

Jozef Hulla¹

AKTUÁLNE PROBLÉMY A RIZIKÁ PRI ZAKLADANÍ STAVIEB

CURRENT ISSUES AND RISKS IN BUILDING FOUNDATION

Abstrakt:

Na zakladanie nových stavieb v súčasnosti i v budúcnosti zostávajú vo veľkom rozsahu k dispozícii staveniská so zložitými základovými podmienkami. Vlastnosti základových pôd sa v rozsahu dosahu účinkov od stavieb menia, do rôznych hĺbok siahajú zeminy s malou pevnosťou a veľkou stlačiteľnosťou, nové stavby sa so značnými rizikami zakladajú aj na násypoch, zaplavovaných územiach i na nestabilných zosuvných svahoch. Zložité problémy vytvárajú tiež existujúce stavby v blízkosti nových objektov. Staršie stavby sa pri nevhodných stavebných postupoch i pri veľkých zmenách stavov napätosti porušujú a zväčšujú náklady na nové stavby. To všetko vedie k potrebe zlepšovania základových pôd i širšiemu využívaniu hĺbkových, najmä pilótových základov.

1. Úvod

Násypy, skládky a odkaliská sú produktom ľudskej činnosti, ktoré v súčasnosti slúžia ukladaniu rôznych odpadových materiálov. Pozornosť sa zameriava hlavne na riešenie problémov ich stability a redukcii nepriaznivých vplyvov na okolité prostredie. Niektoré lokality už v súčasnosti, ale mnohé určite v budúcnosti, budú tvoriť základové pôdy pre novú výstavbu.

V ostatných rokoch sme svedkami výskytu intenzívnych zrážok. Počas privalových dažďov sa hladiny v nechránených slovenských tokoch zvyšujú o 6 až 8 m. Voda vniká do stavebných objektov, znehodnocuje ich, poruchami a haváriami objektov je ohrozené zdravie i životy obyvateľov. Z množstva problémov sa pozornosť zameriava len na stabilitu stavebných objektov. V mnohých krajinách sa stabilné stavebné objekty v blízkosti povrchových tokov v obmedzenej miere využívajú aj počas povodňových stavov.

S intenzívnymi zrážkami bezprostredne súvisí aj stabilita prírodných a umelých svahov. Na Slovensku nestabilné zosuvné svahy zaberajú plochu 5,5 % (Kopecký 2010). Porušujú sa domy, dopravné komunikácie, inžinierske siete a ďalšie objekty. V mnohých prípadoch je potrebné zabezpečiť stabilitu stavebných objektov aj na takýchto územiach.

Súčasná stavebná geotechnika disponuje prostriedkami, ktoré sú schopné zabezpečiť stabilitu stavieb v akýchkoľvek základových podmienkach. Pozornosť sa zameriava hlavne na zlepšovanie vlastností základových pôd a na hĺbkové základy. Ekonomická efektívnosť a použiteľnosť býva rozhodujúcou podmienkou ich uplatnenia v praxi.

2. Násypy, skládky, odkaliská

Najrozsiahlejšie násypy sa vytvárajú v blízkosti hlbokých jám pre povrchovú ťažbu uhlia. V severozápadnej časti Českej republiky je 25 metrová vrstva uhlia prikrytá vrstvou pôdy s hrúbkou takmer 200 m, ktorá sa musí odstrániť a po vyťažení uhlia vrátiť do jamy (Sekyra a kol. 2010). Stavebné objekty na povrchu územia sa pred ťažbou obvykle

¹ Hulla, Jozef, Prof. Ing. DrSc., Slovenská technická univerzita, Stavebná fakulta, Katedra geotechniky, Radlinského 11, 81368 Bratislava, Slovenská republika, jozef.hulla@stuba.sk

rozoberajú, vzácne objekty sa presúvajú. Takto bol v Moste presunutý gotický kostol zo 16 storočia o 841 m (obr. 1).



Obr. 1 Gotický kostol zo 16. storočia v Moste po 841 metrovom presune na nové miesto (foto Hulla).

