partiích. Svahové pohyby jsou zde vnímány jako vážný problém velkého rozsahu, město Seattle se jim snaží čelit nákladnými opatřeními, např. budováním drenáží, vlnolamů ap.

Závěry článku se zdají být relevantní. Příklad dokumentuje problémy způsobené abrazí, na území ČR vzácné.

3.1.22. Hřensko

Odborné články (Novotný, 2008; Stemberk a Zvelebil, 1998)

<i>Okres</i>	Děčín	
<i>Kraj</i>	Ústecký	
<i>Geologie</i>	česká křídová pánev – pískovce; niva	
<i>Stavba</i>	obec – zástavba v nivě	
<i>Problém</i>	řízení skalních bloků, ohrožení povodní, problematika zakládání v říční nivě	

Zástavba v Hřensku může sloužit jako příklad kombinovaného ohrožení dvěma významnými geologickými hazardy zároveň: hrozí zde jednak řízení skalních bloků křídových pískovců, jednak zatopení zvýšenou hladinou Labe a Kamenice při povodni (viz Obr. 46). Situování objektů v říční nivě pak již samo o sobě může přinášet další problémy s vysokou hladinou podzemní vody, laterálně heterogenní základovou půdou (viz případ Oráčov, 3.1.17.) ap.



Obr. 46 Hřensko za povodně v roce 2002 (Novotný, 2008)

Stemberk a Zvelebil (1998) popisují zřízení skalního bloku o objemu 1 m³, který se 1. 5. 1998 uvolnil asi ve 2/3 výšky svahu v údolí Kamenice. Volným pádem a odrážením se přemístil o 125 m, přičemž překonal převýšení 90 m. Na své cestě prorazil plot, urazil roh níže stojícího objektu, zničil čtyři jeho schody a zábradlí a konečně se zastavil o hranici palivového dříví narovnaného na okraji pozemku nad místní komunikací. Jeho pád byl na počátku usměrněn skalní roklí – kdyby blok padal čistě po spádnicí, pravděpodobně by zasáhl budovu restaurace a způsobil tak mnohem větší škody.

Stav skalních stěn nad obcí lze obecně označit za zanedbaný, přičemž situaci zde zhoršuje neregulovaný růst stromů. Hřenský obecní úřad vyčleňuje prostředky na inženýrskogeologický průzkum a následné sanační práce, kterými by bylo možné stabilizovat nebezpečné bloky. Dotyčný blok byl v roce 1996 zařazen do sanačního plánu na rok 1997 – bezprostředně nestabilním jej činila borovice, jejíž kořenový systém rozšiřoval trhlinu

oddělující jej od masivu. K sanaci ovšem z finančních důvodů nedošlo, přednost dostaly bloky o větším objemu. Jeho zřícení bylo odstartováno pravděpodobně působením silného větru na borovici, která zafungovala jako páka.

Články nepřinášely hypotézy o příčinách porušení staveb ani dalších sporných skutečnostech, pouze představovaly zjevné fakty. Relevance jejich závěrů je tedy zřejmá.

3.1.23. Říčany

Posouzení stability svahu (Kněžínek, 1977)

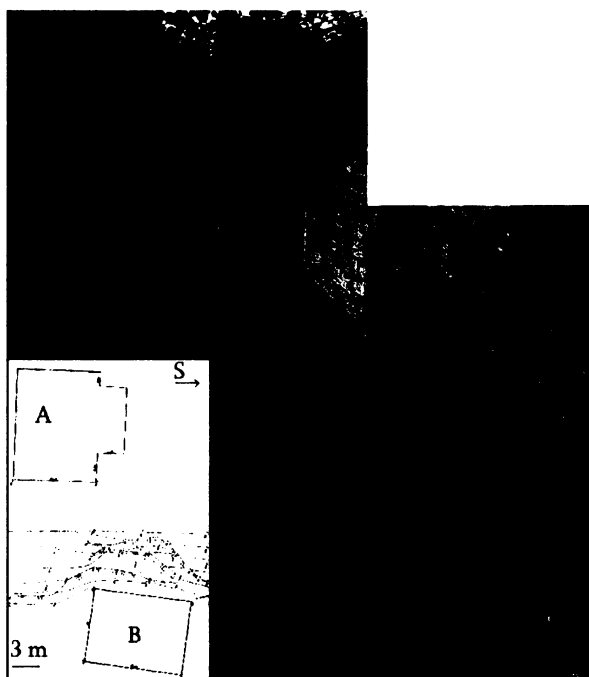
Návrh dalších sanačních úprav (Hroch, 1980)

<i>Okres</i>	Praha-východ	
<i>Kraj</i>	Středočeský	
<i>Geologie</i>	Barrandien – břidlice štěchovické skupiny; jílovitopísčité a sprašové hlíny	
<i>Stavba</i>	dva RD, situované nad sebou ve svahu	
<i>Problém</i>	zhroucení opěrné zdi a sesuv mezi RD	

Zájemnými objekty jsou dva rodinné domy situované nad sebou, jeden u paty, druhý na vrcholku svahu (viz situace na Obr. 47). Po velké podzimní průtrži mračen došlo ke zhroucení opěrné zdi nacházející se těsně nad spodním domkem (pro účely této práce označeným B) a vznikl sesuv, jehož odlučná hrana ležela nedaleko pod horním, rozestavěným domkem (A).

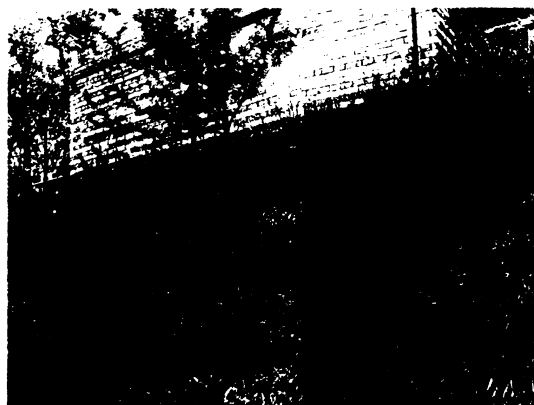
Předkvartérní podklad území tvoří proterozoické jílovité až drobové břidlice štěchovické skupiny lemu barrandienské pánve, kvartérní pokryv dosahuje mocnosti 7–14 m a je tvořen sprašovými hlínami, které směrem k bázi přecházejí do svahových jílovitopísčitých hlín. Hladina podzemní vody se nachází hluboko pod terénem, v rozvolněných partiích předkvartérního podloží.

Vzniklý sesuv byl plošný, povrchový, o rozměrech zhruba 15 x 8 m. Domek A je podsklepený, založený na pasech v hloubce 2,2 m pod povrchem terénu, domek B je nepodsklepený, založený na pasech v hloubce 0,95 m. Opěrná zeď se nacházela 1 m od domku B, při jehož výstavbě byla vybudována, byla vysoká 2 m, dlouhá 13 m a silná 0,25 m. Založena byla prakticky na povrchu terénu, navíc bez jakéhokoliv odvodnění na rubu.



Obr. 47 Zhroucená opěrná zeď u domku B a orientační situace (Kněžínek, 1977, upraveno)

Nevhodně navržená opěrná zeď a extrémní srážky byly příčinou porušení stability svahu. Sesuv bezprostředně ohrožoval jak domek B, o jehož stěnu se prostřednictvím zhroutené zdi opíral (viz Obr. 47), tak i domek A, k němuž se mohl postupným zatrháváním po svahu rozšířit (viz Obr. 48). Vzniklý stav byl označen za havarijní. Situaci bylo třeba řešit okamžitě, neboť přezimování a jarní tání by nepříznivě ovlivnily stabilitu svahu. Bylo navrženo vybudování buď nové opěrné zdi ve spodní části svahu, nebo pilotové stěny v horní části svahu.



Obr. 48 Odlučná oblast sesuvu pod domkem A (Kněžínek, 1977)

Z obou návrhů byla vybrána a následně vybudována pilotová stěna, v níž ovšem oproti projektu kvůli nepřístupnosti terénu chyběla krajní pilota na severní straně. V tomto místě došlo v únoru 1990 k dalšímu, lokálnímu sesutí. Ke stabilizaci této části svahu bylo navrženo vybudování dvou kamenných žeber.

Závěry posudku se zdají být relevantní (jak ostatně potvrzují i informace o účinnosti sanace), přestože vycházejí pouze z archivní rešerše a rekognoskace lokality a z časových důvodů nebyly podloženy žádnými průzkumnými pracemi.

3.1.24. Doubrava

Doplňkový IG průzkum (Kovář, 1999)

<i>Okres</i>	Karviná	
<i>Kraj</i>	Moravskoslezský	
<i>Geologie</i>	karpatská předhlubeň – jíly a jílovce; jílovité svahové hlíny	
<i>Stavba</i>	RD na vrcholku svahu	
<i>Problém</i>	mělký plošný sesuv pod RD	

Zájmovým objektem je rodinný dům (viz Obr. 49) z roku 1890 v temenní části svahu mezi Orlovskou plošinou a nivou řeky Olše. Předkvartérní podloží, budující svah, tvoří sedimenty karpatské předhlubně: terciérní jíly a jílovce s prachovou a písčitou příměsí. Kvartérní pokryv je v temenní, méně příkré části svahu tvořen glacigenními sedimenty a sprašemi o mocnosti 1,2–3 m, příkré úbočí a úpatí svahu pak pokrývají jílovitohlinité svahoviny o mocnosti 0–4,5 m (mocnost roste směrem k úpatí), na jejichž písčité polohy je vázán nepravidelný mělký horizont podzemní vody. Povrch temene svahu byl upraven navážkami.

Při povodních v roce 1997 došlo k oživení starých svahových pohybů a ve svahovinách příkré části svahu vznikl plošný sesuv o rozměrech cca 36 x 40 m, s mělkou kruhovou smykovou plochou a odlučnou hranou v komunikaci procházející okrajem temenní části svahu. Rodinný dům, situovaný těsně nad poškozenou komunikací, byl porušen trhlinami. Sesuté hmoty se ve spodní části svahu nahruly na pilíř a část stěny hospodářské budovy

patřící k jinému RD. Koncem června 1999 došlo k opětovné aktivaci sesuvu následkem necitlivé deforestace svahu na jaře 1999, zvýšených srážek bezprostředně před oživením pohybů a zřejmě i vinou prací na zaslepené komunikaci, která pak byla sesuvem ještě více porušena (viz Obr. 50).

V době doplňkového IG průzkumu, zaměřeného na zjištění či vyvrácení existence hlubší smykové plochy, byl stav sesuvu dočasně uklidněný a trhliny na domku se již dále nezvětšovaly. Autor průzkumu doporučuje provést následující opatření: vybudovat pilotovou nebo mikropilotovou kotvenou stěnu u hrany porušené komunikace; stáhnout rodinný dům a přilehlý neobytný objekt předepjatými ocelovými lany; upravit, přitížit a znovu zalesnit patu svahu; zajistit odvodnění

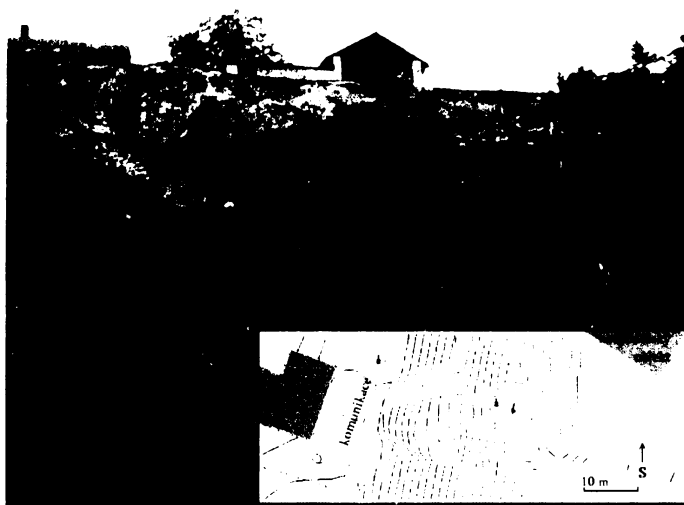
horní části svahu. Předpokládané náklady činily 4 miliony Kč. K území se ovšem přibližovala poklesová kotlina dolu Čs. armády, a i když území prozatím nebylo důlní těžbou ovlivňováno ani ze seismického hlediska, je podle autora vhodné zvážit, zda by nebylo vhodnější dům strhnout a vybudovat nový na lokalitě mimo dosah vlivu budoucí těžby.

Závěry posudku se zdají být relevantní.

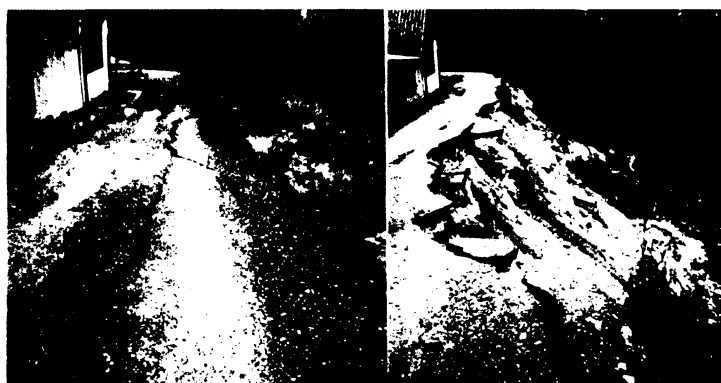
3.1.25. Hrubá Skála

Odborný článek (Novotný, 2008)

<i>Okres</i>	Semily	
<i>Kraj</i>	Liberecký	
<i>Geologie</i>	česká křídlová pánev – jílovce a pískovce; svahoviny	
<i>Stavba</i>	několik RD ve svahu	
<i>Problém</i>	výstavba v odlučné oblasti starého sesuvu – oživení pohybů	

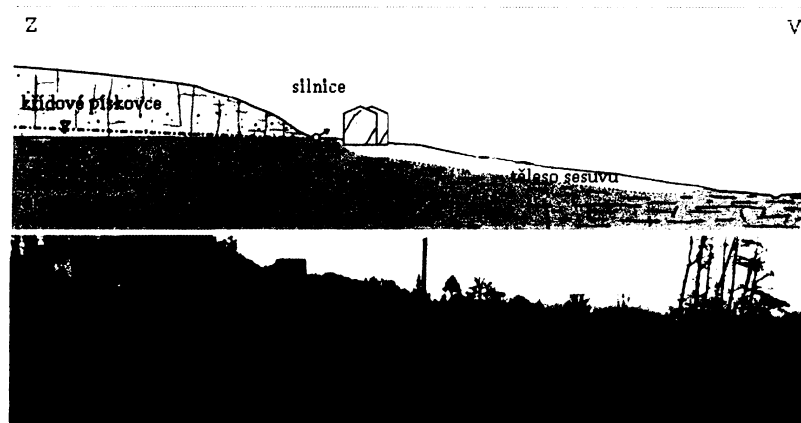


Obr. 49 Pohled od paty svahu a orientační situace (Kovář, 1999, upraveno)



Obr. 50 Stav komunikace před druhým oživením sesuvných pohybů v červnu 1999 a po něm (Kovář, 1999, upraveno)

Zájemnými objekty jsou rodinné domy v obci Hrubá Skála. Předkvartérní podloží zde tvoří pískovce a jílovce teplického a jizerského souvrství české křídové pánve v „klasické konfiguraci náchylné ke svahovým pohybům“, známé a popsané třeba z pražského Petřína či Proseka (3.1.31.) pro



Obr. 51 Schematický geologický řez širším územím a fotografie zachycující zvlněný povrch sesuvu spolu s výstavbou v jeho horní části (Novotný, 2008, upraveno)

korycanské a perucké vrstvy (viz i případ Praha-Nebošice, 3.1.26.), kvartérní pokryv sestává ze svahovin, představujících přesunutě rozložené jílovce, charakteru jílu. Sklon svahu je určován podložními horninami – v horní části, budované pískovci, dosahuje 15–30 °, ve spodní části, budované jílovci, pouze 9–10 °. V horní části mírného svahu pod pískovci byly přibližně v 80. či 90. letech postaveny rodinné domy (viz Obr. 51, horní část), u nichž se posléze projevovalo porušení trhlinami.

V pískovcích je nad izolátorem z podložních jílovců vyvinut horizont podzemní vody, která vyvěrá ve svahu na místě, kde styk obou typů hornin vychází na povrch. Svah pod tímto místem představuje staré sesuvné území. Výstavba (přetížení) v jeho odlučné oblasti spolu s dotací vodou z pískovcového kolektoru postačily k oživení svahových pohybů, což způsobilo potrhání domů. Dobře provedený IG průzkum by správně vyhodnotil charakteristické zvlnění povrchu (viz Obr. 51, spodní část) i nepříznivou geologickou konfiguraci lokality a výstavbu by zde nedoporučil.

Závěry posudku se zdají být relevantní.

3.1.26. Praha-Nebošice

IG posouzení lokality (Polák, 2008)

<i>Okres</i>	Hlavní město Praha	
<i>Kraj</i>	Hlavní město Praha	
<i>Geologie</i>	česká křídová pánev – pískovce a jílovce	
<i>Stavba</i>	několik RD ve svahu pod stěnou lomu	
<i>Problém</i>	blokové pohyby nad domy, skalní řízení, možná i staré sesuvné pohyby	

Zájemnými objekty je několik rodinných domů (zatím neporušených) situovaných v ulici ve svahu pod stěnou bývalého lomu v Praze-Nebošicích. Předkvartérní podloží budují droby, případně prachovce a břidlice kralupsko-zbraslavské skupiny svrchního proterozoika, ve svrchních polohách fosilně zvětralé, na ně nasedají jíly až jílovce peruckých vrstev

a pískovce korycanských vrstev cenomanu české křídové pánve. Kvartérní pokryv tvoří svahoviny charakteru písčitých hlín o mocnosti okolo 2 m. Území bylo vyrovnáno navážkami místních zemin a odpadu z těžby korycanských pískovců, po níž zde zůstaly nijak nezajištěné stěny vysoké zhruba 12 m. Podzemní voda se zde vyskytuje ve dvou horizontech, vázaných na bazální polohy pískovců a fosilně zvětralé polohy proterozoických hornin (viz Obr. 54).

Konfigurace rigidních pískovcových bloků nasadajících na plastické jíly předurčuje území k blokovým pohybům (viz Obr. 61). Odstraňování náletových dřevin v horní části svahu, které probíhalo v roce 2008, může stabilitní poměry ještě zhoršit – zvýší se infiltrace vody do svrchní zvodně a blokové pohyby mohou přejít z počátečního do rozvinutého stadia a ohrozit i zástavbu. Místními obyvateli bylo zaznamenáno také skalní řízení menších bloků uvolněných z lomové stěny.

