

Mineralia slov.
19 (1987), 6, 541—551

Vplyv urbanizácie a inej inžinierskej činnosti na chovanie spraší

JÁN ŠAJGALÍK

Katedra geotechniky SvF SVŠT, Radlinského 11, 813 68 Bratislava

Doručené 5. 5. 1987

Влияние урбанизации и остальной инженерной деятельности на состояние лёсса

Полевыми исследованиями Подунайской низменности было обнаружено множество нарушений объектов, которые возникли главным образом подмачиванием фундаментов в зависимости от различной величины и тяжести фундамента конструкций, изменения нагрузки различными пристройками, перемораживанием лёсса и т. п. Статистической обработкой нарушений объектов видно, что примерно 50 % всех нарушений способствовала вода. Трещины на зданиях имеют различные ширины (0,5—14 см) иногда замечена полная деструкция здания. Нарушениям в большинстве подверглись носные элементы зданий, вступительные ворота, оконные отверстия и углы соединений стен.

Influence of urban development and other engineering activities on the behaviour of loess

Field research in the Podunajská nížina lowland stated numerous disturbed engineering constructions mainly caused by the moistening of the subsoil, by different size and weight of load-bearing foundation structure, by changes of base-load induced by additional constructions or due to loess freezing and other causes. Statistical treatment of construction failures revealed that about 50 % of all cases is induced by the action of water in subsoils. Single cracks in buildings have various widths (0.5—14 cm) and even complete collapse of buildings has been evidenced. The most damaged construction elements are the load-bearing structures, portals of entrance gates, window openings and edges of peripheral bearing walls.

Extrémna citlivosť spraší na vodu je príčinou, že spraše predstavujú vo všetkých odboroch stavebníctva problematickú základovú pôdu. Hodnotenie spraší ako základovej pôdy vyžaduje preto zodpovedný a najmä predvídavý prístup inžinierskeho geológa a projektanta, ktorí

musia analyzovať nielen inžinierskogeologické vlastnosti spraše, ale aj potenciálne možnosti jej prevlhčenia či už v dôsledku užívania objektu, možných havárií hydrotechnických zariadení alebo zmeny hydrogeologického režimu, aby sme sa mohli vyhnúť haváriám objektov a veľkým ná-

rodohospodárskym škodám. Veľký počet rôznych porúch a havárií stavieb vplyvom presadania spráší u nás i v cudzine poukazuje na skutočnosť, že riešeniu inžinierskogeologických problémov sa v praxi nie vždy venovala náležitá pozornosť. Urbanizácia na sprašových terénach má aj spätný, dosť často negatívny dopad na životné prostredie, nehľadiac na ekonomickú stránku spojenú s výstavbou, údržbou, renováciou a sanáciou porušených objektov alebo ich častí.

Pri terénnom geologickom mapovaní pre zostrojovanie inžinierskogeologických a rajónových máp v Podunajskej nížine sme zistili množstvo porušených objektov, ktoré sú postavené na sprašiach. V snahe získať dokonalý obraz o poruchách stavieb a ich príčinách sme sa neorientovali len na tie urbanizačné celky, z ktorých sme zostrojili IG mapy. Na štatistické spracovanie sme si vybrali dve najväčšie pahorkatiny Podunajskej nížiny — Trnavskú a Nitriansku. Zistili sme, že dodatočné nerovnomerné sadanie spráší zapríčinilo na Nitrianskej pahorkatine 188 porúch, resp. deštrukcií objektov a na Trnavskej pahorkatine 292.

Metodika výskumu

S cieľom získať základné údaje sme sa obrátili na príslušné stavebné a projektové organizácie na ONV, MNV, ako i na majiteľov porušených objektov, resp. starších občanov.

Pri dokumentácii konkrétnych porúch sme si okrem fotodokumentácie, náčrtov objektov všímali aj druh a polohu objektu, najviac porušené konštrukčné časti, charakter poruchy (smer, sklon, šírku puklín, zmeny a vplyv na susedné objekty), vek objektu, hĺbku základov, druh použitého stavebného materiálu, činitele, ktoré ovplyvňujú rozšírenie porúch, prípadne sanačné práce. Venovali sme tiež

pozornosť časovému priebehu sadania od vzniku poruchy až po súčasný stav (cca 10 rokov).

Zistené príčiny deštrukcií objektov

Konštatuje sa, že deštrukcia podzákladia a deformácie objektu môžu nastať hlavne:

— Presadavosťou, ktorá vzniká prevlhčením podzákladia, v dôsledku čoho spráš stráca skoro úplne (dočasne) pevnosť, a tým nastáva nadmerné a nerovnomerné sadanie. Rozhodujúci podiel v tomto prípade má prevlhčenie spráší vodou;

— Rôznou veľkosťou a hmotnosťou plošných základových konštrukcií. Napätie pod väčšími konštrukciami sa prenáša do väčších hĺbok a zasahuje aj staršie sprašové súvrstvia;

— Dodatočným sadaním, keď vznikajú zmeny zaťaženia základovej pôdy. Deje sa to obyčajne pri prístavbe či postavení nového objektu v blízkosti staršieho;

— Namŕzavosťou spráší, a tým aj zmenou ich mechanických vlastností.