Nová výstavba v Moste sa umiestnila spolu s dopravnými komunikáciami na zasypanú jamu. Podobné problémy majú aj iné mestá (napríklad nemecký Bonn). Na umele nasýpaných ostrovoch sa v Japonsku vytvárajú podmienky pre stavbu rôznych priemyselných, občianskych a dopravných objektov. Najznámejšie je letisko Kansai pre Osaku. Pristávacie a štartovacie dráhy spolu s komplexným vybavením letiska sú vystavané na dvoch umelých ostrovoch s výškou 20 až 30 m, každý z nich má šírku približne 2 km, dĺžku 6 km, s pevninou sú spojené mostom dlhým približne 5 km. Hlavným problémom je veľké sadanie povrchu, ktoré dosahuje až 15 m.

Skládky odpadových materiálov z veľkých miest sa obvykle vytvárajú v ich blízkosti; na obr. 2 je fotografia skládky pre rakúsky Innsbruck. Treba pritom vždy prekonávať odpor obyvateľstva; každý chce žiť a pracovať v čistom prostredí, ale nikto nechce súhlasiť s vytvorením skládky odpadových materiálov v jeho blízkosti. Geotechnické spoločnosti získali v ostatných rokoch cenné skúsenosti a dokážu vytvoriť vhodné opatrenia na bezpečné a neškodné uloženie odpadových materiálov. Počas vytvárania skládok však existujú rôzne obmedzenia a rušivé vplyvy, ktoré dočasne zneprijemňujú život obyvateľov. Po ukončení ukladania odpadových materiálov sa skládka uzatvára, jej povrch sa môže vhodne upraviť pre rekreačné, športové účely, dokonca je možné na takýchto skládkach stavať aj nové objekty. Hlavným problémom je veľké a do značnej miery nerovnomerné sadanie skládok. Vplyvom ich vlastnej tiaže býva sadanie až 20 % z ich celkovej výšky (Bažant 1973), preto sa v takýchto prípadoch často využívajú hĺbkové základy.

Odpadové materiály z úpravy rúd sa ukladajú hydraulicky a vytvárajú tzv. odkaliská. Charakteristický pohľad na jedno zo slovenských odkalísk v blízkosti Banskej Štiavnice je na obr. 3. Stabilita odkaliska sa zabezpečuje vhodným sklonom svahu, ktorý je vytvorený z primerane pevných materiálov na vzdušnej strane (Peter a kol. 1983). Voda z dopravy jemnozrnných odpadových materiálov a zo zrážok sa zbiera v akumulačnej nádrži. Obyčajne

obsahuje škodlivé látky, preto ich treba pred vypustením prebytočnej vody do blízkeho toku odstrániť.



Obr. 2 Skládka tuhého komunálneho odpadu pre Innsbruck (foto Hulla).



Obr. 3 Odkalisko z úpravy rúd pri Banskej Štiavnici (foto Hulla).

Nedávno sa pretrhla hrádza odkaliska v Maďarsku; do okolia vytiekol červený kal z úpravy bauxitu pre výrobu hliníka, ktorý má vysokú hodnotu $\text{pH} = 12 - 13$. Zahynulo niekoľko ľudí, mnohí boli vážne zranení a vznikli veľké škody na majetkoch občanov i na životnom prostredí.

Takéto odkalisko z úpravy maďarského bauxitu pre výrobu oxidu hlinitého je vytvorené aj na Slovensku, v Žiari nad Hronom (Klimko a kol. 2009). V roku 1998 sa

zmenila technológia výroby hliníka a do odkaliska sa už odpadové materiály neukladajú. Jedným z hlavných problémov sa stala nákladná úprava silne alkalickej vody, ktorá vzniká po priesaku čistej zrážkovej vody cez červený a hnedý kal odkaliska. Nový majiteľ Závodov Slovenského národného povstania – Penta Investments – zabezpečuje realizáciu ochranných opatrení. Ich cieľom je utesnenie povrchu a svahov odkaliska, aby sa čistá zrážková voda mohla odvieť do povrchového toku.

Povrch odkaliska je prikrytý fóliou, svahy sú tiež utesnené, sú prikryté geobunkami, ktoré sú vyplnené zeminou s možnosťou zatrávnenia (obr. 4). Súbežne s procesom odvodnenia a zamedzenia prítoku zrážkovej vody do odkaliska sa zvýšila pevnosť červeného kalu, čím sa významne zlepšili stabilitné pomery odkaliska.



Obr. 4 Stav prác na utesňovaní odkaliska v Žiari nad Hronom z 24.6.2010 (foto Hulla).