Podle autora (ústní sdělení) nelze ani vyloučit, že lehce zvlněný povrch mírnějšího svahu, v němž jsou domy situovány, indikuje staré sesuvné pohyby (viz Obr. 52).

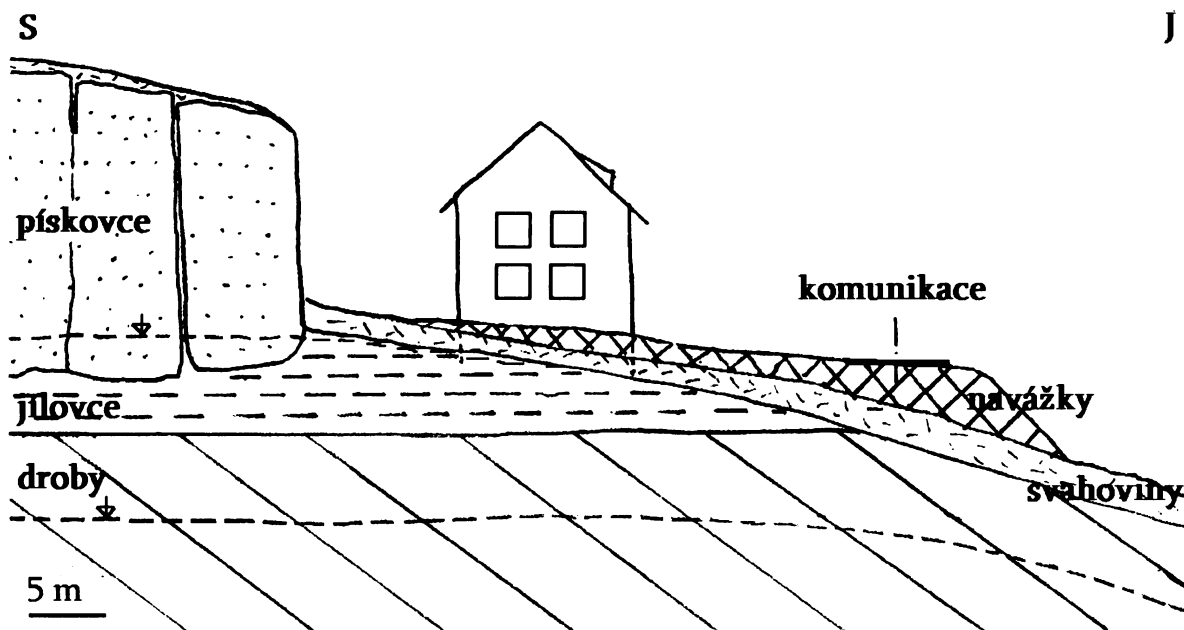
Závěry posudku se zdají být relevantní, potvrzují je nejen obdobné případy z okrajů křídové plošiny (viz případ Praha-Prosek, 3.1.31.), ale i rotovaný blok pískovce, který jsem objevila ve strži východně od zájmového území (viz Obr. 53). Souvislost zmiňovaného zvlnění terénu se svahovými pohyby je sporná.



Obr. 52 Rodinný dům a lomová stěna v pozadí, v popředí mírně zvlněný terén naznačující možnost svahových pohybů



Obr. 53 Rotovaný blok pískovce ve strži východně od zájmového území



Obr. 54 Schematický geologický řez zájmovým územím v měřítku 1 : 500 / 500, vypracovaný na základě rekognoskace lokality a odborných odhadů uvedených v posudku Poláka (2008)

3.1.27. Rokytnice

Odborný text (Gartner, 1960)

<i>Okres</i>	Zlín	
<i>Kraj</i>	Zlínský	
<i>Geologie</i>	karpatský flyš – pískovce; písčité svahové hlíny	
<i>Stavba</i>	dva jednopodlažní RD ve svahu	
<i>Problém</i>	nezapažený výkop pod domy, vysoká hladina podzemní vody – sesuv	

Zájmovými objekty jsou dva přízemní rodinné domy situované v odřezu ve svahu asi osm metrů nad místní komunikací. Předkvartérní podklad tvoří terciérní glaukonitické pískovce zlínských vrstev magurského flyše. Kvartérní pokryv dosahuje mocnosti 1,2–2,5 m a tvoří jej svahové písčité hlíny měkké konzistence, jež je způsobena vysokou hladinou podzemní vody, která se nachází zhruba 1 m pod povrchem terénu. Povrch území je nápadně zvlněný. Domky byly porušeny sesuvem v průběhu výkopových prací pro vodovodní potrubí (viz Obr. 55). Výkopová rýha byla situována v příkopu silničního tělesa mezi silnicí a domky (viz Obr. 56).

Jeden dům je zcela nepodsklepený, druhý jen částečně. Základová spára nepodsklepených částí se nachází zhruba v hloubce 0,85 m pod terénem a je tvořena svahovými hlínami. Průčelní zdi domků se posunuly směrem ze svahu, boční zdi byly porušeny trhlinami, zejména v místě, kde na povrch vycházela smyková plocha sesuvu.

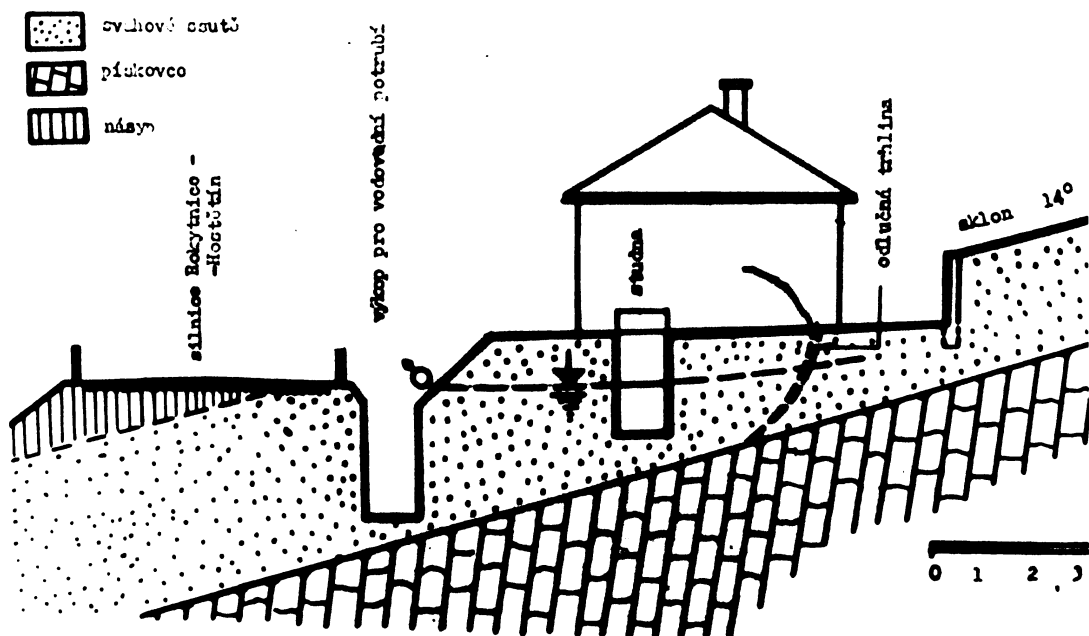
Výkop rýhy byl prováděn bagrem, se svislými stěnami o hloubce téměř dva metry, bez pažení. Otevřením rýhy dlouhé cca 70 m byla podkopána pata svahu a došlo k plošnému sesuvu svahovin, jejichž nebezpečná vlhkost (a tedy nízká konzistence) byla v té době navíc ještě zesílena počínajícím jarním táním.

Oprava domků zahrnovala nové vyzdění průčelních zdí, ztužení věnci, vydláždění dvorku, v němž vycházela na povrch odlučná hrana sesuvu (aby se zabránilo přístupu vody ke smykové ploše), a vybudování obvodové drenáže v hořejším svahu. Další hloubení rýhy se provádělo již ručně a s řádným pažením a zásyp výkopu byl náležitě zhutněn, aby v něm nedocházelo k zadržování vody, které by mohla podmáčet podzáklady domků.

Závěry posudku se zdají být relevantní.



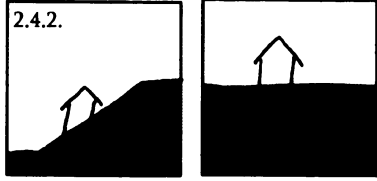
Obr. 55 Poškozený domek a dodatečně zapažený výkop mezi domkem a silnicí (Gartner, 1960)



Obr. 56 Geologický řez (Gartner, 1960)

3.1.28. Vsetín

IG průzkum sesuvného území (Pavlík, 1998)

<i>Okres</i>	Vsetín	
<i>Kraj</i>	Zlínský	
<i>Geologie</i>	karpatský flyš – pískovce, jílovce a prachovce; jílovitopísčité svahové hlíny	
<i>Stavba</i>	podsklepený RD ve svahu	
<i>Problém</i>	dům na fosilním sesuvu oživeném v létě 1997	

Zájmovým objektem je rodinný dům ve východním svahu údolí říčky Jasénky ve Vsetínských vrších. Předkvartérní podloží budují klastické sedimentární horniny zlínských vrstev magurského flyše, kvartérní pokryv tvoří svahové jílovitopísčité hlíny s úlomky. Podzemní voda v předkvartérním podkladu je vázána výhradně na poruchová pásma, v kvartérním pokryvu se hromadí v několika bezodtokých oblastech, přičemž nejbliže k povrchu terénu se

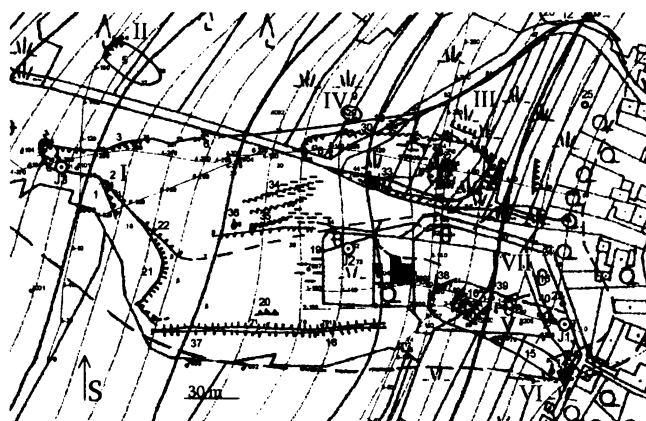


Obr. 57 Rodinný dům a akumulace sesuvných hmot jednoho z dílčích sesuvů (Pavlík, 1998)

vyskytuje v horní části svahu. Po velkých srážkách v létě 1997 se ukázalo, že dům je postaven na rozsáhlém starém sesuvném území, v jehož části došlo k opětovnému oživení pohybů (viz Obr. 57). Oživená partie se nachází ve spodní polovině fosilního sesuvu, sestává z několika dílčích aktivních sesuvů (viz Obr. 58) s různě hlubokými smykovými plochami (v kvartéru i v porušených partiích flyše) a dosahuje maximálních rozměrů 170 x 340 m.

Dům pochází z roku 1956, je podsklepen a založen na pískovcích zlínských vrstev, novodobý přístavek u vchodu je založen mělčeji. Při sesuvu se celá stavba posunula cca o 5 cm po spádnici, ale nebyla téměř porušena, protože je ztužena železobetonovými věnci a nachází se na vyvýšenině mimo těleso hlavního sesuvu. Největší trhлина se objevila v místě kontaktu původní stavby a přístavku, což lze vysvětlit rozdílným posunutím těchto různě hluboko založených částí. Dům lze po drobných opravách i nadále užívat.

Ke zvýšení stability svahu



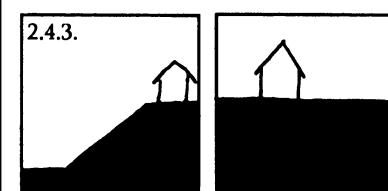
Obr. 58 Situace sesuvného území s vyznačeným zájmovým objektem, měřítko 1 : 4 000 (Pavlík, 1998, upraveno)

autor doporučuje odvodnit sesuv dovrchními vrty zasahujícími až pod nejhlubší smykové plochy. Rodinný dům by bylo vhodné ještě více ztužit a ukotvit do úrovně pod nejhlubší smykovou plochou. Přístavek je nutné ponechat i nadále oddílatovaný.

Závěry posudku se zdají být relevantní. Průzkum byl ovšem zaměřen především na zkoumání sesuvného území, nikoliv na stavbu samotnou.

3.1.29. Běleč

IG průzkum pro stavební úpravy (Novotný, 2005)

<i>Okres</i>	Beroun	
<i>Kraj</i>	Středočeský	
<i>Geologie</i>	Barrandien – liteňské břidlice; hlinitojílovité svahové písky	
<i>Stavba</i>	RD ve svahu nad opěrnou zdí	
<i>Problém</i>	plánované zvýšení sklonu svahu pod domem a nad opěrnou stěnou násypem – řešení stability svahu	

Případ dokumentuje riziko terénních úprav prováděných bez porady s inženýrským geologem. Zájmovým objektem je rodinný dům v obci Běleč u Karlštejna, nacházející se v horní části strmého svahu nad opěrnou stěnou a komunikací vedenou v odřezu. Předkvartérní podloží tvoří jílovité, prachovité a vápnité břidlice s křemitými polohami liteňského souvrství Barrandienu (silur), kvartérní pokryv tvoří splachy a svahoviny – hlinité až jílovité písky až štěrky a deluvia břidlic. Majitel domu se rozhodl zvýšit sklon svahu na 35–36 °



Obr. 59 Stávající svah s opěrnou stěnou a jeho navrhovaná terénní úprava (Novotný, 2005)

dosypáním zeminy od opěrné stěny po okraj balkónu (viz Obr. 59). Pro posouzení realizovatelnosti tohoto záměru byl proveden IG průzkum stávajícího svahu.

V rámci průzkumu bylo vyhloubeno 5 kopaných sond rozmístěných ve dvou profilech po spádnici svahu a byly odebrány vzorky zemin k laboratorním zkouškám. Svrchní část kvartérního pokryvu budují splachové hlinité až jílovité písky s úlomky, pod nimi se nacházejí hlinité až jílovité písky se štěrky (přemístěná terasa) a konečně málo únosná, vysoce plastická jílovitá deluvia podložních břidlic. Hladina podzemní vody byla zjištěna mělce pod terénem, šlo ovšem zřejmě o sezónní maximum v době jarního tání.

Inženýrskogeologické podmínky svahu jsou nepříznivé, mělká hladina podzemní vody spolu s vrstvou vysoce plastických jílu o nízké smykové pevnosti hrozí způsobit překročení stability svahu v případě jeho plánovaného přitížení. Může dojít k porušení stability svahu

v místě opěrné zdi, dále k usmyknutí nově vybudovaného svahu nad zdí nebo dokonce k ztrátě stability celého svahu včetně zdi, což by mohlo ohrozit i dům samotný. Pokud by stavebník trval na původním projektu, bylo by žádoucí svah odvodnit, což by ovšem mohlo způsobit nežádoucí změny v základové spáře (průzkum řešil jen podmínky vysvahování, nikoliv základové poměry domu). Komplexní řešení nového svahu vyztužením geosyntetiky nebo kolnými žebry by bylo velmi náročné, problémem by bylo také dosažení optimálního zhutnění násypu v prostoru pod balkónem.

Závěry posudku se zdají být relevantní a dostatečně podložené, ovšem vzhledem k tomu, že jde o posouzení úprav teprve plánovaných, bylo by možné je ověřit jen vysvahováním podle původního záměru a následným pozorováním.

3.1.30. Kaňk

Zpráva o monitoringu SDD (Drahorád, 2004)

<i>Okres</i>	Kutná Hora	
<i>Kraj</i>	Středočeský	
<i>Geologie</i>	moldanubický pluton – kutnohorský rudní revír	
<i>Stavba</i>	přízemní nepodsklepený RD s kolnou	
<i>Problém</i>	propad zásypu starého důlního díla pod kolnou	

Zájmovým objektem je rodinný dům a přilehlá kolna, pod níž během jediné noci na jaře 2003 došlo k propadu zásypu starého důlního díla. Lokalita se nachází v severní části kutnohorského rudního revíru, charakterizovaného polymetalickým zrudněním daným intruzemi moldanubického plutonu do hornin kutnohorského krystalinika (Chlupáč et al., 2002). Propad měl rozměry 7 x 5 m a byl hluboký 15 m, půdorysně byl situován přímo na předpokládaném výchozu hlavní žíly Staročeského pásma.



Obr. 60 Zborcená kolna a poškozená zadní stěna domku (Drahorád, 2004)

Domek je přízemní, nepodsklepený. Na jeho střechu přímo navazovala střecha kolny, která byla prolomena (viz Obr. 60), kolmo na zřícenou kolnu navazuje další kolna, která zůstala nepoškozena. Pokud jde o domek samotný, byla poškozena horní část zadní štítové stěny a stěna na ni kolmá byla porušena trhlinami. Propad byl zasypan kamenivem a překryt železobetonovou deskou o rozměrech 6 x 8 x 0,6 m. Nad středem propadu byla zřízena šachtice na doplňování zásypu. Bude třeba znovu vyzdít poškozené partie štítové části domku a nakonec opravit a dokrýt jeho střechu.

Posudek se zdá být relevantní, příčina poruch – staré důlní dílo – je zde ovšem již implicitně uvedena a není předmětem zkoumání.

3.1.31. Praha-Prosek

Odborné texty (Záruba a Mencl, 1974; Cílek, 1999; Pašek, 2000; Barták a Knotek, 2000; Sochůrek a Cílek, 2001; Lešner, 2004; Novotný, 2008)

Statický posudek (Gattermayerová, 2002b)

Okres	Hlavní město Praha	
Kraj	Hlavní město Praha	
Geologie	česká křídlová pánev – perucké jílovce, korycanské pískovce; spraše	
Stavba	zástavba okraje křídlové plošiny	
Problém	poddolování, blokové pohyby, problémy se sprašemi – poruchy na stavbách, propady, nová výstavba a komplikace	

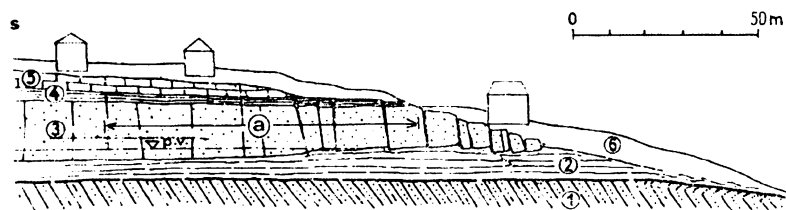
Specifické problematice výstavby na prosecké plošině je věnováno množství odborné literatury. Z hlediska lukrativity

nezastavěných oblastí s výhledem do údolí jde o území prvořadého významu, z hlediska inženýrskogeologického pak o území s velmi

složitými poměry, což vede k tomu, že IG průzkum pro novou výstavbu zde často bývá podstatně rozsáhlejší, než bývá zvykem.

