

## POSUDKOVÁ ČINNOST

### Nebezpečí sesuvů v údolí Labe – okres Ústí nad Labem

#### Landslide hazards in the Labe valley – Ústí nad Labem District

JIŘÍ BURDA - VLADIMÍR CAJZ - JAROSLAV KADLEC - OLGA MORAVCOVÁ - JIŘÍ ŠEBESTA

(02-41 Ústí nad Labem)

*Landslide, Hazard, Labe valley, Land-use plan*

#### Cíl projektu

Úkol byl součástí Programu péče o životní prostředí MŽP ČR (630/01/97), který zohlednil požadavek Referátu ŽP OkÚ Ústí n. Labem. Požadavek vyplynul z prokazatelného nebezpečí svahových pohybů v údolí Labe, které je hustě osídleno a intenzivně využíváno jako hlavní dopravní tepna. Nebezpečí svahových pohybů přímo ovlivňuje stávající infrastrukturu i další územní rozvoj regionu.

Cílem projektu bylo vytvoření a zpracování vrstev geologických dat, včetně výsledné syntetické *rajonové mapy nebezpečí svahových pohybů*, pro GIS (ArcInfo) používaný OkÚ Ústí n. Labem a poskytující geologické informace pro územní rozhodování orgánů státní správy.

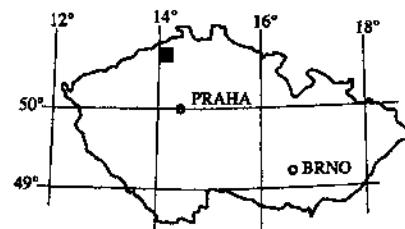
#### Metodika

Základem metodických postupů bylo nové účelové geologické mapování, terénní revize a zpracování archivních podkladů v měřítku 1 : 10 000 s důrazem na místa s nejčastějším výskytem svahových pohybů (měřítko 1 : 5000).

#### Vrstvy geologických dat GISu pro sestavení rajonové mapy vycházejí z:

- interpretace leteckých snímků (*fotointerpretační mapa*)
- podrobné rešerše existujících geologických map a dokumentace svahových pohybů z regionálních archivů a archivu Českého geologického ústavu a Geofondu ČR (registr sesuvů)
- nového terénního mapování, včetně terénní dokumentace a revize interpretace leteckých snímků a archivních podkladů s důrazem na místa s nejčastějším výskytem svahových pohybů (*geologická mapa*)
- detailního mapování území nejvíce postižených sesuvů: okolí Prackovic, Čeřeněšle, Vaňova, Mojžíše a Povrlů (*detailní inženýrskogeologické a rajonové mapy*, zpracované Akademii věd ČR)
- hydrogeologické databáze
- statistického korelačního zhodnocení geografických, geologických, hydrogeologických a klimatologických fenoménů (Geomédia s.r.o.)

V tomto příspěvku jsou prezentovány pouze výsledky práce ČGÚ.



#### Řešitelský tým

ČGÚ (nositel projektu):

vedoucí úkolu (odpovědný řešitel), rajonová mapa	Jiří Šebesta
manažer úkolu	Mgr. Olga Moravcová
inženýrský geolog	Ing. Zdeněk Hroch, CSc.
hydrogeolog	RNDr. Jiří Burda
geolog – tertiér	RNDr. Vladimír Cajz
geolog – křída	RNDr. Jaroslav Valečka, CSc.
geolog – křída	RNDr. Jiří Adamovič
geolog – kvartér, fotointerpretace	RNDr. Jaroslav Kadlec

#### Kooperace:

detailní lokální mapování	Ústav struktury a mechaniky hornin AVČR – Doc. Ing. J. Rybář, CSc., RNDr. J. Stemberk, CSc., Mgr. J. Suchý
zhodnocení sesuvu Čertovka	AZ Consult s.r.o. – Ing. J. Kurka, CSc., RNDr. E. Čechová
geofyzikální průzkum sesuvu Čertovka	Geonika s.r.o. – Prof. RNDr. M. Karous, DrSc., RNDr. P. Niki
rešerše archivních materiálů, statistika, projekt GIS	GEOMEDIA s.r.o. – RNDr. M. Stibitz
digitalizace, projekt GIS	Boreas s.r.o. – Mgr. J. Kašpar, Mgr. J. Jalovec, Mgr. P. Prokop
registrování sesuvů, rešerše	Geofond ČR

odpovědný garant úkolu za MŽP ČR: p.g. Vladimír Dadák, CSc.