V súčasnosti je zameraná pozornosť na zabezpečenie stability násypov, skládok, odkalísk (ďalej len odpadových materiálov) a na zamedzenie ich negatívnych vplyvov na životné prostredie. Venuje sa však pozornosť tiež skúmaniu mechanických vlastností a ich vývoja, pretože v budúcnosti sa aj tieto lokality budú využívať pre novú výstavbu. Hlavným problémom bude použiteľnosť a sadanie týchto objektov. Vo všeobecnosti môže byť sadanie spôsobené nasledovnými zložkami:

$$s = s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 \quad (1)$$

s_1 je časť sadania spôsobené stláčaním odpadových materiálov; je závislá najmä od ich výšky a stlačiteľnosti,

s_2 – časť sadania spôsobená stláčaním podložia odpadových materiálov; je závislá najmä od ich tiaže a stlačiteľnosti podložia,

s_3 – časť sadania spôsobená zmenou stavu napätosti v odpadových materiáloch a ich podloží vplyvom zaťaženia stavebnou konštrukciou,

s_4 – časť sadania spôsobená umelým znížením hladiny podzemnej vody,

s_5 – časť sadania spôsobená degradáciou organických látok v odpadových materiáloch.

Jemnozrnné – hlinité a ílovité zeminy v odpadových materiáloch a v ich podloží spôsobujú dlhodobý časový priebeh sadania, ktorý môže trvať niekoľko rokov, ale aj desaťročí. Preto je veľmi dôležité poznať históriu ukladania odpadových materiálov vo vzťahu k novej výstavbe. Keby sa napríklad nové objekty stavali v čase po ukončení sadania

odpadových materiálov a ich podložia, keby neboli aktuálne problémy znižovania hladiny podzemnej vody a degradácia organických látok bolo by sadanie závislé len na zmenách stavov napätosti spôsobených novým objektom, takže $s = s_3$. Ukladanie odpadových materiálov spravidla nevytvára homogénne prostredie. Dôsledkom je nerovnomerné sadanie stavebných objektov. Takýmto podmienkam treba prispôbiť nosný systém objektov, alebo ich založiť na pilótach.

3. Zaplavované územia

Povodne sa podieľajú až 32 percentami na škodách spôsobených prírodnými živlami (Patera 2000). Počas povodní sa zvyšujú hladiny v povrchových tokoch i na priľahlých územiach. Vznikajú veľké škody na stavebných objektoch, dopravných komunikáciách i v pôdohospodárstve. Povodeň v roku 2002 mala katastrofálny priebeh a dôsledky v Prahe. Obrovské škody a následné problémy spôsobilo zatopenie pražského metra. Z celkovej dĺžky trasy takmer 50 km bolo zatopených 17,3 km (35 %). Hlavnou príčinou bolo nedokonalé tesnenie prechodov káblov (Barták 2003).

V súčasnosti sa stavebné objekty z rôznych dôvodov budujú v bezprostrednej blízkosti povrchových tokov. Pri ich vhodnej konštrukcii môžu byť úplne alebo obmedzene využívané aj počas povodní, pričom sú ich poškodenia nepatrné.

V súvislosti so zakladaním objektov na zaplavovaných územiach treba venovať pozornosť možným zmenám hladín pri povodniach, zásadám úpravy stavebných konštrukcií, hydrodynamickým účinkom na stavebné konštrukcie, na ich podložie a okolie, účinkom povrchovej a podzemnej vody na zmeny pevnosti zemín a únosnosti základových pôd.

V dôsledku intenzívnych zrážok sa u nás zvyšujú hladiny aj v malých slovenských potokoch o 6 až 8 m. Podobné zvýšenia povodňových hladín majú aj veľké toky, tie sú však obvykle chránené hrádzami. Protipovodňové hrádze na štrkovitom a piesočnatom podloží, ktoré siaha do veľkých hĺbok (na Dunaji vyše 100 m), majú vytvorené tesniace prvky zabezpečujúce ich stabilitu. Tieto prvky však obvykle nemôžu zabrániť prítoku vody k stavebným objektom z väčších hĺbok. Na obr. 5 sú objekty blízko ľavobrežnej hrádze Moravy pri Suchohrade počas povodne v roku 2006. Hrádza nemala v týchto miestach tesniacu stenu zaviazanú do nepriepustného podložia.



Obr. 5 Stavebné objekty pri vzdušnej päte ľavobrežnej hrádze Moravy počas povodne v roku 2006 (foto Hulla).