Předkvartérní barrandienský podklad tvoří ordovické břidlice různých souvrství stupňů dobrotiv a beroun, na ně transgredují křídlové sedimenty okraje české křídlové pánve, o celkové mocnosti cca 30 m. Na bázi jde o perucké jílovce s uhelnými vložkami a pískovce, následují korycanské pískovce a poté bělohorské opuky, ty se ovšem nacházejí až ve větší vzdálenosti od okraje plošiny. Kvartérní pokryv je tvořen zejména svahovými sedimenty a relikty spraší.

Téměř všechny přítomné skupiny hornin byly na Proseku a v okolních čtvrtích v minulosti ve větší či menší míře a více či méně systematicky těženy jako suroviny, přičemž nejvýznamnější poddolování („prosecké podzemí“) je vázáno na korycanské pískovce, kde



14-8. Okraje křídlových návrší nejsou vhodné pro zástavbu. Pískovce jsou porušeny otevřenými trhlinami, starými svahovými pohyby, někde i podzemním dobýváním písku. 1 – ordovické břidlice, 2 – cenomanské jílovce, 3 – pískovce, 4 – turonské sliny, 5 – pevné písčité sliny (opuky), 6 – svahové sutě a násypy; a – zóna porušená podzemní těžbou pískovce.

Obr. 61 Schematický geologický řez okrajem křídlové plošiny s naznačením hlavních inženýrskogeologických problémů (Záruba a Mencl, 1974)

zasahuje až na 60–80 m od okraje směrem dovnitř plošiny. Druhou oblastí inženýrskogeologických problémů pak je stabilita svahu, zejména blokové pohyby („kerné sesuvy“) rigidních tektonicky porušených pískovců po plastickém jílovém podloží, kterými je plošina postižena až do vzdálenosti cca 100 m od okraje. Tyto pohyby, poprvé popsané Q. Zárubou ve 40. letech, lze sice označit za fosilní (jsou vázány na pleistocénní klimatické podmínky), nevhodnými zásahy do geometrie či vodních poměrů svahu ovšem mohou být oživeny. Další možné inženýrskogeologické problémy souvisejí zejména se sprašovým pokryvem (prosedání, promrzání). Shrnutí situace je patrné na Obr. 61.

Rozsah poddolování není zcela znám, jelikož řada vstupů do podzemí byla na konci 19. století zneprístupněna; hluboko v předpolí plošin se také nacházelo množství lůmků, které byly v první třetině 20. století zasypány komunálním odpadem a stále představují potenciální riziko v souvislosti s nadměrným či nerovnoměrným sedáním. Ve druhé polovině 20. století se k Proseku obrátil zájem odborné veřejnosti po několika často citovaných událostech, jako byl propad vozovky v ulici Nad Krocínkou po projetí trolejbusu (1966) či propad střední části rodinného domu v ulici U Prosecké školy (1986, dům byl posléze stržen). První z nich spolu s následným průzkumem poddolování přiměla projektanty sídliště Severní město k posunutí hranice povolené zástavby 120 m od hrany svahu.

Atraktivita území pro investory dnes vede k dalšímu rozšiřování zástavby. Projektanti sice začínají respektovat složitost IG poměrů území, ovšem přesto mnohdy podceňují význam poddolování (viz Barták a Knotek, 2000). Mnohé ze staveb v okolí obou ulic zmiňovaných výše vykazují dobře patrné poruchy (naklonění, porušení trhlinami – viz Obr. 62 a Gattermayerová, 2002b) související bezpochyby s popsávanými jevy.

Použité zdroje se ve většině údajů shodují a lze je označit za relevantní. Ke sporným bodům patří stratigrafická příslušnost pískovců tvořících „prosecké podzemí“, kde se Barták a Knotek (2000) odchyľují a uvádějí, že jde o pískovce vrstev peruckých.

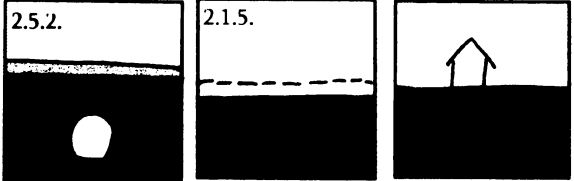


Obr. 62 Typické poruchy pozorované na okraji prosecké plošiny: naklonění (zvýrazněno) a trhliny od poklesu

3.1.32. Příbram

Repasportizace objektu (Kocábek, 2008)

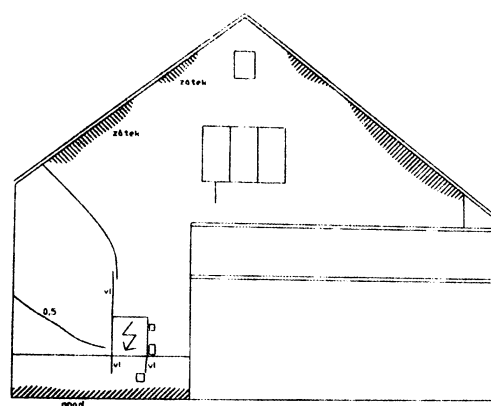
M. Šefrna, osobní sdělení

<i>Okres</i>	Příbram	
<i>Kraj</i>	Středočeský	
<i>Geologie</i>	středočeský pluton – březohorský rudní revír	
<i>Stavba</i>	dvoupodlažní nepodsklepený RD	
<i>Problém</i>	objemové změny (mělké základy), staré důlní dílo v podzemí	

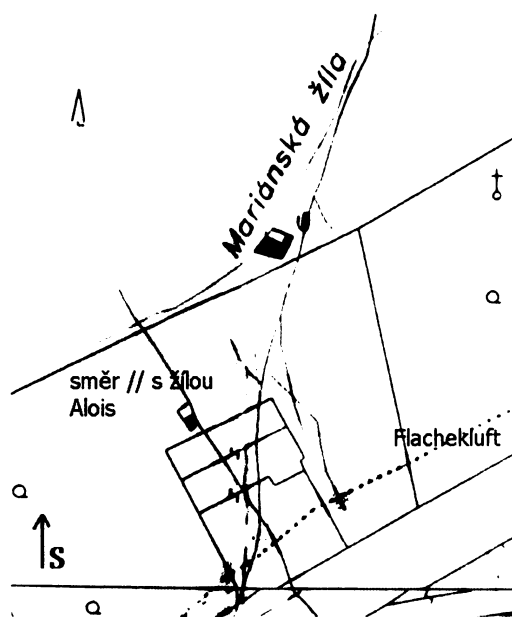
Zájemový objekt je dvoupodlažní nepodsklepený rodinný dům porušený výraznými šikmými trhlinami (viz Obr. 63) šířky až několika milimetrů, naznačujícími pokles obvodové zdi. Lokalita se nachází v březohorském rudním revíru, charakterizovaném polymetalickým zrudněním daným postorogenní hydrotermální aktivitou vázanou na středočeský pluton (Chlupáč et al., 2002). Kvartérní pokryv tvoří blíže neurčené jemnozrnné zeminy.

Podle báňských map se rodinný dům nachází na výchozu Mariánské žíly, která přes něj diagonálně prochází v místě křížení se žilnou strukturou paralelní se žílou Alois a dalšího křížení s poruchou Flachekluff (viz Obr. 64). Po té je v úrovni 1. důlního patra vyražena jedna historická chodba a v úrovni o 13 m výše („staré malé patro“) další chodba, která končí závalem západně od zájemového objektu, přičemž není vyloučeno, že za závalem pokračuje dál až pod něj. Základová spára objektu se dle provedených kopaných sond nachází v hloubce cca 0,7 m pod terénem a je tvořena objemově nestálými jemnozrnnými zeminami.

Poruchy byly klasifikovány jako staticky závažné. Na trhlinách bylo za účelem monitoringu v rámci repasportizace umístěno šest deformometrických pásků, které potvrdily probíhající rozvoj deformací. Bylo navrženo vyztužení zdí, podchycení základů objektu



Obr. 63 Poruchy na severní straně rodinného domu (Kocábek, 2008)



Obr. 64 Schematická mapa žilných struktur v okolí zájemového objektu (M. Šefrna, upraveno)

a odvedení srážkových vod z povrchu chodníku a okolí základů.

Poruchy jsou zřejmě důsledkem mělkého založení kombinovaného s možným vlivem poddolování. Dostupné materiály jsou ovšem zaměřeny především na druhý – pravděpodobně podružnější – aspekt případu a neobsahují konkrétnější popis zemin základové spáry ani přesnější analýzy možného vlivu objemových změn.

3.1.33. Rakovník

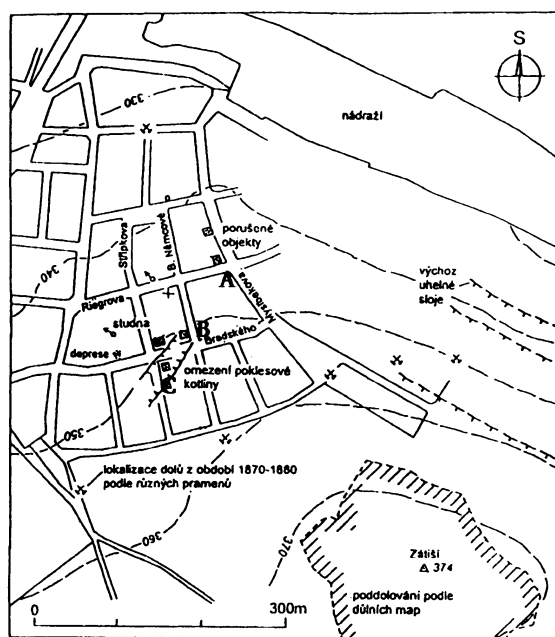
Odborný článek (Rybář, 1999)

<i>Okres</i>	Rakovník	
<i>Kraj</i>	Středočeský	
<i>Geologie</i>	kladensko-rakovnická pánev – pískovce	
<i>Stavba</i>	RD – zástavba městské čtvrti	
<i>Problém</i>	dřívější hlubinná těžba uhlí, čerpání vody – reaktivace starých deformací	

Zájemnými objekty jsou rodinné domy ve vilové čtvrti v jižní části Rakovníka, u nichž v letech 1973 a zejména 1982–1983 došlo k závažným poruchám způsobeným poklesem. Deformace v oblasti postihly rovněž studny, u nichž bylo zjištěno vychýlení směrem po svahu. Oblast města Rakovníka náleží ke kladensko-rakovnické pánvi, předkvartérní podloží je tvořeno pískovci a arkózovými pískovci s vložkami dalších klastických sedimentárních hornin a černého uhlí, které zde bylo ve 2. polovině 19. století hlubinně těženo (viz Obr. 65).

Byly dobývány dvě sloje mocné 2,5 a 0,6 m, nacházející se v hloubce 60–75 m. Lze předpokládat, že deformace nadloží byly po více než 100 letech po konci těžby již ukončeny, takže zřejmě došlo k oživení pohybů působením nějaké změny dosavadních podmínek, která nastala okolo roku 1973. Touto změnou byl nejspíše zásah

do vodního režimu lokality, který představovalo vyhloubení tří vodárenských vrtů hlubokých 73, 82 a 92 m, uskutečněné v letech 1972–1973. V suchých obdobích s negativní srážkovou bilancí (a tedy ještě zvýšeným odběrem podzemní vody) pak pravděpodobně dochází k obnově starých deformací, charakteru dotlačování zóny masivu ovlivněné poddolováním.



Obr. 65 Přehledná mapa deformací dokumentovaných roku 1983; domy zachycené na současných fotografiích (viz Obr. 66) jsou označeny písmeny (Rybář, 1999, upraveno)

Většina objektů porušených v roce 1983 byla již opravena, na několika domech v zájmové oblasti je v současnosti stále pozorovatelné porušení trhlinami, pravděpodobně ale staršího data, tedy z doby uskutečněného šetření (viz Obr. 66).

Závěry článku se zdají být relevantní.



Obr. 66 Poruchy zdokumentované v zájmovém území v roce 2008

3.1.34. Brno-město

Posouzení příčin poruch (Janovský, 1976)

<i>Okres</i>	Brno-město		
<i>Kraj</i>	Jihomoravský		
<i>Geologie</i>	náplavové hlíny		
<i>Stavba</i>	přízemní garáž s přístavkem		
<i>Problém</i>	z jedné strany založeno na původním základu – odtržení přístavku		

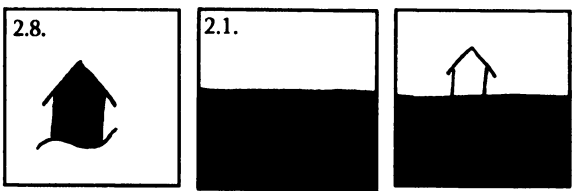
Zájmovým objektem je přízemní garáž v centru Brna, vybudovaná začátkem 20. století a několikrát přestavovaná. Před jedním garážovým boxem byl přizděn vjezd, jehož zdivo se od původního objektu oddělilo trhlinami rozšiřujícími se směrem nahoru.

Uvnitř vjezdu byla vyhloubena 1,8 m hluboká kopaná sonda, která zjistila, že přístavba je založena v hloubce 0,8 m pod úrovní podlahy v garáži, a to na šedočerných náplavových hlínách tuhé (níže měkké) konzistence, které zde pravděpodobně dosahují několikametrové mocnosti. Hladina podzemní vody nebyla zastižena. Přístavba byla z garážové strany položena na původní základ, ovšem nebyla pevněji spojena s původním zdivem. Nový základ na vjezdové straně sedal podstatně více než původní základ na garážové straně, jehož konsolidace již proběhla, takže došlo k odtržení přístavku od původního objektu. Únosnost podložních náplavových hlín navíc není vysoká a je možné, že byla již dokonce překročena v souvislosti s (nepotvrzenou) havárií vodovodu.

Závěry posudku se zdají být relevantní, pokud jde o odtržení přístavku. Související mechanismy ovšem nejsou příliš podrobně rozebrány – spíše než „oblíbené“ překročení únosnosti je možné i sedání vlivem zvýšení stlačitelnosti podzákladí podmáčením.

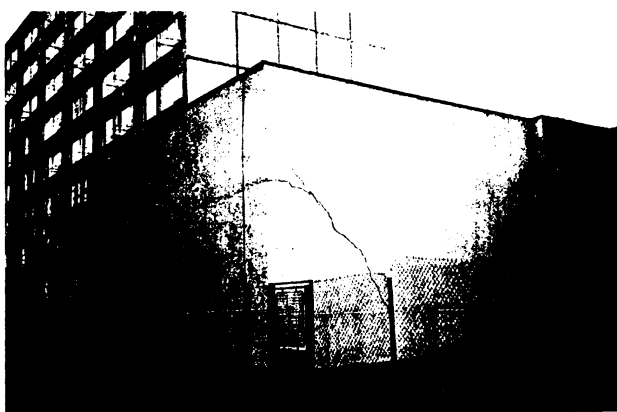
3.1.35. Odolena Voda

Statický posudek (Gattermayerová a Ježek, 2000)

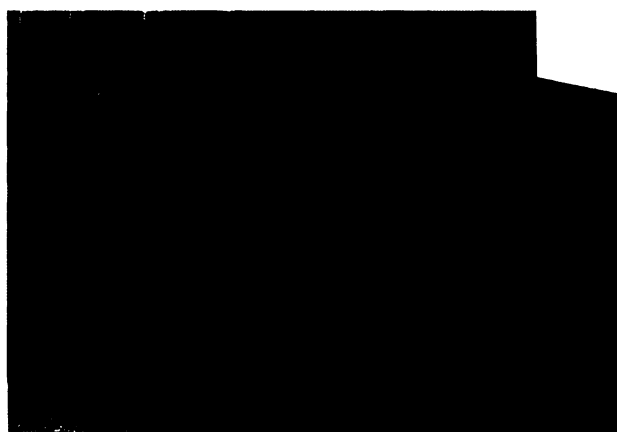
<i>Okres</i>	Praha-východ	
<i>Kraj</i>	Středočeský	
<i>Geologie</i>	česká křídová pánev – slíny	
<i>Stavba</i>	budova olejového hospodářství	
<i>Problém</i>	šterkopískový podsyp, vadná dešťová kanalizace – zřejmě „bazénový efekt“	

Zájmovým objektem je budova olejového hospodářství ze 70. let patřící ke komplexu panelových domů sídliště Malý háj v Odolena Vodě. Základová spára se dle původní dokumentace nachází v hloubce -2,95 m (viz Obr. 69) a je tvořena zvětralými slínovci až slíny bělohorského souvrství. Byla upravena šterkopískovým podsypem a 150mm podkladním betonem. V objektu se nacházejí dva tanky na lehké topné oleje, v době statického posouzení nebyly v provozu (naplněny).

V severozápadním rohu budovy se před rokem 1993 objevily šikmé trhliny svědčící o poklesu základů (viz Obr. 67). Byl vypracován a v roce 1994 realizován projekt sanace vycházející z předpokladu, že příčinou sedání je vadná dešťová kanalizace, vyplavující drobné částice z podzákladí. Postižená část budovy byla podbetonována základovými pasy a pod rohy budovy byly diagonálně vloženy ocelové nosníky. Dešťová kanalizace byla opravena. I nadále však docházelo k deformacím, rozšíření největší trhliny činilo 30 mm za zhruba pět let.

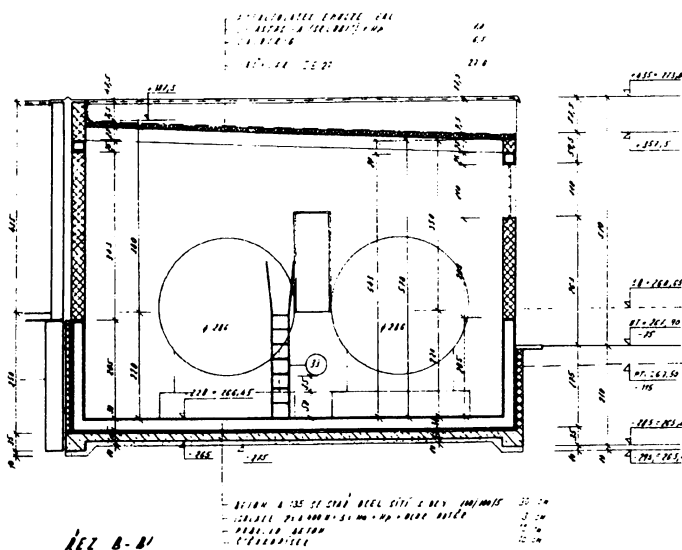


Obr. 67 Severozápadní roh objektu – vodorovná trhlinka v úrovni věnce a šikmá trhlinka nad dveřmi (Gattermayerová a Ježek, 2000)



Obr. 68 Severozápadní roh objektu – současný stav (foto L. Follprecht)

Podle autorů statického posudku stále dochází k degradaci základové spáry vodou hromadící se zde v důsledku bazénového efektu (propustný štěrkopískový podsyp a nedostatečně zhutněný zásyp v málo propustných zemínách), přičemž zdrojem vody může být i netěsný kanalizační řad. Podmáčení zemin podzákladí vede k poklesu jejich konzistence, tedy i únosnosti. Přidané sanační prvky nebyly řádně aktivovány a nezabraňují rozvoji deformací. Autoři doporučili stáhnout budovu předepjatými ocelovými lany, v případě dalšího rozvoje deformací pak případně sanovat podzákladí tryskovou injektáží.