#### Exodynamická fotointerpretace (J. Kadlec)

Prvním krokem při posouzení rozsahu svahových pohybů ve studovaném území bylo sestavení *fotointerpretační mapy* pomocí stereoskopické interpretace leteckých snímků. V mapě jsou znázorněny morfologické prvky reliéfu související se zahlubováním říční sítě Labe a jeho přítoků a vznikem údolních svahů, na nichž docházelo ke svahovým

pohybům. Nejprve byla stanovena hranice oddělující reliky starého reliéfu od hluboce zařezaných říčních údolí. Vymezení starého reliéfu má velký význam, protože na svazích tohoto původního reliéfu docházelo ke svahovým pohybům jen ve velmi omezené míře. Doklady postupného zahľubování Labe a jeho přítoků poskytují erozní plošiny a reliky pleistocenních fluviálních sedimentů.

Starý reliéf Českého středohoří měl charakter širokých mělkých údolí a nevysokých elevací, které vznikly po skončení první vulkanické fáze – tzn. během spodního miocénu. V jižní části území je miocenní reliéf zachován zhruba ve výšce 300–450 m n. m. Směrem po proudu Labe se výška původního reliéfu zvyšuje na 500 m n. m. Tyto výškové rozdíly mohou být způsobeny intenzivnějším výzvihem Děčínské vrchoviny, tak jak to předpokládá Balatka a Kalvoda (1995). Do miocenného reliéfu je zahľubena říční síť současného toku Labe a jeho přítoků. Erozní hrana oddělující oba typy reliéfu je na leteckých snímcích většinou dobře patrná. Pouze na některých místech došlo během dalšího vývoje reliéfu k erozi a k rozrušení hrany – např. s. a sv. od Malečova. Široká údolí starého reliéfu ústí do mladšího údolí Labe visutě. Zhruba do poloviny dnešní hloubky údolí se řeka zahľubila během miocénu a pliocénu. Nejvyšší známé reliky fluviálních a proliviálních sedimentů se zachovaly v Ústí n. Labem na Střibrnískách a v Bukově. Tyto sedimenty jsou svrchnopliocenního stáří a nachází se ve výšce 120 m nad dnešní hladinou Labe (Kočí - Růžičková - Kadlec 1991). Klimatické změny, ke kterým opakovaně docházelo v průběhu kvartérů, měly velký vliv na další intenzivní zahľubování toků. Ojedinělý relik terasy ze spodního pleistocénu se zachoval sv. od Olšinek ve výšce 70–80 m nad dnešní hladinou Labe. Zbytky středopleistocenných teras se nachází 55–24 m vysoko nad řekou a akumulace fluviálních sedimentů z posledního glaciálního období (svrchní pleistocén) vytváří údolní terasu vyplňující současné dno labského údolí.

Výrazné morfologické linie, predisponované pravděpodobně tektonickými poruchami, sledují směr SV-JZ (krušnohorský směr) a směr SZ-JV (středosaský zlomový systém). Porucha krušnohorského směru využívá tok Labe mezi Ústím n. Labem a Těchlovicemi. Na liniích sz.-jv. směru vznikla řada údolí směřujících k Labi.

Na strmých svazích říčních údolí docházelo v pleistocénu k častým svahovým pohybům. V chladných obdobích pleistocénu panovaly ideální podmínky pro vznik svahových pohybů. Ve středním pleistocénu bylo údolí Labe v Českém středohoří vzdáleno 50 km od čela kontinentálního ledovce, který v glaciálních obdobích pokrýval celou severní Evropu. Relikty glacigenních sedimentů středopleistocenního stáří jsou známy např. z okolí Varnsdorfu. Oblast Českého středohoří byla tedy v období vrcholných glaciálů vystavena intenzivnímu vlivu periglaciálních podmínek. Křídové sedimenty a zvětralá eluvia podložních hornin nebyly na svazích údolí fixovány téměř žádnou vegetací. Permafrost zabraňoval vsakování srážkových vod a zvodnělá svrchní vrstva sedimentů se pohybovala po svazích vlivem soliflukce nebo ploužení. Také jílovité zvětralé vulkanické horniny a křídové jílovce vytvářely ideální podmínky pro vznik sesuvů. Na vznik svahových pohybů má vliv tektonické porušení hornin zlomy a puklinami.

Tektonickými poruchami oslabené části skalního masivu jsou nestabilní a mohou být potenciálními místy vzniku sesuvů nebo skalního řícení.