V roku 1965 sa na dvoch miestach pretrhli dunajské ochranné hrádze, bolo zničených alebo vážne poškodených okolo 10000 stavebných objektov. Boli to najmä domy vystavané z nepálených tehál, ktoré sa doslova rozpustili. Porušujú sa aj steny vytvorené zo stabilných materiálov ale s nevhodnými spojivami. Na obr. 6 je jeden z domov v Devíne, ktorý sa porušil pri povodni v roku 2002.

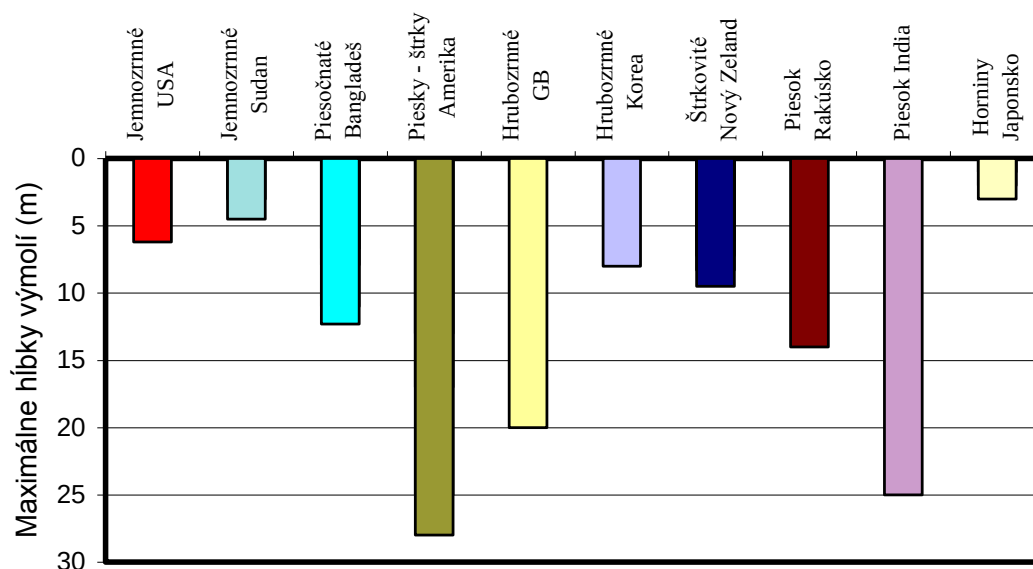
Prvoradou požiadavkou pre objekty na zaplavovaných územiach je teda použitie vhodných stavebných materiálov. Ich vlastnosti sa vplyvom vody nesmú zhoršovať. Dôležité sú aj povrchové úpravy, ktoré umožnia jednoducho odstraňovať naplavené nečistoty.



Obr. 6 Porušená časť rekonštruovaného domu v Devíne počas povodne v roku 2002 (foto Hulla).

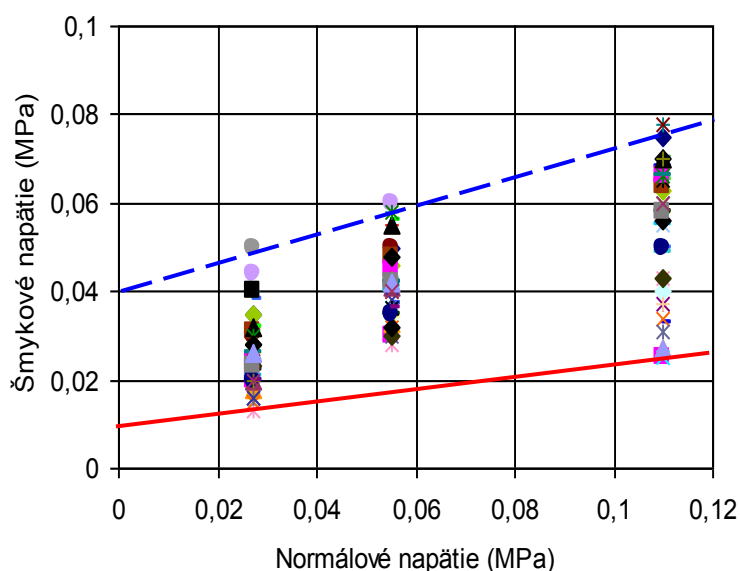
Stavebné objekty na zaplavovaných územiach by nemali mať podzemné podlažia. Bolo by dokonca výhodné, keby mali aj prízemné podlažia zvýšené nad úroveň terénu. Dokonalým utesnením podzemných častí a konštrukčnými úpravami ťažších stavieb je možné zabezpečiť ich využívanie aj počas povodní. Stabilitu ľahších objektov by bolo potrebné zabezpečiť prikotvením do podlažia, alebo zaplavením.