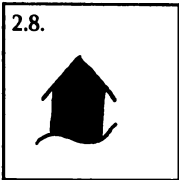
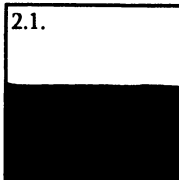
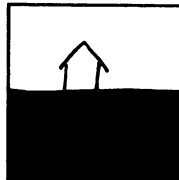
Obr. 69 Vertikální řez objektem (Gattermayerová a Ježek, 2000)

V současnosti jsou na budově stále patrné trhliny, ačkoliv původní trhliny byly zřejmě zalepeny – viz Obr. 68. Nebylo možné zjistit, zda byla v rámci sanace provedena i opatření navrhovaná autory statického posudku.

Pokles konzistence a s ním spojené zvýšení stlačitelnosti v důsledku bazénového efektu se jeví jako pravděpodobnější příčina porušení než vyplavování jemných částic vzhledem k tomu, že slíny postrádají hrubozrnný skelet, který by tento proces umožňoval. V posudku chybí informace o hladině podzemní vody. Hloubka založení vzhledem k působení sezónních klimatických změn je dostatečná. Jelikož není pravděpodobné, že by zmiňovaný pokles únosnosti dosáhl až jejího překročení, zvolila jsem obecnější piktogram pro celou skupinu 2.1., ponechávající prostor pro pravděpodobnější vysvětlení sedání nárůstem stlačitelnosti.

3.1.36. Prostřední Bludovice

IG průzkum pro posouzení příčin poruch (Ondra, 2004)

Okres	Frýdek-Místek	2.8.	2.1.	
Kraj	Moravskoslezský			
Geologie	karpatský flyš; sprašové hlíny			
Stavba	novostavba RD			
Problém	poruchy základových konstrukcí během stavby vinou degradace základové spáry			

Zájemným objektem je novostavba rodinného domu, u níž došlo již během výstavby k porušení základového zdiva (pasů). Při stavbě byla odstraněna humózní vrstva, následně byl vyhlouben cca 0,5 m hluboký výkop pro základy. Betonáž byla provedena o týden později,

přičemž předcházející noc pršelo a ke konci betonáže nastal přívalový déšť. Několik týdnů po betonáži byl na požadavek investora proveden výkop k ověření hloubky základové spáry, který obcházel okolo cca poloviny obvodu základového zdiva z vnější strany půdorysu. Tento výkop nebyl znovu zasypan. O tři měsíce později byly základy v rozích podbetonovány a rozšířeny. Po této betonáži se v základovém zdivu objevila první trhлина, později i další. Následně byl proveden IG průzkum ke zjištění příčiny poruch.

Průzkum zahrnoval provedení tří jádrových vrtů do hloubky 4–5 m a pěti vpichů, zaměření lokality a laboratorní rozbor vzorků zemin z úrovně základové spáry. Předkvartérní podloží (nebylo zastiženo) je tvořeno horninami vněkarpatských příkrovů, podzákladí je tvořeno kvartérními písky a písčitymi jíly saalského zalednění a sprašovými hlínami. Základovou půdu tvoří sprašové hlíny. Konzistence zemin byla pevná až tuhá, pouze na úrovni základové spáry tuhá až měkká, přičemž nejnižší konzistence se vyskytovala v místech, kde byl z vnější strany vyhlouben ověřovací výkop. Podzemní voda základové poměry neovlivňuje, byla zjištěna v hloubce 4,5 m pod terénem, kde je vázána na písčitou vrstvu.

Při stavebních pracích došlo k degradaci zemin základové spáry v mocnosti cca 20 cm, a to v době jednak mezi prvním výkopem a betonáží, jednak mezi provedením ověřovacího výkopu a IG průzkumem. Jedním vpichem byla také zjištěna velmi nízká objemová hmotnost základové půdy, což naznačuje, že došlo k přehloubení výkopu, který byl následně před betonáží dosypán nez hutněným výkopkem.

Závěry posudku se zdají být relevantní.

3.2. Nově zkoumané případy

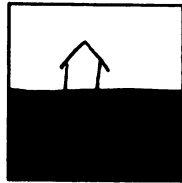
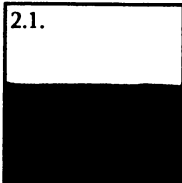
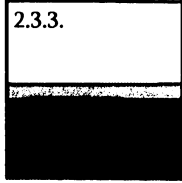
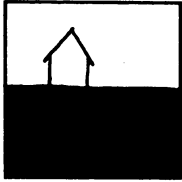
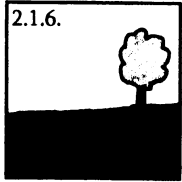
V této části jsou stejnou formou jako u archivních případů uvedeny mnou nově popsané případy, které jsem získala a zkoumala sama. Zdrojem případů byli zejména mí známí – někteří měli sami dům, na němž se vyskytla nějaká porucha, další mi poskytovali informace o domech s trhlinami ve svém okolí, porušené objekty jsem také sama aktivně vyhledávala na vytipovaných lokalitách. S jedním případem jsem se seznámila v rámci zakázky, na níž jsem spolupracovala se společností Stavební geologie – Geotechnika, a.s., na další mě upozornil doc. K. Drozd. Případy v této kapitole rovněž představují výběr ze všech nashromážděných případů – mnohdy se totiž nakonec ukázalo, že ve studovaném případě došlo k poruchám pravděpodobně nikoliv z inženýrskogeologických příčin. Příkladem takových poruch je případ Tuhaň (3.2.6.), který byl do práce zařazen jako poučná demonstrace chybné úvahy nabízející se geologovi bez stavebního vzdělání.

V záhlaví každého případu je obdobně jako v předchozí části uveden seznam pramenů, použitých zde ovšem výhradně ke zjištění geologických poměrů širšího zájmového území (s výjimkou případů Jáchymov, 3.2.3., a Praha-Střešovice, 3.2.5.). Stavebně technické aspekty případů jsem konzultovala s ing. L. Dostálem. Všechny lokality jsem osobně navštívila. Na závěr každého případu jsem se pokusila stanovit hlavní příčiny poruch – na rozdíl od archivních případů jsem ovšem neměla možnost provést kopané sondy či jádrové vrty k ověření svých navrhovaných hypotéz, a tak předložené „pasporty“ jednotlivých případů hrají roli spíše posudků etapy předběžného průzkumu.

3.2.1. Praha-Kobylisy

IG mapa 1 : 5 000 (Šimek, 1982, 1983)

IG průzkum (Follprecht, 2008; Follprecht a Špaček, 1996)

<i>Okres</i>	Hlavní město Praha	2.1.	2.3.3.	
<i>Kraj</i>	Hlavní město Praha			
<i>Geologie</i>	zdíbské stadium – písky a hlinité písky; šterková navážka			
<i>Stavba</i>	nepodsklepený jednopodlažní objekt			
<i>Problém</i>	několik hypotéz o příčině poruch: vysušení podzákladí kořeny topolů, snížení konzistence podzákladí vodou z okapu, heterogenita podzákladí – zavezená písčovina; většina domněnek ovšem vyvrácena archivní rešerší		2.1.6.	
				

Zájemným objektem je porušený jednopodlažní nepodsklepený objekt (viz Obr. 70) v areálu Dopravního podniku hlavního města Prahy, situovaný v rovinatém území kobylišké vozovny. Předkvartérní podloží je budováno horninami kralupsko-zbraslavské skupiny barrandienského proterozoika, v jejich nadloží se vyskytují křídové reliktů bělohorského

a perucko-korycanského souvrství. Obě starší formace jsou překryty terciárními fluvialními písky a šterky a lakustrinními písky s čočkami jílu zdíbského stadia, které v širším území dosahují maximální mocnosti 40 m. Kvartérní pokryv je mocný 2–4 m, tvoří jej zejména spraše a gravitačně rozvlečené zvětraliny křídových hornin.

Objekt je z východní, kratší strany porušen výraznou šikmou trhlinou naznačující pokles severního rohu, ze severní, delší strany pak méně rozevřenými, různorodými, převážně subvertikálními trhlinami. Všechny trhliny jsou dle sdělení správcové objektu staršího data a minimálně posledních deset let se nerozšiřují.

Objekt je z obou postižených stran obklopen stromy: na východní straně se ve vzdálenosti cca 3–5 m vyskytovaly tři vzrostlé topoly (viz Obr. 71), které byly



Obr. 70 Východní stěna zájmového objektu, stav v roce 2009

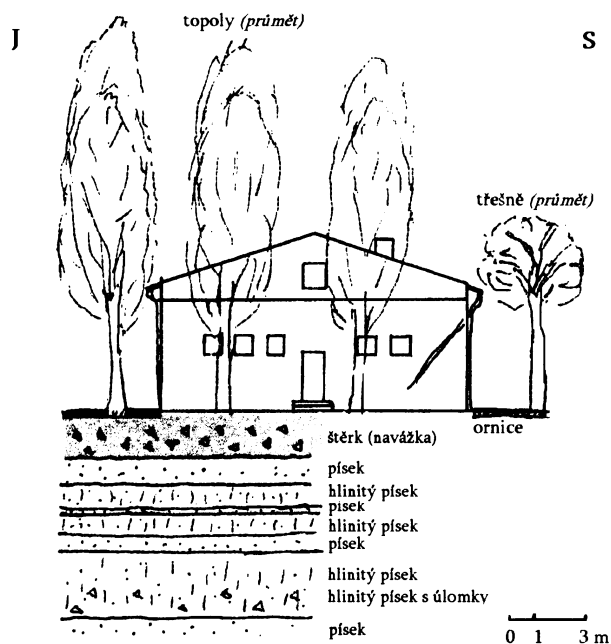


Obr. 71 Detail šikmé trhliny ve východní stěně (stav v roce 2008)

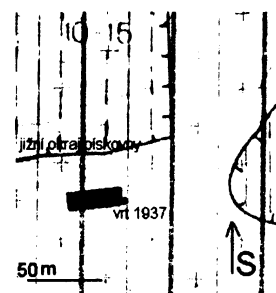
vykáceny mezi návštěvou lokality v létě 2008 a na jaře 2009, na severní straně se nalézají dvě třešně, vzdálené zhruba 2–2,5 m od objektu. Takováto konfigurace by naznačovala možnost objemových změn (vysychání) působením kořenů stromů – tato lákavá hypotéza by ovšem působila přesvědčivěji, kdyby byla velká šikmá trhlina situována nad jižním rohem, na straně přivrácené k topolům (viz Obr. 72). Pokles rohu lze možná důvěryhodněji vysvětlit naopak podmáčením a poklesem konzistence podzákladí vodou vytékající z okapu, který je právě v tomto místě zaústěn. (U jižního rohu je ovšem také situován okap a tento roh očividně nepoklesává.)

Obě vysvětlení ale v podzákladí předpokládají přítomnost jemnozrnných zemin citlivých na změny obsahu vody. Podle archivního vrtu popsáno Q. Zárubou v roce 1937 (in Šimek, 1983, pražské dokumentační číslo 3) a situovaného přibližně mezi prostředním z topolů a zájmovým objektem (viz Obr. 73) se ovšem pod vrstvou ornice nacházela 1,5 m vrstva štěrkového násypu („násyp – štěrk – (překopaný)“) a pod ní ještě 1,1 m písku (viz Obr. 72). Rok výstavby objektu není znám a nebyla k dispozici projektová dokumentace, lze ale předpokládat, že stavba je pozdějšího data než vrt. Již zkonsolidovaný štěrkový násyp je pro tento typ stavby jako základová půda plně vyhovující a je tedy velmi pravděpodobné, že na něm byl objekt také založen. Pokles podzákladí vlivem změn vlhkosti by tak byl vyloučen. Podle sdělení správce objektu zde také nikdy nebyly problémy s vlhkostí stěn.

Další hypotézou vysvětlující pokles severovýchodní části objektu je laterální heterogenita podzákladí daná přítomností málo ulehlých navážek. Zhruba 25 m severně od severní stěny objektu se totiž podle Šimka (1982) nachází jižní okraj bývalé pískovny (viz Obr. 73), která byla etážovitě vytěžena až do hloubky 10–15 m a později zavezena stavební sutí, popelem a hlínou s úlomky hornin. Mocnost a charakter navážek v této pískovně ovšem nedávno zkoumali Follprecht a Špaček (1996) a Follprecht (2008) a nic nenasvědčuje tomu, že by Šimkovy (1982) údaje týkající se vymezení této pískovny byly nesprávné (L. Follprecht, ústní



Obr. 72 Schematický řez podzákladím v měřítku 1 : 300 /300 s použitím archivního vrtu z roku 1937 (Šimek, 1983); topoly jsou do roviny řezu promítnuty od východu, třešně od západu



Obr. 73 Výřez IG mapy 1 : 5 000 s vyznačením zájmového objektu, vrtu z roku 1937 a pískovny (Šimek, 1982, upraveno)

sdělení). Lze tedy předpokládat, že nezasahuje až pod zájmový objekt.

Zřejmě již poslední hypotézou je účinek otřesů od dopravy, je ovšem sporné, zda jimi lze přítomnost poruch vysvětlit beze zbytku. Pro další úvahy o možných inženýrskogeologických příčinách poruch by bylo nezbytné získat přesné informace o stavbě (případně konzistenci) podzákladí, a to zejména v okolí zmiňovaného okapu v severovýchodní části objektu. Majitel objektu ovšem nepovolil ani vstup na pozemek, ani provedení byť jen ruční zarážené sondy.

3.2.2. Javoří

IG průzkum (Záleský, 1979)

Hydrogeologický průzkum (Šula, 1964; Jánský a Šedivý, 1972)

<p><i>Okres</i> Klatovy <i>Kraj</i> Plzeňský <i>Geologie</i> moldanubikum – ruly pestré série; jílovitopísčité svahové hlíny <i>Stavba</i> nepodsklepené chalupy v obci v mírném svahu <i>Problém</i> mělké založení v laterálně heterogenním prostředí ve svahu, vysoká hladina podzemní vody, absence tuhého prvku v příčném směru konstrukce</p>	
---	--

Zájmovým objektem je malá nepodsklepená chalupa (viz Obr. 74) z roku 1937, situovaná v horní části táhlého svahu na okraji obce Javoří u Velhartic na Klatovsku. Předkvartérní podloží je tvořeno pararulami až migmatity pestré série moldanubika, severně od obce se nachází okraj středočeského plutonu. Kvartérní pokryv je tvořen svahovými písčnými až jílovitopísčnými hlínami s úlomky podložních hornin, jejichž mocnost se v širším zájmovém území pohybuje v rozsahu 1–2 m, výjimečně přes 3 m (Záleský, 1979; viz Obr. 76). Chalupa byla ve štítové zdi porušena trhlinou naznačující pokles základů na spodní straně. Obdobné poruchy lze pozorovat i na ostatních staveních v obci.



Obr. 74 Chalupa při pohledu od východu – stav po opravě porušené štítové zdi

Podle tvrzení místních obyvatel jsou poruchy způsobeny sesuvem. Z regionálně inženýrskogeologického hlediska ovšem sesuvné pohyby nejsou v krystaliniku běžným jevem,

území není vedeno jako sesuvné v registru ČGS – Geofondu a ani vcelku pravidelná morfologie terénu (viz Obr. 75) tomuto názoru nepřináší velkou podporu.

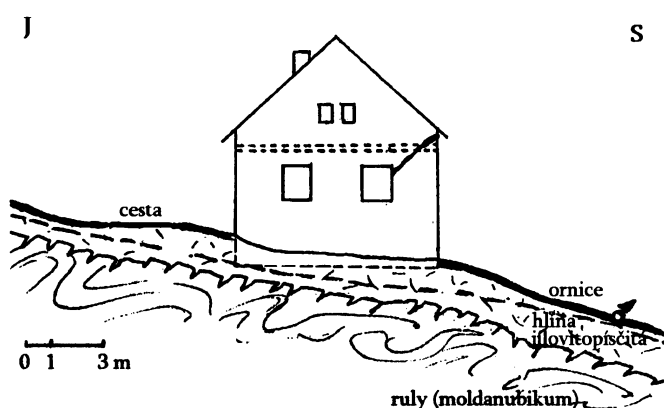
Z rekognoskace okolí porušených objektů a rozhovorů se starousedlíky ale vyplývá, že hladina podzemní vody, vázaná na kvartérní pokryv, se v obci nachází poměrně mělce pod terénem (viz též Záleský, 1979) – podle sdělení majitele přímo pod zájmovým objektem bývala studánka a některá místa na parcele ve vlhčích obdobích údajně nabývají charakteru „bažiny“.

Dalším významným faktem je skutečnost, že chalupa je velmi mělce založena – podle sdělení majitele se základy na spodní straně nacházejí téměř na úrovni terénu, což při daném sklonu svahu znamená na horní straně založení v hloubce cca 1 m. Vysoká a kolísající hladina podzemní vody ve spojení s mělkým založením na spodní straně naznačuje možnost objemových změn – vysychání či promrzání. Trhliny na všech objektech v obci jsou ovšem očividně staršího data, jak potvrzují i místní obyvatelé, a údajně se již dlouhou dobu nerozšiřují, což ukazuje spíše na pokles jednorázový v době po dokončení stavby. Jeho příčinou by mohla být laterální heterogenita základové půdy vyplývající ze založení ve svahu: buď rozdíl přímo v typu základové půdy (ruly v horní části a svahoviny ve spodní části), nebo v její ulehlosti a předkonsolidaci dané mocností nadloží odstraněného při výkopových pracích.

Z analýzy poruch stavení v obci vyplývá, že porušené objekty obecně postrádají ztužující prvek v příčném směru – kromě šikmých trhlin nad spodním rohem štítových zdí byly zaznamenány i trhliny prokazující pokles také horního rohu (viz Obr. 77).