To sú hlavné príčiny deformácií. Pri bližšom pohľade však zisťujeme, že popri týchto prvotných príčinách sú dôležité aj ďalšie faktory, ktoré sú buď spolupôbiacim alebo rozhodujúcim činiteľom.

Veľkú časť deštrukcií na sprašových základových pôdach spôsobujú neodborné či neuvedomé ľudské zásahy, napr. hĺbenie základov, neodborné odvedenie vody z odkvapových rúr, netesná podzemná kanalizácia či vodovodné potrubie. Hladký povrch kanálových rúr navyše vytvorí „privilegované“ cesty pre prúdenie vody, ktorá na ich obvode môže vytvoriť aj podzemné priestory a kaverny, v dôsledku čoho môže dôjsť k prepadnutiu územia. V menšej miere spôsobujú deštrukcie aj neodborne urobené vrty, sondy a pod. Podľa našich výskumov a pozorovaní v Nitrianskej a Trnavskej pahorkatine spôsobuje dodatočné sadanie stavieb alebo

ich častí: 1. voda, 2. otrasy, 3. podzemné chodby, 4. materiálové jamy, 5. kombinované príčiny.

Voda

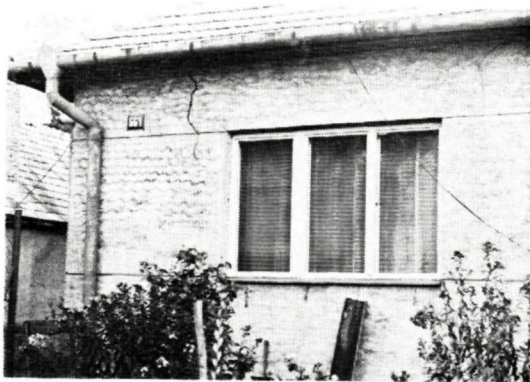
Voda môže vnikáť do sprasového súvrstvia rôznymi spôsobmi:

a) *Pri budovaní novej cesty* po likvidácii starej vozovky sa častokrát odkryje podložné sprasové súvrstvie. Zrážková voda porušuje štruktúru spráši, dochádza k dodatočnému nerovnomernému sadaniu a k poruchám objektov v blízkosti rekonštruovanej vozovky. Ako príklad nám môže slúžiť Radošiná (Mierová ulica), kde roku 1975 starú vozovku nahradili novou. Výdatnou zrážkovou vodou počas opravy sa navlhčila odkrytá časť podlažia a podmoklo podzákladie priradených budov. Na obvodových múroch viacerých obytných budov tejto ulice vznikli trhliny v šírke 1 až 8 cm, ba v jednom prípade došlo k deštrukcii budovy, pretože trhliny na nej boli široké až 15 cm. Najviac boli postihnuté nosné prvky orientované k miestu príčiny poruchy — k novovybudovanej ceste. Deformácie boli spozorované na druhý až tretí deň po výdatnej búrke. Prebehli rýchle (asi za 20—25 dní). Po sanácii k ďalším poruchám nedochádza.

b) *Prasknutie či nezainštalovanie odkvapovej rúry*. Aj takáto jednoduchá príčina v mnohých prípadoch spôsobila dodatočné sadanie, deformáciu, a tým materiálne škody na objektoch. Podľa údajov majiteľov sme zistili, že prvé trhliny sa objavili 1—2 roky po zistení poruchy odkvapovej rúry. Charakteristické je, že tieto poruchy vznikajú len pod tou časťou konštrukcie, ktorá je najviac vystavená pôsobeniu vody. Zväčša ide o rohy a obvodové nosné múry budov (sadnutie podstienok, chodníkov a pod.). Ako typický príklad na Nitrianskej pahorkatine môžeme uviesť budovu novej ZDŠ v Kľa-

čanoch, na ktorej sme spozorovali množstvo trhlín až po pukliny 3—4 cm široké. Sociálna časť budovy sa oddelila od hlavného traktu vertikálnou trhlinou, ktorá sa postupne zväčšovala. Na tomto objekte sú zreteľné horizontálne (1,5 cm) i vertikálne (až 4 cm široké) trhliny. Svedčí to o ťahovom, ako aj šmykovom napätí. V jeho dôsledku sa odtrhlo, popraskalo a naklonilo vstupné schodište do kuchyne, ktorá je v suteréne, a od sokla sa odklonilo o 10 cm. Na Trnavskej pahorkatine je takto porušené množstvo súkromných domov v Čhtelnici, Zavare, Hornej Krupej, v Novom Meste n/Váhom a i.