Pri zakladaní mostných pilierov a opôr treba starostlivo prešetrovať intenzívne hydrodynamické účinky počas povodní, ktoré by mohli vymieľať ich hrubozrnné podlažia. Na obr. 7 je znázornený súhrnný prehľad o maximálnych hĺbkach výmolí v rôznych pôdach a krajinách sveta (podľa Briauda 2000 a Bažanta 1966). Vymieľacím procesom neodolávajú ani porušené skalné horniny, ktoré často tvoria základovú pôdu pre rýchle japonské železnice. Ak majú byť plošné základy mostov stabilné, potom treba počítať s ich staticky účinnou hĺbkou založenia len od dna výmolí. Preto sa pažiacie a tesniace prvky stavebných jám ponechávajú súčasne ako ochrana proti podomletiu, alebo sa piliere a opory mostov zakladajú hĺbkovo na pilótach. Rovnaké zásady a opatrenia treba použiť aj pri zakladaní občianskych a priemyslových objektov na zaplavovaných územiach. Prúdiaca voda môže pri takých objektoch spôsobiť výmole a porušiť ich stabilitu.



Obr. 7 Maximálne hĺbky výmolí v rôznych pôdach a krajinách (podľa Briauda 2000 a Bažanta 1966).

Hydrodynamické a hydrostatické účinky nepriaznivo ovplyvňujú pevnosť jemnozrnných zemín. V laboratóriu Katedry geotechniky sme vykonali šmykové skúšky na vzorkách hlinitých a ílovitých zemín odobratých medzi Záhorskou Vsou a Gajarmi v súvislosti s riešením problémov stability ľavobrežnej hrádze Moravy. Skúšky sme vykonali pri prírodných vlhkostiach a počas umelého nasycovania neporušených vzoriek vodou. Výsledky sú zhrnuté na obr. 8; pri nasycovaní vzoriek vodou sa pevnosť postupne zmenšovala a pri maximálnom nasýtení vodou dosiahla najmenšie parametre pevnosti dané uhlom vnútorného trenia (φ – sklon čiaru pevnosti od osi normálových napätí) a súdržnosťou (c – úsek na osi šmykových napätí pri nulovom normálovom napätí).



Obr. 8 Čiaru pevnosti jemnozrnných zemín: — — — s prírodnou vlhkosťou, — po nasýtení vodou.

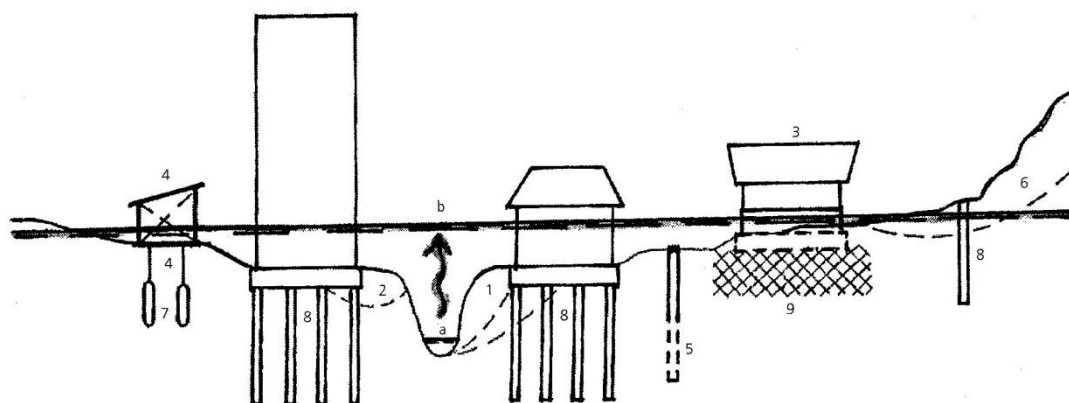
Zmenšením pevnosti zeminy po nasýtení vodou sa významne zmenší aj výpočtová únosnosť plošného základu a pre stabilný pásový základ musí byť splnená podmienka