Kromě známých oblastí postižených svahovými pohyby, jakými jsou např. sesuvná území z. od Prackovic nebo u Mojžíře, jsou další sesuvy a sesuvná území soustředěna do míst, kde koryto Labe výrazně mění svůj směr. V nárazových březích řeka erodovala zvláště intenzivně a docházelo k porušení stability svahu a ke vzniku sesuvů. Takováto území se nachází v okolí Dolních Zálezel, Brně nebo zmíněného Mojžíře. V severní části území vystupují ve svazích údolí křídové vápnité jílovce až slínovce. Tyto sedimenty jsou náchylné ke ztrátě stability (např. vlivem objemových změn jílových minerálů při zvodnění). Proto na svazích tvořených křídovými sedimenty docházelo často k sesouvání nebo vzniku sesuvů – např. v okolí Těchlovic a u Šachova a Prosetína.

### Geologické mapování (V. Cajz)

Jako jednu z vrstev pro sestavení *rajonové mapy* bylo třeba vytvořit *geologickou mapu* v měřítku 1 : 10 000. Po vypracování rešerše bylo rozhodnuto využít již existující terénní podklady nového základního geologického mapování pro listy 02-411 Ústí n. Labem a 02-412 Povrly a v jižní části zájmového území, zasahující na list 02-413 Vaňov, provést mapování nové. Z hlediska složitosti geologické stavby, a tím vyplývající časové náročnosti, nebylo možné v pouhém zlomku jediné terénní sezóny nově mapovaný úsek zpracovat tak, jako pro základní geologické mapy. Proto byla celá vrstva *geologické mapy* pojata účelově s orientací na geologické aspekty přímo ovlivňující predispozici ke svahovým pohybům. Z tohoto pohledu pak byly přehodnoceny křídové i kvartérní sedimenty na již nově zmapovaném území. Tímto přístupem se podařilo zajistit jednotnost pojednání geologické stavby pro celou mapu.

Zvláštní zřetel bylo třeba věnovat kvartérním sedimentům a bylo nezbytné uplatnit poněkud odlišný pohled, než bývá zvykem pro základní geologické mapy. Důsledně ověření již známých sesuvních akumulací a reambulace nově indikovaných lokalit (z fotointerpretací a z vlastního mapování) bylo hlavním téžitstěm hodnocení kvartérních sedimentů. Horniny terciérního stáří – neovulkanity středohorského vulkanosedimentárního komplexu pak byly sice členěny petrologicky, avšak byly též posuzovány s ohledem k náchylnosti ke svahovým pohybům. Byla zdůrazněna role vulkanoklastických hornin jako možného příčinného fenoménu vzniku sesuvů a bylo upozorněno i na lokálně možný negativní dopad jinak pevných kompaktních vyvřelin, které mohou podmiňovat vznik skalního řícení, i když se většinou svahových pohybů účastní málo.

Obdobně se postupovalo i u křídových sedimentů, kde jako nejnáchylnější ke svahovým pohybům byly vyhodnoceny slínovce březenského souvrství, kdežto pískovce merboltického souvrství byly v daném území pokládány za relativně stabilní. Byla též zdůrazněna vyšší predispozice ke svahovým pohybům na stratigrafických rozhraních a naopak vyšší stabilita hornin postižených kontaktní metamorfózou.

Takto pojatá *geologická mapa* se pak ukázala být vhodným vstupním podkladem pro *rajonovou mapu* i pro další možné zpracování v GIS.

### Hydrogeologie (J. Burda)

V rámci úkolu byly zdokumentovány vývěry podzemní vody, tj. prameny zachycené i nezachycené. Tyto prameny zaznamenané v mapách podrobného měřítka (Geologická mapa a Rajónová mapa nebezpečí svahových pohybů 1 : 10 000) umožní v případě potřeby jejich snadné nalezení, a tedy jejich využití pro odvodnění, monitoring, či rekonstrukci vyčištěním jímek, nejen pro sanaci (zlepšení odvodnění) sesuvních území, ale i pro vodárenské účely, a též i pro účely historicko-technické (mnohé vodojemy a pramenné jímky jsou pozoruhodná technická dřsa, navíc esteticky hodnotná).

Mapování z období léto–podzim 1997 nalezlo, ověřilo a zdokumentovalo 387 pramenů, pramenných jímek a vodojemů. V dokumentační mapě byly zaznamenány nejen tyto prameny, ale i vodopády, mokřadla a vodní toky, které nebyly zakresleny na topografických mapách.