c) *Zrážková voda z priľahlých svahov*. Veľmi nepriaznivé následky sme zistili na obytných budovách postavených na úpätí svahov a pahorkov. Pri výdatných zrážkach dažďová voda steká zo svahu priamo do podzákladia budov a spôsobuje podmokanie, a tým aj deformáciu objektov. Pribeh porúch je zväčša rýchly a deformácia, hoci v menšej miere, pokračuje aj po vybudovaní záchytného rigolu na svahu. Následky sú v týchto prípadoch veľké. Domy sa stávajú prakticky neobý-



Obr. 1. Novostavba v Brestovanoch porušená zrážkovou vodou, ktorá z vyššie položených svahov priteká do podzákladia

Fig. 1. New building in Brestovany village damaged by precipitation water infiltration into the subsoil from higher occurring slopes

vateľnými, pôsobia neesteticky a ohrozujú životy obyvateľov.

S haváriami vyvolanými touto príčinou sme sa stretli v Koplotovciach v okrese Trnava, kde v podstate na novostavbách boli poškodené nielen obvodové múry, ale aj vnútorné priečky, ktoré boli pootočené a popraskané, hoci objekty sa niekoľkokrát opravovali. Snaha sanovať budovy bola márna, pretože po každom výdatnejšom daždi sa deformácie obnovili. Obdobné poruchy sme sledovali aj v Brestovanoch (obr. 1) a v Dolnej Krupej.

d) *Havária vodovodného alebo kanalizačného potrubia.* Presadnutie spôsobené touto príčinou sme pozorovali na viacerých miestach. V Hlohovci vymieňali roku 1974 netesný hydrant. Pri odkopávaní zeme zistili v tesnej blízkosti potrubia podzemné kaverny až 0,5 m³, ktoré spôsobila voda unikajúca z hydrantu. Pri neodbornej manipulácii poškodili pracovníci kanalizačné potrubie ležiace asi o meter nižšie. Voda vytekajúca z tohto potrubia porušila ešte viac štruktúru podloží, čo malo veľmi nepriaznivý vplyv na novú budovu predajne potravín a na iné objekty. Budova predajne poklesla o 10 cm, popraskala vo vertikálnom aj horizontálnom smere (trhliny 2–4 cm široké) a pôsobením ťahových síl sa strop posunul asi o 4–5 cm na vonkajšiu stranu.

Porucha vodovodnej prípojky v Trnave zapríčinila veľkú deštrukciu obytnej budovy na sídlisku Mars. Jedna časť budovy poklesla, čím vznikli deformácie na budove, ktorá sa stala neobývateľnou. V súčasnosti je už budova opravená. Obdobné deštrukcie budov sme sledovali aj v obci Trakovce.

e) *Vybudovanie zavlažovacieho kanála v blízkosti stavebných objektov.* Voda zo zavlažovacích kanálov hydraulickým spádom po depresnej krivke prevlňuje a podmáča priľahlé horizonty spraší. Ak sa v blízkosti nachádza objekt založený na

sprašových súvrstviach, môže v dôsledku presadnutia spraší dôjsť k jeho porušeniu. S takýmito prípadmi sme sa stretli v Cabaj-Čápure, kde bol asi pred 12 rokmi vyhlbený zavlažovací kanál v blízkosti obytných domov. To isté sme pozorovali v Šoporni, kde sa prejavovali dôsledky presadania na budovách do 20-metrovej vzdialenosti od kanála. Do tejto kategórie sme zaradili aj poruchy spôsobené vodou, ktorá vnikla do podzákladia pri povodniach či zvýšených vodných stavoch v tokoch.



Obr. 2. „Šikmá veža“ vo Vrbovom. Zvonica postavená r. 1835 sa začala nakláňať r. 1930 v dôsledku rôznych rekonštrukčných a prístavbových prác. Aj po sanačných opatreniach pohyby neprestali, čo môžeme vidieť aj na polámaných schodoch