$$\sigma_{de} = \frac{\gamma_G V}{A_{ef}} \leq R_d = \frac{c / \gamma_c N_c + q N_q + \gamma B_{ef} N_\gamma}{\gamma_R} \quad (2)$$

v ktorej σ_{de} je kontaktné napätie, γ_G – parciálny súčiniteľ zvislého zaťaženia, V – zvislá sila, A_{ef} – efektívna plocha základu, R_d – výpočtová únosnosť, c – súdržnosť, γ_c – parciálny súčiniteľ pre súdržnosť, N_c , N_q , N_γ – súčinitele únosnosti ako funkcie uhla vnútorného trenia φ / γ_φ , q – originálne napätie v základovej škáre, γ – objemová tiaž zeminy pod základom, B_{ef} – efektívna šírka základu, γ_R – parciálny súčiniteľ pre zvislú únosnosť (podrobnosti uvádza s ohľadom na EC 7 revidovaná STN 73 1001 z roku 2010).

Výsledky geotechnického prieskumu pre zaplavované územia musia uvádzať charakteristické vlastnosti pre zeminy nasýtené vodou a nie pre priaznivejšie podmienky, pri ktorých sa robí prieskum.

Na obr. 9 je uvedený prehľad porúch a stabilizačných opatrení pre objekty na zaplavovaných územiach. Po výraznom zvýšení hladín počas povodňových stavov môžu byť poruchy a havárie stavebných objektov spôsobené eróziou brehov, vymieľacími procesmi, nevhodnými konštrukciami a materiálmi objektov i zosuvmi svahov. Ako stabilizačné opatrenia sa najčastejšie používajú pilótové základy, steny, kotvy a zlepšené vlastnosti zemín v podloží stavieb.



Obr. 9 Prehľad porúch a stabilizačných opatrení pre objekty na zaplavovaných územiach:
a – hladina pred povodňou, b – maximálna hladina pri povodni, 1 – erózia brehov,
2 – výmole, 3 – spevnená konštrukcia, 4 – ľahký objekt, 5 studňa, 6 – zosuvný svah,
7 – kotvy, 8 – pilótová stena, 9 – spevnené podložie.

Pre všetky stavebné objekty na zaplavovaných územiach treba posúdiť splnenie podmienok stability a stanoviť povodňové hladiny pri ktorých obyvatelia musia svoje objekty bezpodmienečne opustiť, pretože sú okrem veľkých škôd ohrozené aj ich životy. V slovenských podmienkach je potrebné považovať za potenciálne nebezpečné všetky objekty, ktoré sa nachádzajú v blízkosti povrchových tokov nechránených hrádzami. Súčasná hydrológia nie je schopná predpovedať výskyt a polohy prívalových dažďov, ktoré niekedy postihujú len menšie časti povodí, preto nemožno ani včas varovať obyvateľov pred nebezpečenstvom povodní.

4. Zosuvné územia

Zosuvné – nestabilné územia na svahoch zaberajú 5,5 % z celkovej plochy Slovenska (Kopecký 2010). Zosuvné procesy sa aktivizujú obvykle počas intenzívnych zrážok, v seizmicky exponovaných oblastiach v zahraničí aj počas ničivých zemetrasení (Nemčok 1982).

Zosuvné územia sa vyznačujú neobvyklými nerovnosťami a poruchami povrchu terénu, charakteristicky deformovanými stromami a pod. (obr. 10).



Obr. 10 Poruchy povrchu zosuvného územia pri Nižnej Hutke, kde bola porušená cestná komunikácia (foto Hulla).

Ak sa na zosuvných územiach, prípadne v ich blízkosti, vyskytujú stavebné objekty, alebo sa na nich majú stavať nové objekty, treba ich geotechnickému prieskumu venovať zvláštnu starostlivosť. Podľa rozsahu porúch je potrebné rozhodnúť, či stavebné objekty možno opraviť, alebo ich treba odstrániť. Odstraňovať treba objekty, ktoré majú vážne porušený nosný systém; jeden z takýchto objektov z Nižnej Myšle je na obr. 11.