Obr. 75 Morfologie terénu pod obcí (zástavba je zachycena v levé části snmku)



Obr. 76 Schematický geologický řez v měřítku 1 : 300 / 300 s vyznačením polohy nyní již zalepené trhliny a ocelové tyče přidané do štítové zdi; mocnost kvartéru dle Záleského, 1979



Obr. 77 Jiná chalupa v obci, se šikmými trhlinami nad oběma rohy štítové zdi

Nedostatečná tuhost v příčném směru je zřejmě hlavní příčinou velké zranitelnosti staveb, ať již bylo nerovnoměrné sednutí vyvoláno kterýmkoliv z popsanych mechanismů. Pro lepší porozumění problému by bylo vhodné kopanými sondami ověřit způsob založení, typ a konzistenci základové půdy na spodní i horní straně, k zabezpečení chalup je ovšem zřejmě postačující sanace „naslepo“ přidáním tuhého prvku do štítových zdí. Tato metoda byla před několika lety použita i v případě zájmového objektu, podle všeho úspěšně. Druhou variantou řešení by pak bylo podezdění na nezámraznou hloubku.

3.2.3. Jáchymov

Zakázka – projekt opravy zabezpečení SDD (Stavební geologie – Geotechnika, a.s., 2008)

Z důvodu nutnosti přísné ochrany soukromí nejsou uvedeny žádné údaje umožňující identifikaci objektu. Zdrojem informací byly materiály poskytnuté společnosti Stavební geologie – Geotechnika, a.s. výhradně pro účely zakázky, na níž jsem spolupracovala.

<i>Okres</i>	Karlovy Vary	
<i>Kraj</i>	Karlovarský	
<i>Geologie</i>	plášť krušnohorského plutonu – svory; svahové hlíny	
<i>Stavba</i>	dvoupodlažní dům pod svahem s opěrnou zdí, se sklepem (mimo půdorys) přecházejícím ve staré důlní dílo	
<i>Problém</i>	vliv zabetonování SDD na vodní režim lokality; tlak opěrné zdi na dům prostřednictvím spojovací zídky; stabilita opěrné zdi vzhledem k SDD v jejím podzákladí	

Zájmovým objektem je historický dvoupodlažní řadový dům s pozdější dvorní přístavbou, situovaný u paty svahu s uliční opěrnou zdí. Dům není podsklepený, ale je propojen se sklepními prostory ležícími mimo jeho půdorys směrem do svahu. Nejvzdálenější část



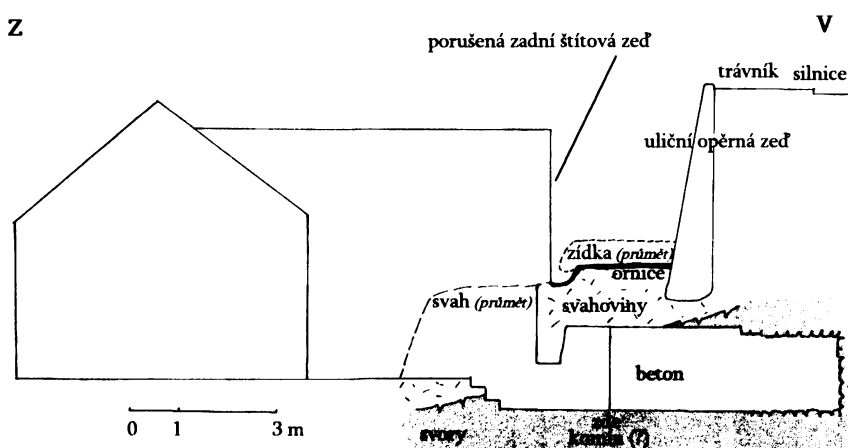
Obr. 78 Dvorní trakt objektu s poškozenou štítovou zdí, odsekaná spojovací zídka a uliční opěrná zeď

sklepních prostor má charakter starého důlního díla a pro účely této práce bude označována jako SDD. V rámci zabezpečování a likvidace SDD v 90. letech byla vyplněna betonovou plombou zasahující až na úroveň cca 1 m od vstupu (viz Obr. 79). Následně byly v zadní štítové zdi domu zjištěny trhliny a zvýšená vlhkost.

Předkvartérní podloží je tvořeno biotitickými fylitickými svory a kvarcicity jáchymovského souvrství. Je pravděpodobné, že prostor SDD se nalézá na výchozu žíly Becken, která obsahovala zejména ryzí stříbro a dále rudy kobaltu, olova a uranu. Kvartérní pokryv tvoří svahové hlíny s úlomky metamorfitů, o mocnosti pravděpodobně do 2 m. Území je hustě zastavěno, terén širšího zájmového území byl pravděpodobně upraven navážkami ze starých odvalů. Vodní režim širšího zájmového území je významně ovlivněn důlní činností, která sama zase souvisí s přítomností tektonických poruch a žilných struktur, určujících charakter proudění v puklinovém prostředí.

Trhliny v zadní štítové zdi objektu jsou pravděpodobně v přímé souvislosti se spojovací zídka, která tvoří terénní stupeň mezi horní částí parcely zájmového objektu a parcelou sousedící ze severní strany (viz Obr. 78 – za plotem) a v době vzniku trhlin zároveň propojovala štítovou zeď s uliční opěrnou zdí. Betonáž plomby SDD byla provedena vrtem ve stropě SDD, přičemž vozy těžké techniky popojížděly po pruhu trávníku vedle silnice nad opěrnou zdí (viz Obr. 79). Toto nadměrné zatížení bylo prostřednictvím spojovací zídky přeneseno do štítové zdi, která na takové namáhání nebyla projektována. Rozvoj trhlin se postupem času uklidnil, spojovací zídka byla v roce 2008 od štítové zdi odsekána.

Sama stabilita uliční opěrné zdi je pak dalším aspektem problému. Opěrná zeď je již starší a není v ideálním technickém stavu. Způsob založení není znám, ovšem přítomnost dutiny v podloží ve věci stability zdi zřejmě hraje klíčovou roli. Původní projekt zabezpečení SDD předpokládal pouhé uzavření jeho vchodu zdi. Při jedné z návštěv lokality ovšem byl zaznamenán náhlý výskyt trhlin ve stropě SDD a z důvodu obav o stabilitu opěrné zdi bylo rychle rozhodnuto vyplnit podzemní prostory betonem. Pokud by se v budoucnu uvažovalo o odstranění betonové plomby, bylo by nutné nejprve uspokojivě vyřešit stabilitu opěrné zdi.



Obr. 79 Schematický řez (syntéza všech dostupných materiálů) v měřítku 1 : 150 / 150; zídka je do roviny řezu promítnuta od severu, svah pod uliční opěrnou zdí od jihu

Posledním z hlavních aspektů problému je vodní režim lokality. Vzhledem k tomu, že vlhkost ve zdech dvorní přístavby se objevila až po vyplnění SDD betonem, je třeba zkonstatovat, že pravděpodobně došlo ke změně způsobu proudění vody ve svahu za domem. Geofyzikální průzkum indikoval možnou přítomnost starého důlního komína v prostoru za vchodem do SDD. Ten mohl dříve sloužit jako drenážní cesta pro podpovrchovou vodu stékající svahem. Při betonáži bylo zřejmě ústí komína (pokud existoval) částečně zaneseno, částečně přímo zakryto betonovou plombou, a výskyt vlhkosti v prostoru před plombou naznačuje, že v současnosti jím rozhodně žádná voda do jáchymovského důlního komplexu odváděna není.

Je sporné, zda betonová plomba současně působí také vzduť podzemní vody. Pokud existuje mělký horizont vázaný na přípovrchovou rozpukanou zónu svorů a propustnější partie kvartérního pokryvu, mohl by skutečně být přítomností plomby ovlivněn, pro (ne)propustnost betonu je ovšem určující jeho kvalita, a ta zde není známa. Podezření, že beton je oproti projektu velmi hubený, blíží se spíše písku a voda jím tedy může proudit, by mohly potvrzovat výkvěty na líci plomby (viz Obr. 80). Pokud by nicméně výplň plomby byla kvalitní a opravdu působila vzduť vody, bylo by před jejím odstraněním třeba zvážit, nakolik tím bude dotčena stabilita uliční opěrné zdi. Proto bylo jako sanační řešení navrženo provedení vějíře odvodňovacích vrtů přes betonovou plombu a svedení vody stagnující v prostoru před plombou do sběrné jímky.



Obr. 80 Výkvěty na líci betonové plomby a voda stagnující na podlaze za vchodem do SDD

3.2.4. Dolní Zimoř

Hydrogeologický průzkum (Kněžek, 1967)

<i>Okres</i>	Mělník			
<i>Kraj</i>	Středočeský			
<i>Geologie</i>	česká křídová pánev – pískovce; jílovité fluviální sedimenty			
<i>Stavba</i>	nepodsklepený dvoupodlažní RD a starší chalupy v obci			
<i>Problém</i>	havárie vodovodu – objemové změny, pokles konzistence; dvojité zdi RD, vnější zeď založena velmi mělce, rekonstrukce – vytápění přeneseno do podlahy			

Zájemným objektem je dvoupodlažní nepodsklepený rodinný dům postavený přibližně v roce 1996 (viz Obr. 81). Dům se nachází v mírném svahu pod silnicí na okraji obce Dolní Zimoř na

Kokořínsku. Obec leží v úzkém údolí bez pravidelné vodoteče (ale v jeho nejnižší části byla vyhloubena meliorační rýha).

Předkvartérní podklad tvoří křemenné pískovce křídového stáří, vystupující na povrch ve strmých svazích údolí, kvartérní pokryv sestává z jejich eluvií a fluvialních sedimentů dnes již zaniklého

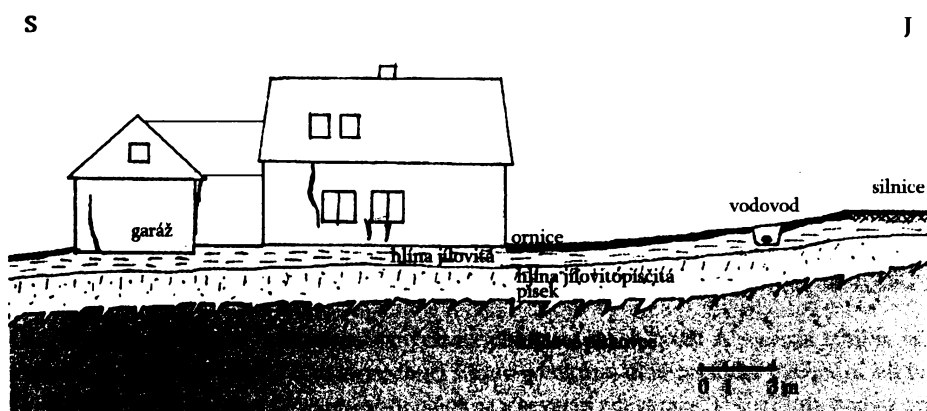


Obr. 81 Zájmový objekt z pohledu od jihovýchodu s vyznačením polohy poruch zachycených v detailu na Obr. 83

přítoku Liběchovky, který údolí vyhloubil. Dům v době okolo roku 2003 prošel kompletní rekonstrukcí, přičemž hned první zimu poté vznikly tenké trhliny v nově omítnutých interiérech. Výraznější subvertikální trhliny na vnější straně budovy jsou údajně již staršího data. Za posledních pět let, kdy dům obývají noví majitelé, se žádné z trhlin (viz Obr. 83) zřejmě již nerozšířily. Obdobné poruchy vykazuje i řada dalších (starších) stavení v obci.

Složení kvartérního pokryvu je podle sdělení majitelů domu přibližně následující: 0–0,25 m ornice; 0,25–0,7 m hlína jílovitá žlutá; níže hlína jílovitopískitá šedá přecházející v písek (viz Obr. 82). Mocnost kvartérního pokryvu je podle archivního vrtu HJ-31 (Kněžek, 1967), situovaného ve stejném údolí asi 1 km směrem na východ, přibližně 2 m. Způsob založení objektu není znám, ale je pravděpodobné, že je založen plošně na jílovitých až jílovitopískitých hlínách, přičemž garážová část zřejmě spočívá o něco hlouběji než obytná, jak naznačuje i mírný výškový rozdíl jejich podlah. Hladina podzemní vody se zřejmě nachází až v křídových horninách (ve vrtu HJ-31 postupně nastoupala do hloubky 10,5 m pod terén; místní obyvatelé nepřítomnost mělké podzemní vody potvrzují) a základové poměry neovlivňuje. V obci je ovšem dlouhodobě havarijní stav místního vodovodu, přímo na zájmové parcele zhruba 10 m nad domem se prý dokonce delší dobu (až do provizorní opravy) vyskytovala „zahradní studánka“ v místě obzvlášť velkého otvoru v potrubí vodovodu.

V roce 2009 se majitelé domu rozhodli odkrýt podzákladí jižní štítové zdi domku



Obr. 82 Schematický geologický řez v měřítku 1 : 300 / 300, podle informací od majitelů domu

a opatřit je izolační fólií, aby zamezili vzlínání vlhkosti z porušeného vodovodu, které tuto zeď postihuje nejvíce. Když odstranili betonový chodníček, kterým byl dům obklopen, zjistili, že zeď domu je ve skutečnosti dvojitá – vnitřní zeď je založena zřejmě v obvyklé hloubce, zatímco vnější zeď, oddělená spárou, byla vyžděna přímo na betonovém chodníčku. Výkopové práce byly zastaveny, další pokračování bude muset být spojeno s postupným podezdíváním vnější zdi. Lze předpokládat, že obdobným způsobem byly postaveny i ostatní zdi domku, pravděpodobně za účelem tepelné izolace. Podle všeho se nejedná o dodatečnou úpravu z doby rekonstrukce, dům byl takto zřejmě již postaven. Rekonstrukce v roce 2003 ovšem přinesla jinou významnou úpravu: topná tělesa v přízemí byla zrušena a byla nahrazena vytápěním zabudovaným do podlahy.

K přesnému posouzení příčin poruch by bylo třeba ověřit přesný způsob a hloubku založení vnitřní zdi a charakter a konzistenci zemin v základové spáře v obytné i garážové části. Lze ovšem předpokládat, že došlo k alespoň částečné degradaci (pokles konzistence, případně sufoze) jemnozrnných zemin zejména v jižní části podzákladí vodou ze „studánky“. Mělce založená vnější zeď bezpochyby podléhá jak vlivu podmáčení, tak i vlivu promrzání, případně vysychání, což vysvětluje výrazné trhliny z vnější strany domku. Pokud od sebe nejsou obě zdi důsledně odděleny, fungují jako celek postižený nerovnoměrným sedáním, což by vysvětlovalo jemnější trhliny v interiéru. Je také pravděpodobné, že vytápění v podlaze celkovou situaci ještě více zhoršuje.

Vliv může mít i různá hloubka založení v obytné a garážové části – tento postup se sice u staveb ve svahu používá právě k homogenizaci přitížení zemin v různých částech základové spáry, zde ovšem jde o svah dosti mírný a není jisté, zda toto opatření není spíše kontraproduktivní, vzhledem k tomu, že obě části pravděpodobně nejsou oddílatovány. Je možné, že i vnitřní zeď je založena dosti mělce – to je ostatně podle tvrzení starousedlíků příčina porušení ostatních, starších staveb v obci (viz také případ Javoří, 3.2.2.). V každém případě ovšem není třeba pouštět se do nákladných sanačních opatření na zajištění stability, pokud se prokáže, že rozvoj poruch se skutečně již zastavil (L. Dostál, ústní sdělení). Dlouhodobým úkolem prvořadého významu je především rekonstrukce vodovodní sítě.

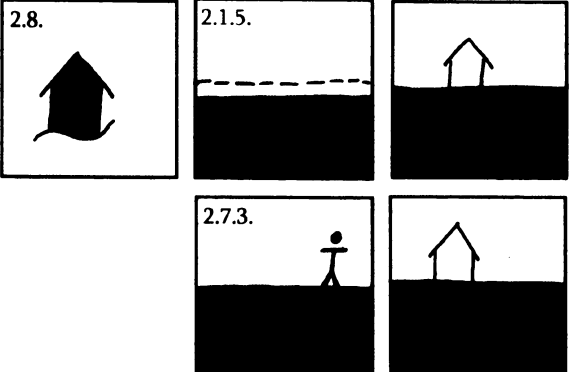


Obr. 83 Příklad poruch dokumentovaných na objektu v roce 2008: A – svislá trhlina ve styku obytné části a garáže, B – trhlina vevnitř domku vedoucí šikmo od okna a dolů na styku východní zdi obytné části a příčky, C – široká trhlina vedoucí šikmo nahoru od okna v severní zdi garáže, D – trhliny pod oknem v jižní štítové zdi

3.2.5. Praha-Střešovice

Projekt sanace (Poloprudský, 2003)

IG mapa 1 : 5 000 (Králová a Havlíček, 1971a, b)

Okres	Hlavní město Praha	
Kraj	Hlavní město Praha	
Geologie	Barrandien – letenské břidlice; písčitojílovité svahové hlíny s úlomky	
Stavba	funkcionalistická vila ve svahu	
Problém	nehodně umístěná okna, chybějící pozední věnec, jen částečně podsklepeno, nekvalitní stavební materiály; možná též objemové změny v podzákladí po svedení nedalekého potoka do kanalizace	

Zájemným objektem je porušená funkcionalistická vila z let 1934–1935 situovaná v mírném svahu v Praze-Střešovicích.

Předkvartérní podklad tvoří ordovické břidlice letenských vrstev Barrandienu, kvartérní podklad sestává ze svahových jílovitých až písčitojílovitých hlín s úlomky o mocnosti 2–4 m. Hladina podzemní vody se nachází v hloubce 0–2 m (Králová a Havlíček, 1971a; viz Obr. 85).



Obr. 84 Současný stav východní stěny a stav v roce 2003 (Poloprudský, 2003)

Vila byla zřejmě nedlouho po výstavbě porušena řadou trhlin zejména ve východní stěně (viz Obr. 84), které se podle sdělení současných majitelů od té doby zvětšovaly pouze minimálně. Je částečně podsklepena a při stavbě byl údajně použit stavební materiál špatné kvality za účelem minimalizace nákladů. V ulici lze zaznamenat mírné vyklonění zídek plotů.