Přehledným způsobem byly prezentovány konkrétní případy hydrogeologických objektů, které mohou ovlivňovat území postižená svahovými pohyby.

V zájmovém území se vyskytují 4 základní hydrogeologické jednotky:

- průlinově propustný kvartér
- miocenní uloženiny mosteckého souvrství (jíly, písčité jíly

a jílovité písky) s funkcí izolátorů a průlinových kolektorů

- puklinově propustné vulkanity a relativní izolátory průlinově propustných pyroklastik a tufitů

- průlinovo puklinově propustné kolektory a izolátory křídy

Připovrchové zvodně jsou zdroji místních vodovodů, včetně starých vodovodů pro aglomeraci Ústí n. Labem. Využívají se většinou prameny zachycené pramenními jímkami, studny, případně mělké vrty.

Největší množství pramenů vyvěrá při bázi pískovců merboltického souvrství, dále ze sutí a z cel a boků sesuvů, z rozpuhaných lávových příkrovů, pozoruhodné jsou též „prameny“ vytékačící z bývalých štol na uhlí. Určit jednoznačný původ jednotlivých pramenů bývá často nemožné, neboť se většinou jedná o polygenetický původ – např. skrytý puklinový vývěr z křídových pískovců do zvodnělých čedičových sutí.

Pramenní jímky mají jednoznačně kladnou funkci – odvádějí vodu vodovodem mimo sesuvné území. Pramenní jímky jsou navíc často doplněny zářezy, jež intenzivně odvodňují okolí jímky.

Vodovod vedoucí přes sesuvné území má spíš záporný vliv. Výkop vodovodu je propustnější a může zvýšovat vsak srážkové a povrchové vody do sesuvu, pochopitelně úniky vody z potrubí jsou nežádoucí.

Studánky (tj. zachycené prameny) mají neutrální, či spíše pozitivní vliv. Vývěr vody je soustředěn do jednoho místa a odteká obvykle korytem, což je méně příznivé pro infiltraci (a tedy příznivější pro stabilitu) než např. nezachycený plošný vývěr.

Tabulka 1. Hydrogeologická funkce lithostratigrafických celků v zájmovém území

Kvartér		transmisivita	mocnost (m)
	sut	nízká	až 15
	náplavy Labe	střední až velmi vysoká	kolem 10
Neogén	okraj SHP	nadložní jíly: izolátor písky: kolektor	nízká nízká
	České středo-horí	vulkanoklastika: relativní izolátor vulkanity: kolektor	nízká
	Km	kolektor D	střední až nízká
	Kbz		až 200
J	Kt	izolátor BC/D (JZ) (SV)	nízká
i	Kj		až 400
H	Kb	kolektor BC	střední
		izolátor A/BC	130 (JZ) 360 (SV)
K	Kk	kolektor A	nízká
	PC, krystalinikum	podložní izolátor	0-50 až >70

Prameny v odlučné oblasti, či přímo v sesuvu (mimo jeho čelo) mají záporný vliv – bylo by vhodné je zachytit a odtok odvést pokud možno nepropustným korytem co nejrychleji mimo sesuv.

Prameny na bocích či příčelu sesuvu mohou mít na stabilitu nepříznivý vliv, vývěry nakypřují a rozbrázdají horninu, odtékající voda může znova sytit smykovou plochu sesuvu, mohou též označovat vhodná místa pro odvodnění sesuvu.

Na přelomu století bylo původním převážně německým obyvatelstvem vybudováno mnoho vodárenských zařízení, které, i když jen jako vedlejší výsledek, významně přispely ke stabilizaci sesuvních území. Precizně i architektonicky kvalitně vybudované pramenné jímky, vodojemy a vodo-vody z této doby ve většině případů dodnes fungují (včetně těch, které se již nevyužívají) a tedy odvodňují sesuvná území a tím přispívají ke stabilizaci svahů.

K celkové stabilitě území je nutné pečlivě udržovat veškeré vodárenské a vodohospodářské objekty, aby docházelo ke zvýšenému odvodňování svahů a tak snižování nebezpečí svahových pohybů.