Predovšetkým sa musia lokalizovať klzné plochy a analyzovať podmienky stability územia – z nich musia vychádzať opatrenia na zabezpečenie stability stavebných objektov. Na lokalizáciu klzných plôch aktívnych zosuvov sa úspešne využívajú inklinometrické metódy. Do vhodne situovaných vrtov sa osadzujú novodurové rúrky, vnútri rýhované, do ktorých sa zavádza inklinometer. Inklinometer umožňuje sledovať v zvolenom smere naklonenie s vysokou presnosťou (okolo 0,2 mm na 1 m). Z meraní po celej hĺbke sa konštruuje priehybová čiara. Keď sa merania opakujú vo vhodných časových intervaloch, dá sa sledovať pohyb svahu a lokalizovať klzná plocha. Klzná plocha je v mieste najväčších prírastkov

horizontálnych deformácií; niekedy sa v týchto hĺbkach rúrky ustrihnú, takže ich hlbšie časti už nie sú pre merania prístupné.



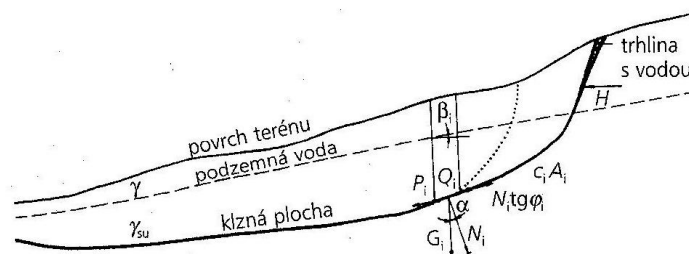
Obr. 11 Porušený rodinný dom na zosuvnom svahu v Nižnej Myšli v roku 2010 (foto Kopecký).

Polohy klzných plôch sa dajú zisťovať aj inými metódami, napríklad sledovaním pohybu podzemnej vody, vyhodnotením geologických profilov, z hĺbkových závislostí objemových tiaží, vlhkostí a pod.

Na zisťovanie stability územia možno použiť prúžkovú metódu a súčiniteľ spoľahlivosti svahu vyjadriť ako pomer horizontálnych zložiek stabilizujúcich a rušiacich účinkov

$$\gamma_n = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \operatorname{tg} \varphi \cos \alpha_i + \sum_{i=1}^n c A_i \cos \alpha_i}{H + \sum_{i=1}^n P_i \cos \beta_i + \sum_{i=1}^n Q_i \cos \alpha_i} \quad (3)$$

Symbols na výpočet súčiniteľa spoľahlivosti svahu (γ_n) sú na obr. 12.

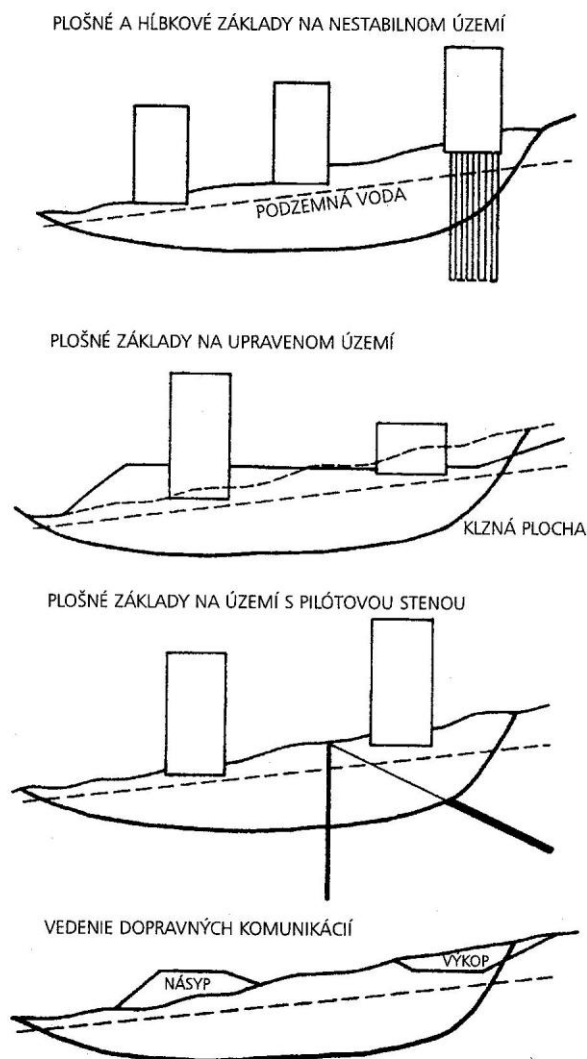


Obr. 12 Symbols a označenia na posúdenie stability zosuvného územia.