Poruchami podobného charakteru jako u zájmového objektu jsou postiženy i některé další domy v ulici (veškerá zástavba zde pochází z přibližně stejného časového období). Podle místních obyvatel jde buď o následky sesuvu, nebo o důsledek vysušení podzákladí po svedení bývalého Hradního potoka, který v těchto místech údajně ještě v 1. polovině 20. století protékal, do kanalizace. Sesuv je vysvětlením značně nepravděpodobným jak z důvodů morfologických, tak i vzhledem k absenci jakýchkoliv zmínek v odborné literatuře i v registru ČGS – Geofondu. Existenci Hradního potoka by bylo třeba prokázat nebo vyvrátit hlubším studiem pragensí, historická mapa z II. vojenského (Františkova) mapování v letech 1836–1852, dostupná na internetu na <http://oldmaps.geolab.cz>, opravdu naznačuje existenci

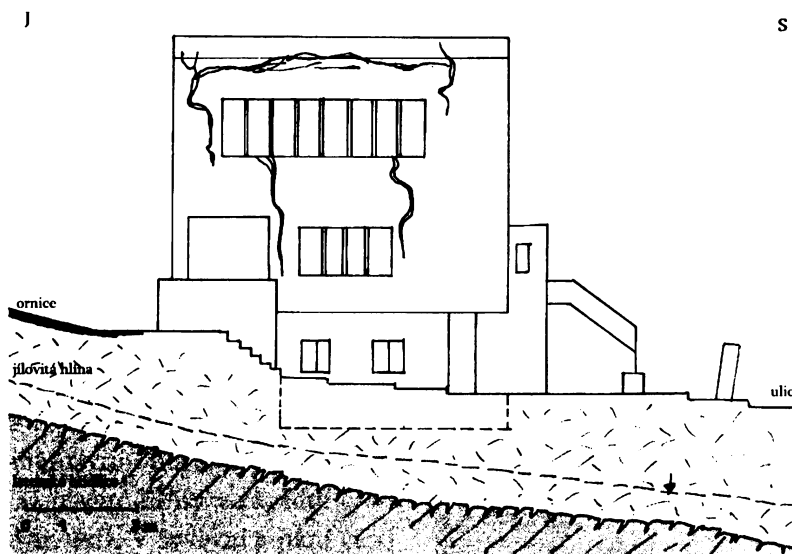
blízkého toku pramenícího na vrcholku střešovické vyvýšeniny (viz Obr. 86). Pamětníci se každopádně shodují, že v době výstavby vil v ulici byly všechny pozemky i sklepy „promoklé“, zatímco dnes vlhkost ve sklepech sice do jisté míry přetrvává, ovšem pozemky nevykazují výrazně zvýšenou vlhkost.

Původní stavební výkresy zapůjčené majiteli objektu ani

projekt sanace vypracovaný v roce 2003 (Poloprudský) nezmiňují hloubku založení ani složení podzákladí. Nelze vyloučit, že na vznik a rozvoj poruch mají vliv podložní jílovité zeminy (svahoviny nebo zvětralé partie břidlic) působením objemových změn. Heterogenita vlivem založení v odřezu je oproti tomu pravděpodobně alespoň částečně eliminována neúplným podsklepením, při němž hloubka založení zřejmě stupňovitě kopírovala povrch terénu, a tedy i předkvartérního podkladu.

Za zásadní příčinu poruch je ovšem třeba považovat stavební aspekty případu – nekvalitní stavební materiály, pravděpodobně též nedokonalé provedení stavebních prací a především vadný projekt, vykazující chyby typické pro stavby z tohoto období. Výrazná vodorovná trhлина v horní části objektu je jednoznačně dána absencí pozedního věnce zabraňujícího deformacím vlivem cyklického promrzání atikového zdiva (Poloprudský, 2003), svislými trhlinami se projevuje nevhodné umístění oken (L. Dostál, ústní sdělení).

Pro sanaci objektu je tedy podstatné především zvýšení jeho tuhosti stažením ocelovými prvky a zateplení ke snížení vlivu promrzání. Kopanou sondou ve sklepě a u nepodsklepené části objektu by bylo možné ověřit charakter a konzistenci podzákladí, ovšem obdobně jako v případě Javoří (3.2.2.) by šlo spíše o uspokojení akademického zájmu, neboť postačující zřejmě bude provedení sanace „naslepo“. Trhliny byly podle sdělení majitelů před několika lety provizorně zalepeny, následovat bude jejich definitivní zabezpečení a zateplení objektu.





Obr. 85 Schematický geologický řez v měřítku 1 : 200 / 200, s vyznačením trhlin zdokumentovaných Poloprudským v roce 2003



Obr. 86 Střešovice a okolí, stav v letech 1836–1852, s vyznačením přibližné polohy zájmového objektu (<http://oldmaps.geolab.cz>, upraveno)

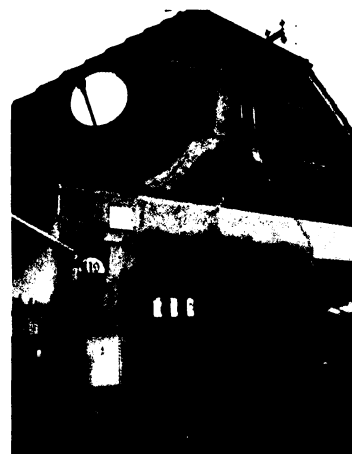
3.2.6. Tuhaň

Geologická mapa 1 : 50 000 (Holásek, 1988)

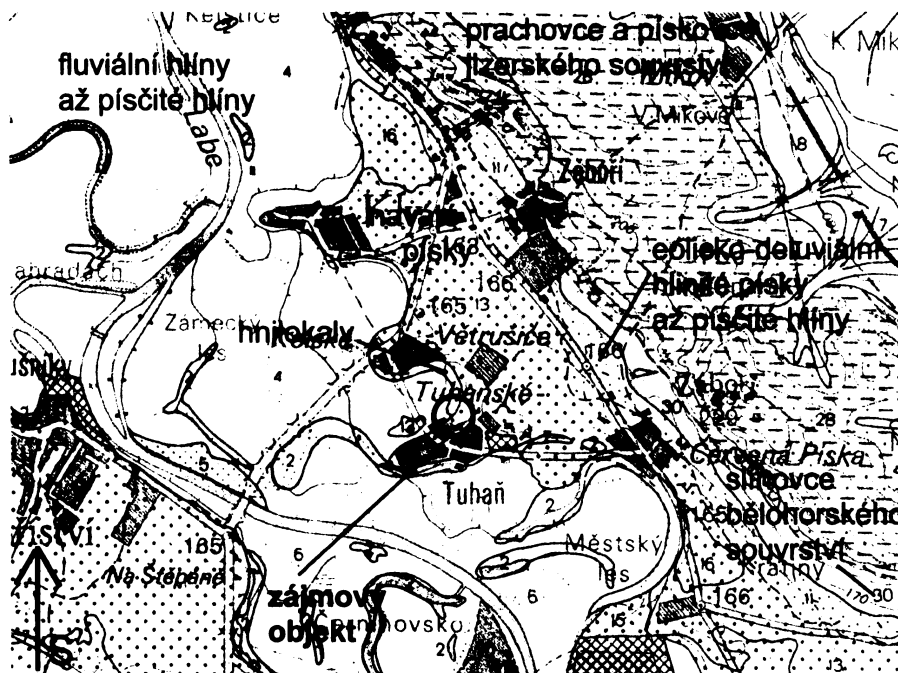
<i>Okres</i>	Mělník	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">2.8. </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"></div> </div>
<i>Kraj</i>	Středočeský	
<i>Geologie</i>	česká křídová pánev; fluviální sedimenty Labe	
<i>Stavba</i>	RD	
<i>Problém</i>	poruchy v důsledku vybourání vchodu; možnost chybné interpretace vzhledem k náplavům starého meandru Labe	

Zájmovým objektem je jednopodlažní rodinný dům v severní části obce Tuhaň, situované v nivě Labe. Předkvartérní podloží tvoří křídové sedimentární horniny, kvartérní pokryv budují fluviální hlíny až písčité hlíny v západní části obce a naváté písky ve východní části. V severní a jižní části obce se vyskytují hnílokaly opuštěného meandru Labe (viz Obr. 88).

Dům je ve štitové stěně porušen výraznými šikmými trhlinami naznačujícími pokles v její střední části (viz Obr. 87). Je situován přibližně na styku všech tří zmiňovaných druhů kvartérního pokryvu, a tak by nezkušený geolog mohl jeho poruchy dávat do souvislosti s možnou laterální heterogenitou základové půdy a případně i navrhopat sondy k ověření základových poměrů. Příčinou poruch je ovšem



Obr. 87 Porušená štitová stěna



Obr. 88 Geologie Tuhaně a okolí, měřítko 1 : 50 000 (Holásek, 1988, upraveno)

jednoznačně necitlivé dodatečné vybourání příliš velkého vchodu ve štítové stěně, které vedlo k nevhodné redistribuci svislého zatížení (L. Dostál, ústní sdělení). Majitele objektu se nepodařilo zastihnout.

3.3. Shrnutí kapitoly 3: úskalí IG průzkumu pro DS – sporné případy a nutnost řešení

V kapitole 3 bylo předloženo celkem 36 archivních a 6 nově zkoumaných případů vybraných jako reprezentativní vzorek ze všech případů, které se podařilo získat, se zastoupením téměř všech faktorů popsaných v rámci klasifikace uvedené ve 2. kapitole. Případy dokumentují provázanost inženýrské geologie a diagnostiky staveb v rámci této problematiky – každý, kdo se zabývá zjišťováním příčin poruch, musí mít alespoň základní přehled o obou oborech, a zrovna tak i inženýrský geolog musí v rámci IG průzkumu pro RD vzít v úvahu nejen geologii a morfologii lokality, ale i specifika chování uvažované konstrukce.

Archivní případy se od případů nově řešených v naprosté většině lišily větší jednoznačností závěru (stanovení příčin poruch). Tento rozdíl lze z velmi velké části samozřejmě přičíst na vrub jednak větší zkušenosti autorů archivních posudků, jednak možnosti provedení průzkumných děl, která jim zajistila více informací o geologickém prostředí a způsobu založení stavby. Nabízí se ovšem otázka, zda i tak byly všechny tyto jednoznačné závěry zcela správné – vždyť tato práce obsahuje také nesporné příklady chybného předchozího IG průzkumu (viz také dále případ Seyssins, kapitola 4.1.).

Jak IG průzkum před výstavbou, tak i průzkum pro zjištění příčin poruch by z principu věci vždy měly podat jasný obraz situace a být ve svých závěrech jednoznačné – jejich autoři jsou za to placeni. Pokud v daném stadiu průzkumu není jednoznačný závěr možný, je třeba alespoň přesně nastínit další průzkumné práce a vysvětlit úvahy vedoucí k očekávanému potvrzení či vyloučení přednesených hypotéz (viz Záruba-Pfeffermann, 1930 a Pašek, 1987). Ze zkoumaných případů je ovšem zřejmé, že často dochází k poruchám zejména proto, že před stavbou nebyl IG průzkum vůbec proveden.

V kapitole 4.2. je uvedeno několik obecných zásad, které mohou sloužit jako jistá prevence chyb při navrhování a vyhodnocování IG průzkumu obecně a zejména před výstavbou. Pokud jde o chyby v případě IG průzkumu pro zjištění příčin poruch, ze studovaných teoretických prací i případů vyplývá hned několik poznatků.

Autor IG průzkumu pro zjištění příčin poruch se může mnoha způsoby nechat zlákat k chybným závěrům. Pokud klade příliš velkou důvěru ve vyprávění obyvatel, může se nechat ovlivnit místním „folklorem“: ten tvrdí, že ve svahu jde vždy o sesuv (případy Žabokliky, 3.1.9.; Javoří, 3.2.2.; Praha-Střešovice, 3.2.5.), v blízkosti lomu o následky dynamického



Obr. 89 Porušený dům v Praze-Hostavicích

působení odstřelů (Drozd, 2005), mnohdy jsou trhliny nesprávně spojovány s časově vůbec nesouvisejícím jevem (po zemětřesení majitelé domů „objeví“ trhliny). Pěkným případem „folkloru“, který bohužel z časových důvodů a nemožnosti zastižení majitele nebylo možné prověřit, je porušený rodinný dům v Praze-Hostavicích (viz Obr. 89). Vzrostlý listnatý strom v jeho sousedství byl podle vyjádření majitele po mnoho let suchý a když se najednou zazelenal, dům se ve stejném roce porušil trhlinami naznačujícími pokles přivrácené strany (P. Špaček, ústní sdělení).

Inženýřtí geologové mají nedostatečné znalosti stavebního inženýrství a naopak, což může vést k dalším chybným závěrům – poruchy ze stavebních příčin jsou geology často připisovány působení stromů (L. Dostál, ústní sdělení), stavební inženýři zase mnohdy používají termíny jako „objemové změny“ nebo „prosednutí“ bez dostatečného porozumění jejich obsahu. Roli obětího beránka může také často přejímat nějaký všeobecně známý regionálně působící problém (např. vysychání či poddolování). Nedostatek informací či zkušeností autora se může projevit uvedením příliš mnoha předpokládaných příčin poruch bez jakékoliv hierarchizace či zdůvodnění a bez navržení dalšího postupu průzkumných prací.

A konečně, často ani odborníci zabývající se nějakým případem dlouhodobě a do hloubky se ve svých názorech nemusejí vždy shodnout, jak dokazuje např. nedávná polemika v časopise Geotechnika o příčinách poruch staveb v centru Kladna (Zámek, 2002a, Pašek et al., 2002, Zámek, 2002b). Požadavek na konkrétní závěr průzkumu a časový tlak na autora mohou tedy někdy vést k předčasnému vyloučení správnější, ale méně líbivé hypotézy či k omezení rozsahu rešerše, jež by jinak umožnila odhalit pravou příčinu poruch (význam rešerše viz případ Praha-Kobylisy, 3.2.1.). Na rozdíl od chyb v IG průzkumu před výstavbou mají ovšem chyby průzkumu pro zjištění příčin poruch často za důsledek spíše vysoké náklady (předimenzovaný návrh sanačních opatření) než ohrožení stavby. Mnohdy také lze úspěšně sanovat „naslepo“ vylepšením konstrukce jen na základě znalosti mechanismu jejího porušení a bez přesného odhalení příčiny poruch.

4. Úskalí inženýrskogeologického průzkumu

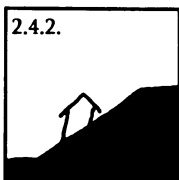
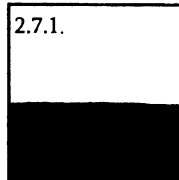
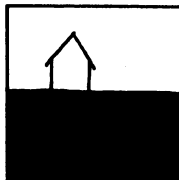
Ve shrnutí předchozí kapitoly byla nastíněna úskalí IG průzkumu pro diagnostiku staveb. Tato kapitola představuje komplexní, dobře zdokumentovaný a dosud nepublikovaný případ ze Seyssins ve Francii, na němž je ukázána závažnost problematiky IG průzkumu pro výstavbu malých staveb a problematiky řízení souvisejících geologických rizik během výstavby. Ve druhé části kapitoly pak je představena syntéza obecných principů nezbytných pro správné provedení IG průzkumu pro malé stavby obecně (jak pro jejich výstavbu, tak pro jejich diagnostiku), vycházející z chyb zjištěných ve všech představených případech.

4.1. Modelový případ Seyssins (Francie)

IG průzkum (Durand, 1979)

Posudek pro pojišťovnu (L'expert, 1981)

Webové stránky o geologii francouzských Alp (<http://www.geol-alp.com>)

<i>Okres</i>	département Isère (38)			
<i>Kraj</i>	région Rhône-Alpes			
<i>Geologie</i>	křídové slínovce; jílovité svahové hlíny s úlomky			
<i>Stavba</i>	stavba podsklepeného RD v odřezu ve svahu			
<i>Problém</i>	sesuv stěny stavební jámy během stavby			

Zájemným objektem je stavba rodinného domu v obci Seyssins (aglomerace Grenoblu), na východním svahu vercorského vápencového pohoří. Předkvartérní podloží je tvořeno valanginskými slínovci (spodní křída), kvartérní pokryv tvoří svahové jílovité hlíny s úlomky (viz Obr. 92). Pro dům byl v roce 1979 proveden IG průzkum, koncem září 1981 byly zahájeny stavební práce. Začátkem prosince 1981 po zvýšených srážkách došlo nad rozestavěným objektem k sesuvu (viz Obr. 90, spodní část). Sesuté hmoty svým tlakem způsobily rozsáhlá poškození zdí suterénu situovaných po vrstevnici. Sesuv byl pouze lehce sanován a dům nebyl nikdy dostavěn (viz Obr. 93).

Širší zájmové území je vzhledem ke svému strmému sklonu (30–40 %) dle územního plánu hodnoceno jako „rizikové“ a ze zákona zde nelze stavět bez předchozího IG průzkumu.



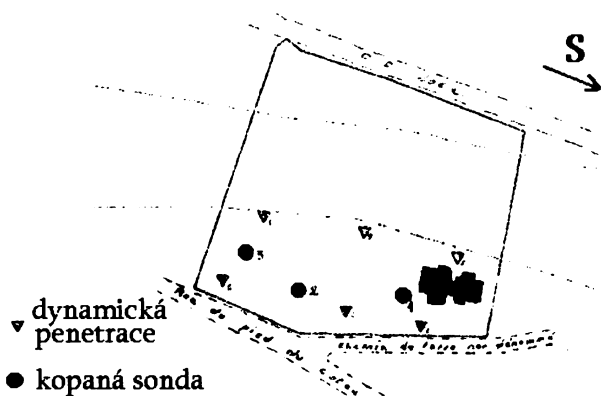
Obr. 90 Stavební jáma a následný sesuv nad stavbou (foto archiv majitele stavby)

Provedený průzkum zahrnoval vyhloubení tří sond rypadlem do hloubky 4,5 m pod terénem a šesti dynamických penetračních zkoušek do hloubky 5–12 m pod terénem. Průzkumné práce byly situovány v širším okolí budoucí stavby, protože na zkoumaném území měly být vybudovány celkem tři rodinné domy (viz Obr. 91). Dále byly odebrány vzorky zemín k laboratornímu rozboru. Cílem průzkumu bylo „zjistit hlavní geotechnické typy základové půdy a především ověřit celkovou stabilitu území“.