Fig. 2. „Leaning tower“ in Vrbové town. Bell tower erected in 1835 began to incline from 1930 due to several reconstructions and additional constructions. Even after expensive protective measurements the movements did not cease what is visible on the cracked stairs

f) *Vyhĺbenie základovej jamy alebo iného výkopu v susedstve budov.* V sprášovej zemine sa otvorením stavebnej jamy vytvoria priaznivé podmienky pre stekanie zrážkovej vody, ktorá sa potom hromadí na dne stavebnej jamy a odtiaľ presakuje do blízkeho okolia. Takýmto spôsobom sa voda dostáva do základových súvrství a spôsobuje vyplavovanie, resp. sufózne javy. Priamym dôsledkom sú až niekoľkokocentimetrové pukliny a trhliny na hotových objektoch. Z množstva príkladov uvedieme aspoň niekoľko. V tesnej blízkosti kaštiela v Nových Sadoch urobili výkop pre budovu novej školy. Počas zakladania boli také silné dažde, že zakladacie práce museli na určitý čas prerušiť. Už v tom období sa na kaštieli prejavili prvé vlásoknicové pukliny a ani po

odvodnení stavebnej jamy deformácie na kaštieli neprestali. V súčasnosti je obvodové murivo husto popretkávané puklinami a na mnohých miestach je väzba tehál rozostúpená. Markantný príklad porúch tohto charakteru môžeme uviesť z Bábu a z iných lokalít. Aj pri hĺbení rýh pre vodovodné potrubia, ktoré sú dlho vystavené účinkom zrážkovej vody, dochádza k takýmto deštrukciám. Mohli sme ich pozorovať vo Vrbovom po celej dĺžke ulice J. Šandora alebo v obciach Zavar (obr. 3) a Chtelnica.

Otrasy

Štruktúrny kolaps spráši môže vznikáť otvorením prevádzky novej komunikácie, zvýšením intenzity premávky na starej komunikácii a v neposlednom rade detonáciami v blízkosti stavebných objektov. Poruchy stavieb spôsobené posledne menovanou príčinou sa začali vyskytovať len nedávno, po zavedení novej technológie hnojenia v poľnohospodárstve pomocou traskavých náloží. Typickými poruchami, ktoré vznikli zvýšením intenzity premávky, sú poruchy na Bernolákovej ulici v Trnave. Tu sa zvýšila intenzita premávky hlavne nákladných áut, ktoré prevážali materiál na stavbu sídliska smerom k obci Zavar. Trhliny veľkosti od 0,5 do 3,0 cm sa objavovali skoro na každom dome. Ďalšie poruchy tohto charakteru sme na Trnavskej pahorkatine zaznamenali v Kátlovciach, Zelenči, Ružindole, Zavare, Lovčiciach, Dvorníkoch, Rišňovciach a inde. Na Nitrianskej pahorkatine sme tento druh porúch sledovali v Kľačanoch, v Zbehoch, Urminciach, Horných Štitároch a i. So zaujímavým prípadom sme sa stretli v Lehote. Vedľa hlavnej cesty následkom silných otrasov poklesli základy ešte nedostavaného rodinného domu o 15 cm. Redistribúcia napätia sa tak zmenila, že stavbu nemohli dokončiť. Po otvo-



Obr. 3. Naklonené obvodové murivo, chodník a schodíky na obytnom dome v Zavare

Lig. 3. Inclined peripheral walls, footway and stairs on residential house in Zavar village

rení nového cestného fahu Nitra — Hlohovec sa zaznamenali deštrukcie obytných domov v Hlohovci na Hlohovej a na Vinohradskej ulici.

Na Vinohradskej ulici sa na obytnom činžiaku po 6 rokoch od jeho postavenia otvorili trhliny 1—1,5 cm široké.

Na záver treba povedať, že tieto poruchy (i keď sú prevažne ľahšieho charakteru ako prv opísané) sú o to neprijemnejšie, že i po sanácii sa po každom novom otrase objavujú v pôvodnej veľkosti a rozsahu.

Podzemné priestory

Dost častou príčinou porúch stavieb na sprašiach v Podunajskej nížine a na Trnavskej pahorkatine zvlášť sú podzemné priestory vyhlbené do spraší pred dvoma storočiami a skôr. Slúžili domácomu obyvateľstvu ako úkryt už pri vpáde Turkov. Vyskytujú sa pod všetkými väčšími mestami, ale i niektorými dedinami, ktoré sú postavené na sprašiach. Tieto podzemné chodby urýchľujú nerovnomerné sadanie spraší vyvolané inými faktormi.

S prvými poruchami tohto charakteru sme sa stretli (Šajgalík — Malgot, 1969) v historickej časti Nového Mesta n/Váhom, kde sa začali objavovať poruchy už v 60. rokoch. Prvotnou príčinou deštrukcií budov bola zmena štruktúry obyvateľstva. Noví nájomníci (väčšinou cigánskeho pôvodu) sa nestarali o bytový fond, došlo k mnohým havarijným situáciám kanalizácie, vodovodov a pod. Vznikali trhliny veľkých rozmerov a nezriedka došlo k úplnej deštrukcii budov. Sanačné opatrenia boli málokedy úspešné. V súčasnosti stoja v historickom jadre Nového Mesta n/Váhom už len štyri historické budovy, zachránené s veľkými finančnými nákladmi. Prípady úplnej deštrukcie stavieb sme zaznamenali aj v Bučanoch, kde deštrukcia budovy pokračovala aj po

sanácii prepadnutej podlahy, ďalej v Ružindole, Zavare a v Báhoni.