#### **Nebezpečí svahových pohybů (J. Šebesta)**

*Rajonová mapa nebezpečí svahových pohybů v údolí Labe na území okresu Ústí n. Labem je výsledek syntetické analýzy veškerých dat a podkladů, které byly nashromážděny během sestavování projektu:*

- z databáze Registru sesuvů (Geofond)
- z archivních podkladů
- z fotointerpretační mapy
- z geologické mapy
- z hydrogeologické databáze
- z detailních inženýrskogeologických studií aktivních sesuvních území

Pro sestavení *rajonové mapy* bylo použito několika kritérií:

- geomorfologická pozice (poloha plošinatého paleoreliéfu, strukturně predisponované svahy, erozní svahy, denudační a erozní úroveň, embryonální formy svahových pohybů, sklon svahu, hodnota sklonu, vztah svahu k erozní bázi a vzdálenost od erozní báze, pozice a charakter stabilních a fosilních sesuvů ap.)
- geologická predispozice (rezistentnost hornin vůči denudaci, náhylnost hornin ke svahovým pohybům, stupeň alterace, úklon vrstev a bazaltoidních proudů, tektonické narušení, rozpukanost ap.)
- hydrogeologické podmínky (nepropustné vrstvy, vztah k infiltračnímu území, linie pramenů, podmáčení, bezodtoké deprese, charakter drenáže ap.)
- antropogenní narušení horninového prostředí (zástavba a její charakter, dopravní síť, umělé odvodňování a jeho stav, těžba a odvaly, regulace toku Labe ap.)

Na základě analýzy s použitím těchto kritérií a po dohodě s OkÚ Ústí n. Labem byly stanoveny tři stupně nebezpečí svahových pohybů:

#### **1. Území stabilní – bez nebezpečí vzniku svahových pohybů**

Jsou situována především na plošinatých reliktech paleoreliéfu, který tvoří horní okraj hlubokého erozního údolí Labe. Tyto relikty leží okolo 400 m nad dnešním tokem. Za stabilní území lze považovat i mírně ukloněné plochy ve svahu hlavního údolí, které jsou predisponovány rezistentními polohami bazaltoidů nebo pískovců. Mezi tato území jsou zařazeny též vyrovnané svahy na horninách náhylých ke svahovým pohybům, ležící však při současné erozni bázi řeky Labe, místy chráněné mocnými vrstvami říčního štěrku. Stabilní území je možno plně využívat bez uplatnění restriktivních opatření při využití a osídlování území.

#### **2. Území potenciálně nestabilní – náhylá na porušení, s potenciálním nebezpečím vzniku svahových pohybů**

Poměrně rozsáhlá území na erozních svazích, na kterých se vyskytují relikty fosilních sesuvů nebo sesuvy stabilní v různém stupni denudace. Do této kategorie jsou zahrnutы i svahy, kde se vyskytují horniny náhylé k sesouvání a kde jsou nevhodné hydrogeologické podmínky, nevhodný sklon svahu a značné antropogenní zatížení. Obvykle se tato území rozkládají na svazích hlavního a bočních údolí. Využití a osídlování území je nutno uskutečňovat uvážlivě až po inženýrskogeologickém přešetření stupně stability svahu a po zvážení stabilizačních opatření vedoucích k zajištění dlouhodobé a trvale stability území.

#### **3. Území nestabilní – s aktivními svahovými pohyby**

Jsou jednoznačně vymezena rozsahem aktivních svahových pohybů. Projevy aktivních pohybů byly reambulovány z Registru sesuvů Geofondu ČR, archivních podkladů nebo byly nově vymezeny při podrobném mapování v rámci tohoto projektu. Tato území jsou omezeně využitelná vzhledem k vysokým nákladům na sanační práce potřebné ke zvýšení jejich celkové stability. Doporučuje se potlačení lidské činnosti a uplatnění restriktivních opatření ve využití a dalším osídlování území.

#### **Závěr**

V údolí Labe na okrese Ústí n. Labem převažují území s potenciálním nebezpečím svahových pohybů. Doporučuje se na tomto území přistupovat k jakékoliv činnosti související se zásahem do horninového prostředí vždy velmi opatrně a s předchozím inženýrskogeologickým posouzením, které zhodnotí míru geologických nebezpečí a usměrní projekční záměry.

Do nestabilních území s aktivními svahovými pohyby se nedoporučuje směrovat zásahy ovlivňující horninové prostředí bez důkladné rozvahy. Ta se musí opírat o inženýrskogeologický rozbor stabilitních poměrů a o návrhy sanačních prací vedoucích ke zvýšení celkové stability území. Je nutno zvážit ekonomický poměr stabilizačních a restriktivních opatření pro využití území.