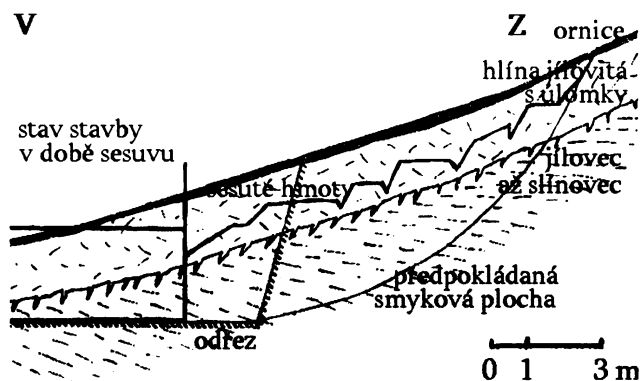
Výsledná dokumentace průzkumných prací sestávala z popisů kopaných sond, profilů dynamické penetrace a tabulky geotechnických vlastností základové půdy. Mocnost kvartérního pokryvu zastiženého kopanými sondami se pohybuje od 0,2 do 1,6 m, přičemž narůstá směrem k severu. Podzemní voda nebyla průzkumnými díly zastižena, ale od hloubky 4,5–5 m byla zaznamenána vlhkost na hrotu penetrometru v průběhu zkoušek v severní části zkoumaného území (údajně se zde před více než 30 lety vyskytoval pramen). Dokumentace průzkumu neobsahovala žádný geologický řez.

Autor průzkumu doporučil založení na pasech ve vrstvě křídového jílu až slínu pevné konzistence, v nezámrazné hloubce. Stabilitu svahu označil za vyhovující, jelikož nebyla zastižena žádná vrstva (pevných hornin nebo naopak zemín o nízké konzistenci), která by mohla hrát roli smykové plochy, a jelikož celkový stupeň stability svahu (krátkodobý 2, dlouhodobý 1,5; bez udání metody výpočtu) je dostatečně vysoký. Explicitně nebyla nijak zmíněna stabilita budoucího odřezu ani nebyla podána doporučení ohledně sklonu stěn stavební jámy. Pokud jde o zmiňovaný hypotetický pramen, autor průzkumu doporučil vybudování drenáže ve svahu nad stavbou.

Stěna odřezu byla provedena v poměrně příkrém sklonu (viz Obr. 90, horní část) a nebyla nijak zajištěna. Vedoucí stavby, který byl odpovědný mj. za časové rozvržení stavebních prací, se za účelem úspory přesunů bagristy rozhodl časově upřednostnit rychlý postup stavby před provedením doporučené drenáže a záhozu stavební jámy nad domem. Když byl dokončen suterén a rozestavěno první patro, došlo ke čtyřdenním velmi silným



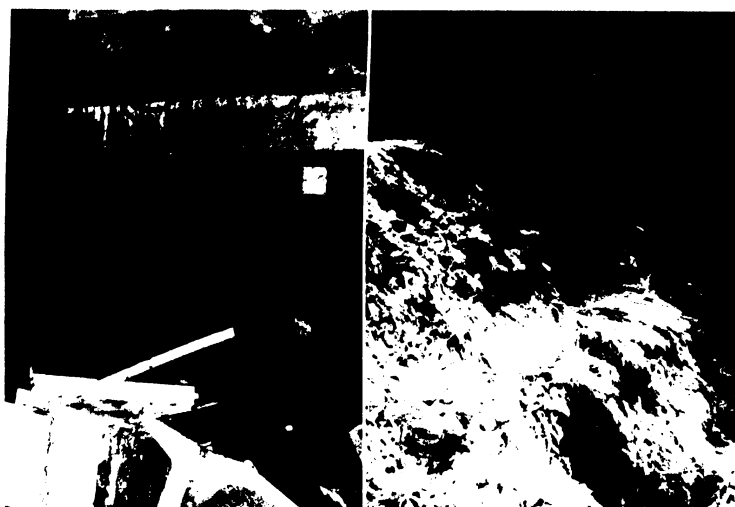
Obr. 91 Situace parcely v měřítku přibližně 1 : 5000, s vyznačením průzkumných děl a zájmového objektu (syntéza nákresu Duranda, 1979, a nákresu vypracovaného majitelem stavby); území se svažuje směrem k východu



Obr. 92 Schematický řez územím znázorňující stav před stavbou, provedený odřez i následný sesuv (syntéza všech dostupných dokumentů); měřítko 1 : 200 / 200

srážkám a následně k sesuvu stavební jámy. Sesuté hmoty nabývaly postupně až charakteru bahna a zaplnily jak základovou jámu, tak i suterén stavby, jehož některé stěny poškodily.

Poškozené stěny suterénu byly posléze opraveny a v sesutých hmotách byla vyhloubena malá drenážní rýha. Zbylé domy na pozemku byly postaveny později, stejnou metodou (nezajištěná jáma,



Obr. 93 Stav suterénu nedokončené stavby a svahu nad ní v roce 2008

zaházená až po vystoupení stavby nad úroveň terénu), a podle sdělení majitele stavby netrpí žádnými poruchami kromě trhlin od objemových změn podložních jílu až slínů vlivem příliš mělkého založení, respektujícího jen dosah promrzání.

Příčinou sesuvu byl bezesporu nezajištěný svah základové jámy ve svahu v kombinaci s mimořádnými srážkami. Případ dokumentuje jak odlišnosti ve zvyklostech francouzského IG průzkumu oproti českému (volba průzkumných metod, míra vyjadřování se k různým aspektům výstavby), tak i závažnost rozhodnutí přijímaných účastníky výstavby vzhledem k přítomným geologickým hazardům. Zajištění základové jámy či včasné provedení drenáže představuje zvýšení bezpečnosti za cenu zvýšení nákladů. Vedoucí stavby spoléhal na velkou pravděpodobnost příznivých klimatických podmínek (regionální zkušenosti ukazují, že vercorské jíly až slíny se za běžných okolností v použitém sklonu udrží) ve snaze náklady minimalizovat, došlo ovšem k nepředvídanému (málo pravděpodobnému) nepříznivému jevu, na nějž stavba za těchto okolností nebyla připravena. V perspektivě konkrétního stavebníka jde o životní katastrofu, v celkové perspektivě se ovšem nevyplatí postupovat přehnaně úzkostlivě, protože v naprosté většině případů je to zbytečné a v úhrnu nákladnější než pojistné odškodnění či náklady na sanaci těch několika málo výjimečných událostí. Inženýrský geolog se v takové výjimečné situaci může stát obětí beránkem, pokud nebyl ve svých závěrech a doporučeních dostatečně důsledný – zde byl jeho posudek mnohdy na české poměry poněkud příliš stručný, bylo ovšem zřejmé, že nebylo dodrženo jeho doporučení vybudovat drenáž, jímž podmiňoval bezpečnost stavby.

4.2. Hlavní zásady IG průzkumu, zejména pro malé stavby typu RD

Vyčerpávající přehled možných chyb IG průzkumu uvádějí Turček et al. (2005) na s. 27. Budeme-li na chvíli (mylně) předpokládat, že všechny stavby z představených případů byly postaveny na základě IG průzkumu, a pokusíme-li se pro každý případ shrnout jeho hypotetické chyby, pak objevíme a můžeme následně formulovat tři hlavní principy, které by

inženýrský geolog měl při průzkumu pro výstavbu RD a obdobných malých staveb (a nejen jich) dodržovat zejména: jde o nutnost pojímat problém *geologicky*; zkoumat území *nepůdorysně* a uvažovat *dlouhodobě*.

„Geologické“ uvažování v protikladu ke geotechnickému (ubírajícímu se přes parametry základové půdy, případně stabilitní výpočty ap.) vyžaduje hluboké porozumění geologickému prostředí lokality. Zjištěné horniny a zeminy by měly být interpretovány v souladu s morfologií (resp. předpokládaným geologickým vývojem území zejména v kvartéru) a hydro(geo)logií lokality takovým způsobem, aby byl výsledný obraz konzistentní se současnými znalostmi principů endogenní a především exogenní dynamiky Země i regionální inženýrské geologie. Při navrhování a situování průzkumných děl by inženýrský geolog měl postupovat v zájmu získání úplné geologické představy o zkoumané lokalitě, přičemž tuto představu by si měl začít vytvářet již ve fázi rekognoskace lokality a archivní rešerše. Náhodné situování sond a následné mechanické propojování zjištěných inženýrskogeologických rozhraní (pokud jsou vůbec dobře rozpoznána a popsána) se s tímto principem neslučují. Příkladem zanedbání geologického pohledu může být stavba v nivě bez ohledu na možnou laterální heterogenitu základové půdy (Oráčov), přítomnost málo únosných zemin s organickou příměsí (Karviná-Fryštát) či specifický vodní režim (Čeladná). Dívat se na jakýkoliv problém z více různých pohledů je obecně vždy přínosem a zvyšuje kvalitu analýzy i závěrečné syntézy.

Požadavek „nepůdorysnosti“ umožňuje podchytit inženýrskogeologické podmínky nesouvisející přímo s kvalitou základové půdy. Projektantem poskytnutá situace výstavby se často omezuje jen na vlastní zájmovou parcelu, což by ale nemělo ovlivnit přístup inženýrského geologa. Stabilita širšího zájmového území, propustné zásypy pro inženýrské sítě v okolí či seismická aktivita oblasti mohou mít na stavbu mnohdy zásadnější vliv než charakter bezprostředního podzákladí. Kromě vnějších nebezpečí hrozících stavbě nesmí být zanedbán ani fakt, že stavba sama může představovat nebezpečí pro již existující stavby v okolí. Příkladem ohrožení z obou stran stavby může být zástavba ohrožená zároveň skalním řícením a povodněmi (Hřensko), ohrožení sice v půdoryse stavby, ale hluboko pod úrovní základové spáry vzniká například v důsledku poddolování (Praha-Prosek).

Nutnost „dlouhodobého“ přístupu pak spojuje oba předchozí principy s pochopením vývoje lokality v čase. Geneze kvartérního pokryvu může naznačit rizikové faktory dynamické inženýrské geologie, studium poruch stávající zástavby a historie lokality pak umožňuje zjistit, nakolik se tyto faktory v zájmovém území uplatňují. Pečlivý inženýrský geolog může do jisté míry předvídat i možné zdroje problémů během výstavby či v budoucnu a navržením preventivních opatření je potlačit v zárodku. Náchyllost základové půdy k objemovým změnám se projeví poruchami budov v okolí (Lésigny, Nancy), hornická minulost oblasti by měla vést k pátrání po přítomnosti poddolování (Rakovník, Příbram) či málo únosných navážek (Kladno). Nebezpečí budoucího prosednutí spraší pod objektem lze snížit navržením vhodné metody likvidace srážkových vod, nedoporučením instalace zahradního bazénu ap.

Samotný případ Seyssins pak je mementem všech tří principů: ve svahu hrozí svahové pohyby (geologičnost), stavební jáma se může stát spodní hranicí oblasti v pohybu (nepůdorysnost), nebezpečí nehrozí jen hotové stavbě, ale i staveništi (dlouhodobost).

5. Závěr

V rámci diplomové práce jsem shromáždila a analyzovala odbornou literaturu věnující se inženýrskogeologickým problémům spojeným s rodinnými domy a obdobnými malými stavbami jak z teoretického (učebnice inženýrské geologie a diagnostiky staveb), tak i z praktického pohledu (posudky archivních případů). Na základě studia těchto podkladů jsem vypracovala vlastní klasifikaci faktorů a podmínek ovlivňujících bezpečnost rodinných domů a náklady na jejich výstavbu. K jednotlivým bodům klasifikace, doprovázeným stručným výkladem a základní obrazovou dokumentací, jsem nakreslila schematické piktogramy shrnující podstatu daného problému či typizované situace.

Těžištěm práce byly případy poruch rodinných domů ztělesňujících projevy působení těchto faktorů v praxi. Formou stručných „pasportů“ s obrazovou dokumentací jsem představila celkem 36 archivních a 7 nových případů, zatříděných do vypracované klasifikace pomocí zmiňovaných piktogramů. U archivních případů jsem se zaměřila na zkoumání metodiky IG průzkumu pro diagnostiku staveb, dostupné lokality jsem navštívila a zdokumentovala jejich současný stav a novodobý vývoj situace. Vyjádřila jsem také svůj názor na relevanci příslušného archivního posudku. Vlastní případy představovaly porušené domy, které dosud nebyly vůbec zkoumány z inženýrskogeologického hlediska (Dolní Zimoř, Javoří, Praha-Kobylisy, Praha-Střešovice, Tuhaň), případně porušené domy, jejichž dosavadní výzkum nepokrýval tematiku z pohledu této diplomové práce (Jáchymov, Seyssins). Tyto případy jsem samostatně analyzovala s využitím osvojených postupů, rekognoskace lokality, dostupných archivních podkladů a konzultace odborníka v oboru diagnostiky staveb. Výsledkem byla vždy hypotéza o příčině poruch, návrh průzkumných prací k ověření či upřesnění předestřených úvah a případně i návrh postupu sanace. Předpokládanou geologickou stavbu lokalit jsem zpracovala do formy schematických geologických řezů.

V závěru práce jsem na dosud nepublikovaném modelovém případě ze Seyssins ve Francii poukázala na hlavní úskalí IG průzkumu pro rodinné domy a obdobné malé stavby, včetně problémů s řízením geologických rizik během výstavby, a v rámci syntézy představených případů jsem shrnula nejčastější chyby i hlavní dodrženíhodné principy IG průzkumu. Lze říci, že bohatost a závažnost zjištěných problémů popsaných v archivních i nových případech potvrzuje nezastupitelnost a význam IG průzkumu nejen pro výstavbu náročných inženýrských děl, ale i pro výstavbu přehlížených malých staveb právě typu RD.

V rámci diplomové práce jsem se seznámila se základy stavebního inženýrství a diagnostiky staveb a konzultacemi českých odborníků v oboru inženýrské geologie jsem získala jakýsi zprostředkovaný koncentrát jejich cenných mnohaletých zkušeností z praxe. Jako velmi obtížné se ukázalo získávání případů ze zahraničí (ať již přes osobní kontakty či odborná diskusní fóra na internetu nebo ve sbornících z konferencí, odborných publikacích či periodikách). Právě tyto případy jsou ale velmi cenné tím, že umožňují poznat mnohdy odlišný přístup k IG průzkumu, získat nové úhly pohledu na zkoumanou problematiku a seznámit se s jevy, které se na našem území nevyskytují vůbec či jen okrajově. Pokud jde o vztah získaných případů ke klasifikaci, některé její body se podařilo zdokumentovat relativně dobře (např. objemové změny), další témata poskytují bohaté možnosti zajímavých

variací a bylo by možné je ještě doplnit dalšími případy (např. laterální heterogenita geologického původu).

Téma diplomové práce svým zaměřením na rozbor reálných případů kladlo důraz na využití odborných zkušeností. V tomto ohledu jde možná o problematiku vhodnou spíše pro zkušené inženýrské geology z praxe, ovšem „rešeršně-investigativní“ přístup začátečníka v oboru mi na druhou stranu umožnil aplikovat získané vědomosti a dovednosti s odstupem a relativně nezaujatě. Uvědomuji si nicméně, že na úrovni a v rozsahu diplomové práce není ani zdaleka možné zpracovat zadanou problematiku hlubokým, vyčerpávajícím a odborně i obsahově vyváženým způsobem. Z tohoto důvodu je třeba mou práci chápat především jako jakýsi rozcestník, poskytující odborně i terminologicky snadno přístupnou formou základní návod ke komplexnímu uvažování o IG podmínkách typových lokalit v kombinaci s malou stavbou typu RD. Získané a představené případy by pak měly sloužit spíše jako ilustrace nastíněného způsobu uvažování než jako výchozí body pro hlubší vědecké zkoumání.

Ideálním naplněním cílů práce by ve zvoleném pojetí samozřejmě bylo získání schopnosti bezchybně analyzovat problémy tohoto typu, cenné ovšem bylo i pochopení nejednoznačnosti, různorodosti a vzájemné provázanosti jednotlivých příčin poruch. Jako nejzajímavější případy se ukázaly právě takové, které obsahují více stanovisek rozdílných odborníků či záznam situace stavby v různých časových obdobích, a tak umožňují získat odlišné pohledy na danou situaci a uvědomit si bohatost i nástrahy této zdánlivě všední a chudé problematiky.

6. Použitá literatura

- „L'EXPERT“ (1981): *Rapport d'expertise. A. 703/CIPRI/RIUTORT et C.E.B.T.P.* MS. Grenoble.
- BARTÁK J., KNOTEK J. (2000): *Problémy výstavby rodinných domů na okraji poddolované křídové plošiny v Praze*. Sborník příspěvků 28. konference Zakládání staveb. Brno. 206–212. ISBN 80-7204-167-3.
- BOUŠKA J. (1994): *Karviná. Svatováclavská č. 97. Závěrečná zpráva*. GHE Ostrava, spol s r. o. Ostrava. MS Geofond – GF P083346.
- BOWEN R. (1984): *Geology in Engineering*. Elsevier Applied Science Publishers. Essex, England. ISBN 0-85334-234-2.
- CÍLEK V. (1999): *Prosecké podzemí v Praze 9: environmentální rizika, celkový průzkum a plán na zpřístupnění*. Geotechnika 4/1999. Praha. 26–28. ISSN 1211-913X.
- ČECHOVÁ E. (1983): *Zpráva o posouzení příčin poškození rodinného domu v Ústí nad Labem, Klíše, Na výrovce 17*. Stavební geologie, n. p. Praha. MS Geofond – GF P040657.
- ČMIEL F., PEŘINA Z. (2006): *Vady způsobené neodborností při výstavbě rodinného domu*. Jevy, konání a díla – Příloha k Informacím OP ČSSI 2006/3.3. Ostrava. ISSN 1213-4112.
- ČSN 73 1001 *Zakládání staveb – Základová půda pod plošnými základy* (1987). Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření. Praha.
- ČSN EN 1997-1 *Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla* (2005). Český normalizační institut.
- DOSTÁL L., POTUŽÁK Z. (1996): *Zpráva o stavebně technickém průzkumu poruch v objektu B a C areálu Kramářovy vily Gogolova 1, Praha 1*. MS Diagnostika staveb Dostál & Potužák. Praha. Zak. č. 0296/09.
- DOSTÁL L., POTUŽÁK Z., POLÁK P. (1999): *Zpráva o inženýrskogeologickém a stavebně technickém průzkumu v objektu na parcele č. 6353/2 v ulici Jiřího Voskovce na Kladně*. MS Diagnostika staveb Dostál & Potužák. Praha. Zak. č. 1637/99.
- DOSTÁL L., POTUŽÁK Z., DOBEŠ Č. (2001): *Zpráva o dokumentaci stavebních poruch (pasportizaci) v objektu Radlická 3, Praha 5*. MS Diagnostika staveb Dostál & Potužák. Praha. Zak. č. 2065/01.
- DOSTÁL L., POTUŽÁK Z. (2004): *Odborné stanovisko k současnému technickému stavu a rozvoji poruch v objektu čp. 2000, Radlická 3, Praha 5*. MS Diagnostika staveb Dostál & Potužák. Praha.
- DRAHORÁD F. (2004): *Závěrečná zpráva o monitoringu zlikvidovaného starého důlního díla na parcele č. 70 a 71, k.ú. Kutná Hora - Kaňk*. Důlně - stavební, s.r.o. Kutná Hora. MS Geofond – GF P110462.
- DROZD K. (1980): *Poruchy na stavbách v důsledku suffose*. Příspěvek do konference. Brno. MS autora.
- DROZD K. (1996): *Failures on constructions due to subsurface erosion – roofing and piping*. Proc. of the 6th International Conference on Lessons from structural failures. SIA Praha. ISBN 80-901118-5-8.