Na Nitrianskej pahorkatine sme zaznamenali takéto poruchy v Hlohovci na Marxovej ulici, kde sa na obytnom vežiaku silne porušila atika, ďalej na ulici SNP, kde z obytného vežiaka pod tlakom spôsobeným nerovnomerným sadaním asi v 10 prípadoch povypadávali vnútorné priečky. Súčasný stav je po niekoľkonásobnej rekonštrukcii, no poruchy sa po čase opäť objavili.

Materiálové jamy

Poruchy stavieb spôsobujú aj materiálové jamy (ktoré miestnemu obyvateľstvu niekedy slúžili ako sklady na obilie). Materiálové jamy postupne prestali plniť svoju funkciu a zostali opustené, alebo sa zasypali. Veľkou nevýhodou je, že staré materiálové jamy nie sú kartograficky zachytené, často sa preto stáva, že stavebné objekty sú sčasti postavené na zasypaných jamách a sčasti na sprašiach in situ, čím dochádza k nerovnomernému dodatočnému sadaniu a deformáciám budov. Poruchy tohto typu sú ojedinelé, zistili sa hlavne v Lovčiciach. Išlo tu o tri domy, ktorých časť bola postavená na zasypaných materiálových jamách. V oblasti Nitrianskej pahorkatiny sa jedná hlavne o lokality Šoporňa a Zemianske Sady. V dôsledku nerovnomerného sadania sa na objektoch spomínaných lokalít objavili 2 až 3 cm široké trhliny od rímsy popri oknách až do základov. Na vnútornej strane obvodového muriva pukliny obyčajne sledujú z troch strán obvod stropu a smer puklín bočných múrov.

Kombinované príčiny

Niekedy stavebné objekty poruší spolupôsobenie viacerých faktorov. Pri takých poruchách ide o spolupôsobiace a vzájom-



Obr. 4. Široké pukliny na obytnom dome vo Vrbovom vyvolali asanáciu objektu

Fig. 4. Broad cracks in residential house in Vrbové caused its asanation

ne sa podmieňujúce deštrukčné momenty. Podiel týchto deformácií na celkovom počte je pomerne malý, no z hľadiska ich prejavu a časového priebehu ich nemožno zanedbať.

Najviac porúch tohto typu sa zaznamenalo vo Vrbovom (obr. 4). Spolupôsobením vody, otrasov a podzemných priestorov vznikli na námestí Slobody na obcho-
de s textilom i na ďalších objektoch až 5 cm široké trhliny. Na ulici Februárového víťazstva je v neobývateľnom stave predajňa Trikoty s puklinami širokými až 10 cm.

Na Nitrianskej sprásovej pahorkatine spôsobilo poruchy objektov vzájomné spolupôsobenie vody, otrasov a zlý technologický postup pri výstavbe. Ide predovšet-

kým o budovy v Kľačanoch, kde trhliny na objektoch dosahovali až 8 cm. Takéto poruchy sme sledovali aj v Nitre, aj na Štúrovej ulici v Mlynárčiach.

Vznikanie trhlín tohto druhu je priebežné a neprestáva ani po vykonaní sanačných prác.

Teoretické a štatistické vyhodnotenie terénnych pozorovaní

Zdokumentovali sme charakteristické poruchy a deštrukcie rôznych typov stavieb a nadobudnuté poznatky o výskyte, rozdelení a prejavoch deformácií spôsobených presadavosťou spráši v oblasti Nitrianskej a Trnavskej pahorkatiny môžeme zovšeobecniť.

Zaregistrovali sme 480 porúch na skoro 110 lokalitách, pritom sa mohlo stať, že sme niektoré málo výrazné poruchy nezaevidovali.

Najviac porúch sa vyskytuje v centrálnych oblastiach spomínaných pahorkatín (50—55 ‰), smerom na sever a juh sa počet deformácií znižuje.

Z diagramov na obr. 5 a 6 vidno, akou mierou sa na štruktúrnom kolapse spráši podieľa voda. Minimálnu, maximálnu a priemernú šírku trhlín sme vyniesli na obr. 7 a 8.

Z oboch obrázkov vidno, že najväčšie deštrukcie spôsobuje havária vodovodného, resp. kanalizačného potrubia (d). Otrasy spôsobujú na budovách až 6 cm široké trhliny. Ostatné faktory zapríčiňujú trhliny menších rozmerov.