Vo vzťahu (3) G_i je tiaž zeminy v príslušnom prúžku po prihliadnutí na vztlak, N_i – normálová zložka tiaže G_i , Q_i – šmyková zložka tiaže G_i , α_i sklon klznej plochy od vodorovnej roviny, P_i – prúdový tlak vody, β_i – sklon hladiny, H – hydrostatická sila v trhline vyplnenej vodou, φ – uhol vnútorného trenia na šmykovej ploche, c – súdržnosť uplatňujúca sa na ploche A_i . Podrobné informácie sú uvedené v publikácii Turčeka a Hullu (2004).

Pri hodnotách $\gamma_n < 1$ územie nebude stabilné, pri hodnotách $\gamma_n > 1$ územie bude stabilné. Na zvýšenie stability je možné použiť zníženie hladiny podzemnej vody pomocou šikmých drenážnych vrtov, vhodné úpravy územia, votknuté alebo kotvené pilótové steny. Jednotlivé pilóty sa však vzájomne nesmú dotýkať, pretože by destabilizačne vzdúvali hladinu podzemnej vody.

Zvýšenie stability územia a stability stavebných objektov na ňom možno zabezpečiť aj vhodnými postupmi zakladania (obr. 13). Nevyhnutným podkladom je priebeh klznej plochy. Jedná sa o vhodné situovanie objektov na plošných alebo hĺbkových základoch na nestabilnom území, uplatnením plošných základov na upravenom území, plošnými základmi na území s pilótovou stenou. Zvýšenie stability zosuvného územia je možné dosiahnuť aj vhodným trasovaním dopravných komunikácií.



Obr. 13 Vhodné postupy zakladania a vedenia komunikácií na zosuvnom území.

5. Závery

Na násypoch, skládkach a odkaliskách, na zaplavovaných i zosuvných územiach je možné zabezpečovať stabilitu existujúcich stavieb, alebo stavať nové objekty. K tomu je však potrebné získať všetky údaje a charakteristické vlastnosti zemín, vytvoriť tiež vhodné rekonštrukcie starých a konštrukcie nových stavieb tak, aby riziká ich porušenia boli čo najmenšie.

Súčasná stavebná geotechnika má k dispozícii moderné technológie, mechanizmy i skúsenosti. Náklady na nevyhnutné zabezpečenie stability stavieb na takýchto územiach však bývajú vysoké a pre mnohých vlastníkov finančne nedostupné. V záujme ochrany života obyvateľov treba nestabilné objekty opustiť najmä počas intenzívnych prívalových dažďov, ktoré zhoršujú mechanické vlastnosti zemín a aktivizujú na svahoch zosuvné procesy.

Násypy, skládky odpadových látok a odkaliská musia byť spoľahlivo zabezpečené proti strate stability svahov i proti znečisťovaniu ovzdušia, podzemnej a povrchovej vody.

Literatúra

Barták, J.: Pražské metro a extrémní povodeň v srpnu 2002. Geotechnika č. 3, 2003, s. 9-13.

Bažant, Z.: Problémy zakládání staveb. Praha: Academia, 1966, 312 s.

Briaud,

Klimko, J. a kol.: Ochrana odkaliska proti znečisťovaniu prostredia. In: Geotechnický monitoring. Bratislava: STU, 2009, s. 182-187.

Kopecký, M.:

Nemčok, A.: Zosuvy v slovenských Karpatoch. Bratislava: Veda, 1982, 320 s.

Patera, A.: Současné otázky výzkumu extrémních hydrologických jevů. In: Extrémní hydrologické jevy v povodích. Praha: ČVUT, 2000, s. 17-20.

Peter, P a kol.: Navrhovanie a výstavba odkalísk. Bratislava: ALFA, 1983.

Sekyra, Z. a kol.: Stabilitní problémy při postupu uhelné těžby. In: Geotechnická exkurze 2010. Praha: Arcadis, 2010.

Turček, P., Hulla, J.: Zakladanie stavieb. Bratislava: Jaga group, 2004, 360 s.

Príspevok je súčasťou riešenia projektu VEGA MŠ SR č. 1/0619/09 „Zohľadňovanie rizík pri navrhovaní geotechnických konštrukcií“.