- DROZD K. (1997): *Příčiny poruch na drobných stavbách – lokality Chotěšov a Zbůch u Plzně*. Geotechnické symposium – sborník. Fakulta stavební – ústav geotechniky. Brno. MS autora.
- DROZD K. (2005): *Poškodily stavbu seizmické účinky nebo vegetační porost*. Sborník příspěvků konference Stromy a jejich vliv na stavby. Malenovice. 72–75. ISBN 80-86604-21-7.
- DROZD K. (a): *Poruchy na stavbách od dynamických a jiných účinků*. MS autora.
- DURAND G. (1979): *Terrain à Seyssins. Reconnaissance de sol - rapport. N° 3.372.6.518*. MS Centre expérimental de recherches et d'études du bâtiment et des travaux publics. Meylan.
- DURVILLE J.-L., HAMEROUX M. (1995): *Carrières souterraines abandonnées – Risques et prévention – Stratégies et méthodes de prévention*. Bulletin of the International Association of Engineering Geology 51/1995. Paris. 113–128.
- EMBLETON C., EMBLETON-HAMANN C. (1997): *Geomorphological hazards of Europe*. Elsevier. Amsterdam. ISBN 0-444-88824-1.
- ETILE C., CARIOU P., LOOS N. (2007a): *GMF – Désordres sur une maison – Monsieur Grimaud, 24, avenue de Luynes, 77150 - Lesigny – Campagne d'investigations géotechniques. N° 07 05 612*. MS Unisol. Buc, France.
- ETILE C., CARIOU P., LOOS N. (2007b): *GMF – Désordres sur une maison – Monsieur Grimaud, 24, avenue de Luynes, 77150 - Lesigny – Diagnostic géotechnique (Mission G5). N° 07 05 612*. MS Unisol. Buc, France.
- FOLLPRECHT L., ŠPAČEK P. (1996): *Závěrečná zpráva předběžného inženýrskogeologického průzkumu staveniště areálu ELEKTROLINE, Praha 8 - Kobylisy*. MS Chemcomex, s. r. o. Praha. Zak. č. 9609209.
- FOLLPRECHT L. (1999): *Rodinné domy č.p. 1677 a 1684. Praha 10 - Zahradní Město. Jabloňová ul. č. 40 a 42. Inženýrskogeologické posouzení*. MS Chemcomex Praha, a.s. Praha.
- FOLLPRECHT L. (2008): *Inženýrskogeologický průzkum. Praha 8 – Kobylisy, ul. K Ládví č. 1805/20. III. etapa výstavby areálu Elektroline a.s.* MS Chemcomex Praha, a.s. Zak. č. 108262.
- FOŘT K. (1964): *Zpráva o inženýrsko-geologickém šetření příčin poruch nadzákladového zdiva rodinných domků čp. 726, 727, 728 a 729 v Jeremenkově ulici v Praze-Podolí*. Geologický průzkum, n. p. Praha. MS Geofond – GF MS008016.
- GARTNER O. (1960): *Některé příčiny poruch stavebních objektů způsobené pohybem základové půdy*. Brno. MS Geofond – GF P017293.
- GATTERMAYEROVÁ H., JEŽEK V. (2000): *Statické posouzení budovy olejového hospodářství. Malý háj, Odolena Voda*. MS Atelier P.H.A. s.r.o. Praha.
- GATTERMAYEROVÁ H. (2002a): *Statické posouzení objektu po povodni. Komunardů 1038/37, Praha 7*. MS Atelier P.H.A. s.r.o. Praha.
- GATTERMAYEROVÁ H. (2002b): *Statické posouzení trhlin v objektu. Nad Krocínkou 21, Praha 9*. MS Atelier P.H.A. s.r.o. Praha.
- HOLÁSEK O. (1988): *Geologická mapa 1 : 50 000, list 12-22 Mělník*. Ústřední ústav geologický. Kolín.

- HORÁK V., PASEKA A. (2005): *Příčiny vzniku poruch a návrh opatření na jejich eliminaci u rodinného domu v Moravanech u Brna*. Sborník příspěvků konference Stromy a jejich vliv na stavby. Malenovice. 82–86. ISBN 80-86604-21-7.
- HRADSKÝ B. (1962): *Břeclav – domovní správa. Vyjádření o poruchách na domě č. 2247 v Břeclavi*. Geologický průzkum, n. p. Brno. MS Geofond – P014270.
- HROCH Z. (1980): *Zpráva o dodatečné úpravě pro zajištění stability svahu v ulici V hliníku v Říčanech. Stavební geologie, n. p. Praha*. MS Geofond – GF P033885.
<http://campus.mst.edu/6icchge> [17. 7. 2008]
<http://oldmaps.geolab.cz> [17. 3. 2009]
<http://www.argiles.fr> [17. 3. 2009]
<http://www.geol-alp.com> [17. 7. 2008]
<http://www.geology.cz> [průběžně]
- HULLA J. (2000): *Stabilita objektov na zaplavovaných územiach*. Sborník příspěvků 28. konference Zakládání staveb. Brno. 183–187. ISBN 80-7204-167-3.
- CHLUPÁČ I., BRZOBOHATÝ R., KOVANDA J., STRÁNÍK Z. (2002): *Geologická minulost České republiky*. Academia. Praha. ISBN 80-200-0914-0.
- JANOVSKÝ J. (1976): *Brno – Nové Sady. Posudek o příčinách porušení zdiva*. GEOTest, n. p. Brno. MS Geofond – GF V075160.
- JÁNSKÝ V., ŠEDIVÝ V. (1972): *Malonice. Vyhodnocení hydrogeologického průzkumu*. Stavební geologie, n. p. Praha. MS Geofond – GF V067184.
- JIROUŠEK Z. (1966): *Závěrečná zpráva inženýrsko - geologického průzkumu domu čp. 26. Horní Brána v Čes. Krumlově*. IGHP, n. p. Žilina. České Budějovice. MS Geofond – GF P015123.
- KNĚŽEK J. (1967): *Etapová zpráva za II. etapu hydrogeologického průzkumu v údolí Liběchovky*. IGHP, n. p. Žilina. Praha. MS Geofond – GF P019185.
- KNĚŽÍNEK V. (1977): *Zpráva o posouzení stability svahu a návrhu sanačních opatření u rodinného domu čp. 1559 – ulice V hliníku v Říčanech*. MS Stavební geologie, n. p. Praha. Zak. č. 20 740 12 GI.
- KOCÁBEK A. (2008): *Příbram, Prokopská 305, repasportizace*. MS Stavební geologie - GEOTECHNIKA, a.s. Praha.
- KOVÁŘ L. (1997): *Staříč – poruchy RD č.p. 382. Závěrečná zpráva IG průzkumu*. K-GEO, s.r.o. Ostrava. MS Geofond – GF P095073.
- KOVÁŘ L. (1999): *Doubrava – Pod Ujalou. Sesuv pod č. p. 56. Závěrečná zpráva DGP*. K-GEO, s.r.o. Ostrava. MS Geofond – GF P099380.
- KRÁLOVÁ Z., HAVLÍČEK V. (1971a): *Inženýrskogeologická mapa 1 : 5 000. List Praha 8-0*. Geodézie n. p. České Budějovice.
- KRÁLOVÁ Z., HAVLÍČEK V. (1971b): *Průvodní zpráva k podrobné inženýrskogeologické mapě 1 : 5 000, list Praha 8-0*. Projektový ústav dopravních a inženýrských staveb. Praha.
- KYSELA M. (1988): *Zpráva o založení a základových poměrech domků čp. 47 a 50 v Municích*. Stavoprojekt. České Budějovice. MS Geofond – GF P069169.
- LANDA R., KYŠ K., SLAVÍK O. (1983): *Rekonstrukce a opravy budov*. Státní nakladatelství technické literatury. Praha.

- LEGGET R. (1962): *Geology and Engineering*. McGraw-Hill Book Company. York, USA.
- LEŠNER J. (2004): *Hodnocení inženýrskogeologických poměrů podél křídových reliktů v sv. části Prahy*. Diplomová práce. MS PŘF UK. Praha.
- LUŠTINCOVÁ L. (2005): *Důsledky neznalosti zásad koexistence stromů se stavbami*. Sborník příspěvků konference Stromy a jejich vliv na stavby. Malenovice. 92–96. ISBN 80-86604-21-7.
- NOVOTNÝ J., ŠTOREK D. (1997): *Obytná skupina Miškovice - Polabská. Podrobný inženýrskogeologický průzkum*. MS K+K průzkum, s. r. o. Praha.
- NOVOTNÝ J. (2003): *Hradec Králové, Malšova Lhota, rodinný dům na parcele č. 124/22. Podrobný inženýrskogeologický průzkum*. Praha. MS autora.
- NOVOTNÝ J. (2005): *Běleč u Karlštejna, rodinný dům p.č. 84. Inženýrskogeologický průzkum svahu mezi domem a příjezdovou komunikací*. MS Stavební geologie - GEOTECHNIKA, a.s. Praha. Zak. č. 05 0254 021.
- NOVOTNÝ J. (2007a): *Úpice. Inženýrskogeologické posouzení současného stabilitního stavu skalní stěny za domem č.p. 528*. Praha. MS autora.
- NOVOTNÝ J. (2007b): *Hydrogeologická problematika kuželového krasu regionu Guangxi v jižní Číně*. Geotechnika 2/2007. Praha. 19–23. ISSN 1211-913X.
- NOVOTNÝ J. (2008): *Case studies of ground stability problems in family houses construction*. 8th International Congress on Advances in Civil Engineering, 15–17th September 2008. Eastern Mediterranean University. Famagusta, North Cyprus.
- NOVOTNÝ J. (2009): *Engineering deep cuts in granites related to slope stability – Ground investigation results and reality*. Veröff. 17. Tagung für Ingenieurgeologie und Forum „Junge Ingenieurgeologen“. 6.–9. Mai 2009. Zittau, Deutschland.
- NOVOTNÝ L. (2003): *Malíč – Knobloška – dům č. p. 39. (Inženýrskogeologický posudek)*. Libor Novotný – geologie – odpady – životní prostředí. Ústí nad Labem. MS Geofond – GF P108483.
- ONDRA K. (2004): *Prostřední Bludovice. RD-poruchy základů. Závěrečná zpráva*. K-GEO, s.r.o. Ostrava. MS Geofond – GF P110546.
- ONDRÁŠIK R., RYBÁŘ J. (1991): *Dynamická inžinierska geológia*. Slovenské pedagogické nakladateľstvo. Bratislava. ISBN 80-08-00366-9.
- PASEKA A. (1973): *Brno – Židenice. Vyjádření o příčinách poruch zdiva rodinného domu v Brně – Židenicích, Líšeňská 24*. GEOTest, n. p. Brno. MS Geofond – GF P010029.
- PASEKA A. (1986): *Brno – Pellicova. Posudek poruch budov*. GEOTest, n. p. Brno. MS Geofond – GF P053873.
- PAŠEK J. (1987): *Znalecký posudek. Předběžné posouzení inženýrskogeologických poměrů pozemku kat. č. 414, kat. území Strážkov, Praha 9*. MS autora.
- PAŠEK J., ŠKOPEK J. (1990): *Posouzení příčin sedání novostavby obytného domu. Oráčov, okres Rakovník*. Inženýrskogeologický průzkum a konzultace Ing. Jaroslav Pašek CSc. Praha. MS Geofond – GF P071680.
- PAŠEK J. (2000): *Prosecké podzemí*. Geotechnika 1/2000. Praha. ISSN 1211-913X.
- PAŠEK J., ŠEDIVÝ M., SVOBODA B., ŽITNÝ L. (2002): *K příčinám poruch staveb v centru města Kladna*. Geotechnika 2/2002. Praha. 15–16. ISSN 1211-913X.

- PAVLÍK J. (1998): *Zpráva o průzkumu sesuvného území v okolí rodinného domu č.p. 202 ve Vsetíně - Jasénce*. GEOTest Brno, a.s. Brno. MS Geofond – GF P091349.
- PEJCHAL M. (2005): *Architektura kořenového systému stromu a její vztah k možnému poškozování staveb*. Sborník příspěvků konference Stromy a jejich vliv na stavby. Malenovice. 82–86. ISBN 80-86604-21-7.
- PERROT A. (1990): *Désordres liés aux arbres dans un lotissement en Lorraine*. Proc. of the 6th International IAEG Congress. Balkema. Rotterdam. 1981–1987. ISBN 90-6191-130-3.
- POLÁK P. (2008): *Praha 6 - Nebušice. U Gabrielky. Inženýrskogeologické posouzení*. MS STAGEO. Praha.
- POLOPRUDSKÝ P. (2003): *Technická zpráva projektu diagnostiky, posuzování vad a poruch vily Na Dračkách XX, Praha 6, včetně projekčního návrhu sanačních opatření*. MS. Praha.
- PUME D., ČERMÁK F. a kol. (1993): *Průzkumy a opravy stavebních konstrukcí*. Nakladatelství ARCH. Praha.
- RYBÁŘ J. (1999): *Příklady deformací svahů a staveb při změnách hladiny podzemní vody*. Sborník příspěvků 27. konference Zakládání staveb. Brno. 159–163. ISBN 80-7204-127-47.
- SEYČEK J., LUŠTINCOVÁ L. (2003): *Stavby a jejich odolnost proti povodním – poznatky z konference v březnu 2003 v Písku*. Sborník příspěvků 31. konference Zakládání staveb. Brno. 195–200. ISBN 80-7204-304-8.
- SEYČEK J., LUŠTINCOVÁ L. (2005): *Škodlivé působení stromů na stavby v jílovitých půdách*. Geotechnika 3/2005. Praha. 16–20. ISSN 1211-913X.
- SEYČEK J. (2005): *Podstata a příklady škodlivého působení stromů v jílovitých půdách*. Sborník příspěvků konference Stromy a jejich vliv na stavby. Malenovice. 60–64. ISBN 80-86604-21-7.
- STAVEBNÍ GEOLOGIE – GEOTECHNIKA, a.s. (2008): *Projektová zadávací dokumentace opravy zabezpečení starého důlního díla pod č. p. XX v k. ú. Jáchymov*. MS. Praha.
- SOCHŮREK J., CÍLEK V. (2001): *Podceňování geotechnické reality při návrhu zakládání RD na okraji Prosecké plošiny v Praze*. Sborník příspěvků 29. konference Zakládání staveb. Brno. 42–46.
- STEMBERK J., ZVELEBIL J. (1998): *Skalní řízení v kvádrovcových pískovcích v první polovině roku 1998 na Děčínsku*. Geotechnika 4/1998. Praha. 10–12. ISSN 1211-913X.
- ŠIMEK R. (1982): *Inženýrskogeologická mapa 1 : 5 000. List 5-9 Kralupy nad Vltavou. A - mapa inženýrskogeologických poměrů*. Geodézie n. p. České Budějovice.
- ŠIMEK R. (1983): *Průvodní zpráva k podrobné inženýrskogeologické mapě 1 : 5 000, list 5-9 Kralupy nad Vltavou*. Projektový ústav dopravních a inženýrských staveb. Praha.
- ŠULA S. (1964): *Zpráva o hydrogeologickém průzkumu v Běšinách*. Geologický průzkum, n. p. Praha. MS Geofond – GF P016801.
- TUBBS D., DUNNE T. (1977): *Geologic hazards in Seattle. A field guide for The Geological Society of America Annual Meeting*. <http://www.tubbs.com/geohaz77/geohaz77.htm> [17. 7. 2008].
- TURČEK P., HULLA J., BARTÁK J., VANÍČEK I., MASOPUST J., ROZSYPAL A. (2005): *Zakládání staveb*. Jaga. Bratislava. ISBN 80-8076-023-3.

- VENCLŮ I. (2000): *Přerov. Domovní správa města Přerova. Dům č.p. 79 – Blahoslavova ulice č. 3.* RNDr. Ivan Vencľů – PROGEO. Přerov. MS Geofond – GF P099619.
- VINCENT M., BOUCHUT J., FLEUREAU J.-M., MASROURI F., OPPENHEIM E., HECK J.-V., RUAUX N., LE ROY S., DUBUS I., SURDYK N. (2006): *Étude des mécanismes de déclenchement du phénomène de retrait-gonflement des sols argileux et de ses interactions avec le bâti. Rapport final.* BRGM/RP-54862-FR. <http://www.brgm.fr> [5. 11. 2008].
- VRBA O. (2000): *Posouzení příčin výskytu vody v 1. PP přístavby ZŠ v Častolovicích.* MS Stavební geologie - GEOTECHNIKA, a.s. Praha. Zak. č. 99 0202-022.
- VRBA O. (2008): *Geotechnické posouzení příčin porušení stavební konstrukce domu č. p. 102 v Beřovicích.* MS Stavební geologie - GEOTECHNIKA, a.s. Praha. Zak. č. 08 0163-022.
- ZÁLESKÝ J. (1979): *IG průzkum – dokumentace sond J1-J18+K19-K21+J22-J28+J17A.* Vojenský projektový ústav. Praha. MS Geofond – GF P028606.
- ZÁMEK J. (2002a): *Poznámky k příčinám poruch staveb v centru Kladna.* Geotechnika 1/2002. Praha. 16–21. ISSN 1211-913X.
- ZÁMEK J. (2002b): *Vyjádření k ohlasu na článek "Poznámky k příčinám poruch staveb v centru Kladna".* Geotechnika 2/2002. Praha. 16–17. ISSN 1211-913X.
- ZÁRUBA-PFEFFERMANN Q. (1930): *Objemové změny hornin a jejich vliv na destrukci budov.* Zvláštní otisk ze sborníku Státního geologického ústavu Československé republiky. Svazek IX. Praha.
- ZÁRUBA Q., HAVLÍČEK J. (1951): *Ssedání základů způsobené smršťováním třetihorních jíľů.* Sborník Ústředního ústavu geologického. Svazek XVIII. Praha.
- ZÁRUBA Q., MENCL V. (1974): *Inženýrská geologie.* Academia. Praha.

7. Seznam použitých zkratk

ČGS = Česká geologická služba

ČR = Česká republika

DS = diagnostika staveb

IG = inženýrskogeologický

PP = podzemní podlaží

RD = rodinný dům

SDD = staré důlní dílo