Šírka trhlín na budovách je závislá na deformačných podmienkach. Má 0,5 až 14 cm, ale zaznamenali sme aj úplné deštrukcie budov. Vyčlenili sme šesť stupňov deštrukcií:

1. vlásočnicové pukliny (maximálne 0,5 cm), stabilné, ďalej sa neaktivizujú;
2. trhliny 0,5—1,0 cm, stabilné, neaktivne;

3. trhliny 1—3 cm, nestabilné, aktívne. Potrebná oprava v blízkej dobe;

4. trhliny 3—6 cm, nestabilné, aktívne. Budovy potrebujú rekonštrukciu alebo zabezpečujúce opatrenia;

5. trhliny 6—12 cm široké, aktívne. Nutná okamžitá sanácia objektov, nebezpečie deštrukcie;

6. úplná deštrukcia častí alebo celého objektu.

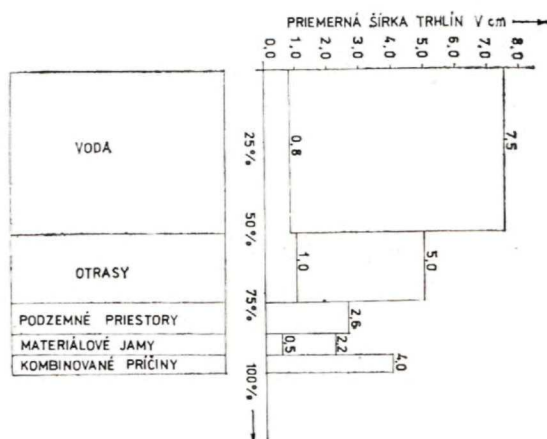
Smer trhlín a puklín je vo väčšine prípadov (70 %) vertikálny na základy. Šikmé ťahové trhliny mali maximálny odklon od vertikály 15—20°.

Najviac postihnutým murivom boli nosné prvky a steny budov. Deštrukcie sa najčastejšie vyskytovali na portáloch vstupných brán, okenných otvorov a na rohoch obvodových stien.

Poruchy vznikli vo väčšine prípadov na objektoch individuálnej bytovej zástavby, teda na budovách, ktoré boli založené na pásových základoch, bez zabezpečenia priestorovej tuhosti, ojedinele aj na budovách založených na základových pätkách (montážna hala v Jaslovských Bohuniciach).

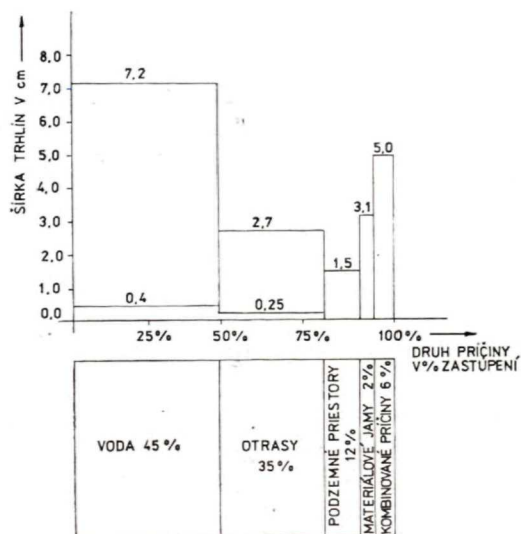
Časový priebeh deformácií bol rôzny. Spravidla sa trhliny zväčšovali od prvého dňa zaznamenávania až po dvadsiaty deň. Najintenzívnejšie deformácie prebiehali počas prvých piatich dní. Otrasy a kombinované príčiny vyvolávajú permanentné trhliny. Presvedčili sme sa o tom pri opakovanom meraní po štvorročnej prestávke. V mnohých prípadoch sme zistili zväčšovanie trhlín aj na nedávno sanovaných objektoch. Markantné zväčšenie trhlín sme zistili v Lehote pri Nitre, kde vplyvom kombinovaných príčin sa šírka trhlín zväčšovala až na 10—12 cm.

Naproti tomu na objektoch porušených dočasným pôsobením vody došlo vplyvom sanačných opatrení k relatívnej stabilizácii deformácií a porúch (obytný blok na sídlisku Mars v Trnave, niekoľko oby-



Obr. 5. Závislosť šírky puklín od príčiny deformácie (Nitrianska pahorkatina)

Fig. 5. Relation between crack width and its cause (Nitrianska pahorkatina hilly country)

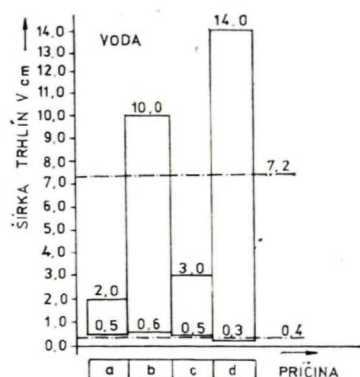


Obr. 6. Závislosť šírky puklín od príčiny deformácie (Trnavská pahorkatina)

Fig. 6. Relation between crack width and its cause (Trnavská pahorkatina hilly country)

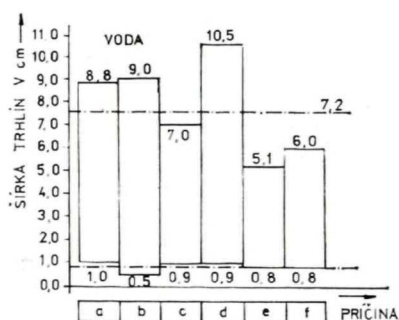
ných domov v Zavare, Chtelnici a i.).

Úplné deštrukcie budov sme zaznamenali napr. v Novom Meste n/Váhom, vo Vrbovom na ulici Februárového víťazstva,



Obr. 7. Výsledky meraní porúch spôsobených vodou (Trnavská pahorkatina)

Fig. 7. Results of failure measurements caused by the action of water (Trnavská pahorkatina hilly country)



Obr. 8. Výsledky meraní porúch spôsobených vodou (Nitrianska pahorkatina)

Fig. 8. Results of failure measurements caused by the action of water (Nitrianska pahorkatina hilly country)

na ulici J. Šandora, v Trnave na Sladovníckej ulici, v Radošinej na Mierovej ulici, v Hlohovci na Hlohovej ulici, v Ivanke pri Nitre a inde.

Záver

Najčastejšou príčinou presadavosti (50 %) je pôsobenie vody v rôznych formách. Ani použitie najdrahších ochranných opatrení proti vode nezabezpečuje úplnú ochranu zeminy pod základmi stavieb proti navlh-

nutiu. Pritom aj nevelké, normami prípustné unikanie vody, množstvo ktorej nepresahuje stotiny percenta celkovej spotreby vody, môže mať postupom času krajne nebezpečné následky.

Stálymi zdrojmi zmačania sú poruchy vodovodov, vedenie podzemných elektrokáblov, porušenie vedení kanalizácie, dlho odkryté výkopové ryhy alebo materiálové jamy umožňujúce prenikanie atmosferickej a inej vody. V dôsledku prevádzky rôznych komunálnych a technologických elektrických zariadení v mestách a v priemyselných podnikoch vznikajú v základovej pôde úseky koncentrácie bludných prúdov vysokej intenzity. Tieto prúdy vytvárajú podmienky k postupnej korózii potrubí, vzniku porúch a trhlín. Veľký vplyv na navlhnutie základovej pôdy má aj trvalá migrácia vody zo strany nezastavaných pozemkov v spojitosti s narušením tepelného a vlhkostného režimu v zóne prevzdušnenia. Teplotný spád v základovej pôde pod centrálnou časťou budovy a pod základmi obvodových stien je 4–8 °C, v dôsledku čoho sa na miestach s nižšími teplotami hromadí zemná vlhkosť. Jej intenzita rastie zvyšovaním plochy zástavby.

Niekedy sa vyskytnú aj objektívne príčiny (k tým nepočítame zlé technologické postupy, resp. nezodpovednosť) prenikania vody do sprašovej základovej pôdy. Nemôžeme preto preceňovať ochranné opatrenia proti vode, pretože pri dlhoročnom používaní nie sú dostatočne spoľahlivé. Z tejto reality sa musí vychádzať aj pri návrhoch správnych a bezpečných základových konštrukcií a technologických postupov.

Literatúra

Šajgalík, J. — Malgót, J., 1969: Geotechnické problémy výstavby na podkopaných sprašiach v Novom Meste nad Váhom. *Geol. Průzk.*, X, 7, 197–199.

Influence of urban development and other engineering activities on the behaviour of loess

Loess represents a problematic subsoil in all construction branches due to the extreme sensitivity of its structure. In the course of a field engineering geological mapping in the Podunajská nížina lowland (Trnavská and Nitrianska pahorkatina hilly countries), numerous failed construction objects have been registered over loess subsoil. The following causes of failure have been stated:

- differential load settlement due to the moistening of the subsoil,
- different size and weight of areal foundation structures,
- additional load settlement during what fluctuating loadings originated in the subsoil, occurring generally in the case of additional constructions or when a new construction is being erected near the older one,
- loess freezing what leads to changes of its mechanical properties.

Detailed examination revealed also further factors contributing to construction failures or representing the decisive cause of damages. Most failures over loess subsoil are induced by unworkmanlike or ignorant human interference, e. g. foundation sinking, incompetent water drainage from eaves, leaky underground sewerage or water main. Less frequently the destructions are caused by non-expert drillings, test pits and others.

According to investigation results and observations in the area, main causes of differential load settlement are due to the influence of water, shocks, underground excavations, storage ditches or by their combination.

Water could enter into the subsoil made by loess sequence by various manner (figs. 1 to 3):

- during the construction of a new road or the reconstruction of an existing one,
- by rupture or failed installation of eaves,
- by rainfall drainage from higher occurring slopes,
- by the failure of water main or underground sewerage,
- due to the construction of an irrigation canal near the building site,
- by sinking of foundation near the existing buildings.

Building failures caused by the action of

water are illustrated in figs. 1 to 4.

Shocks also induce the collapse of loess namely due to the opening of a new road or owing to the increase of traffic on the existing one.

Underground excavations deepened into the loess subsoil before two and more centuries in the area for fortification purposes represent frequent cause of building failures. These underground galleries accelerate the differential load settlement of loess induced by other factors.

Construction failures are also caused by storage ditches serving earlier for the local population as silos for cereals. These recently ceased to fulfill this purpose being abandoned or backfilled. Single sinkings are not cartographically registered and hence the new constructions are frequently erected over backfilled hollows or partly over the in situ loess subsoil what induces uneven and subsequent load settlement and deformation of constructions.

Combined failures are represented by damages induced by several causes. Generally, one of factors is the primary one and the other, or others, are the secondary causes. In such situations the decisive primary cause may not unambiguously be stated but more a common influence of several factors is involved. The first cause induces the following and the entire sequence contributes to the generation of deformational conditions (fig. 4).

The most characteristic failures of buildings and destructions of various constructions have been documented and registered in the course of field investigations. Altogether 480 actual failures on about 110 localities have been registered. Most of these failures occur in central areas of the involved hilly countries (40—50 % of cases) whereas the number of construction failures gradually diminishes both in northward and southward direction.

Statistical parameters of obtained results are in figs. 7 and 8 where percentages of single causes are indicated together with the size (length and width) of cracks induced by various factors. Both diagrams reveal the share of loess collapse induced by the action of water attaining 55 % in the Nitrianska

pahorkatína hilly country and 45 % share in the Trnavská pahorkatína hilly country. The maximal width of cracks induced by water infiltration (a-f) into the subsoil achieved 14 cm. Minimum, maximum and average widths of cracks caused by various mode of water action are in figs. 9 and 10.

Both figures point to maximal widths of cracks caused by the failure of water main or underground sewerage (d).

Shocks induce considerable differential load settlement causing up to 6 cm wide cracks in buildings. Other factors generate but small cracks.

Cracks in buildings have various widths depending on the conditions of deformations fluctuating in size between 0.5 cm to 14 cm. Even total destructions of buildings have been registered. The orientation of cracks is in the majority of cases (70 %) vertical towards the foundation. Oblique tension cracks reveal maximal deviation from the vertical direction up to 15°–20°. Most damaged elements were the load-bearing structures and the outer bearing walls of buildings. Most frequently, destruction occurred on portals of entrance gates, window openings and on the edges of peripheral supporting walls.

The majority of damages occurs on civil and residential constructions. Such buildings are founded over continuous footings without the securing of spatial stiffness. In single cases differential load settlement occurred and led to damages in buildings founded over pile footings as well.

The time behaviour of deformations is various. Regularly the cracks gradually enlarge from the first day of registration till to the seventieth (registered) day. Most intense deformations appear during the first five days. Shocks and combined causes induce steady threat of crack generation. Such case might have been evidenced in the course of

the last measurements. After a four year break, new measurements have been effected on evidenced and registered buildings where enlarged cracks occur despite the recent maintenance. To the contrary, objects damaged by temporary action of water appeared relatively stabilized due to the used maintenance.

Statistical treatment of field data proves that the most frequent cause of different load settlement is due to the action of water participating on 50 % of cases. Permanent source of moistening are failures of water mains, underground cable lines, sewerage failures, long time opened excavation ditches or pits allowing the infiltration of atmospheric precipitation or of other water into the subsoil. Operation of various civil and technological electric installations in towns and industrial enterprises result in the generation of stray currents of high intensity concentrating in some sections of subsoil and creating conditions for gradual corrosion of pipelines, as well as for the generation of cracks and failures. Great influence onto the soaking of subsoil has also the permanent water migration from the side of built up areas in relation with the disturbed moisture temperature regime within the areated zone. Temperature differences in subsoils between central and outer parts of buildings and their foundations attain 4–6 °C what induces migration and concentration of soil moisture in the areas of lower temperature. The intensity of such differences increases with the increase of built up area. All this means that sometime even objective purposes may led to the infiltration of water into the subsoil. Therefore protective measures against the water should not be overvalued because the effects after several years could not sufficiently be satisfactory. This reality should be the base for effective failproof foundation procedures.