

увеличивается до 2,5–3,0 метров. Между 2 и 3, 3 и 4 сло-ями глинистых грунтов залегают пески влажные (водонасыщенные) мощностью от 0,5 до 2,5–3,0 метров. За пределами водоема первый от дневной поверхности межпластовый поток вблизи юго-восточной части водоема наблюдается на глу-бине около 5,0–5,5 метров, а вблизи северо-западной части – на глубине около 9,0–10,0 метров. На участках дна водоема, где глубина превышает 2,0 метров водоупорная кровля этого пото-ка отсутствует, вследствие чего имеет место гидрогеологическое окно между открытой водой и подземным потоком. Предварительное направление фильтра-ции – север, северо-запад.

**Заключение.** Информация о свойствах грунтов, слагающих дно водоемов, мо-жет быть получена благодаря использованию обычных георадаров, предна-значенных для зондирования грунта с дневной поверхности. Полученные ре-зультаты позволяют построить рельеф дна водоема и предварительный инже-нерно-геологический разрез основания дна, а также оценить наличие и предва-рительное направление фильтрации межпластовых потоков.

#### Список цитированных источников

Финкелыптейн, М.И., Мендельсонов, В.Л., Кутев, В.Д. Радиолокация слонстых земных покровов. – М.: Сов. Радио, 1977.

Калинин, В.В., Казак А.В., Старовойтов, А.В. Результаты комплексных геофизических исследований при решении геозоологических задач на примере Новодевичьих прудов // Гео-экология. – 2008. – № 6. – С. 558–568.

## POUŽITIE ŠTRKOVÝCH PILIEROV NA ZLEPŠENIE MÄKKÉHO PODLOŽIA

Monika Súľovská, Peter Turček

### Abstract:

Using gravel columns for improving the soft subsoil. The paper deals with an example of the foundation of circular steel tank situated on compressible subsoil, created by clay soils with soft and stiff consistency. Due to relatively high loads and requirement of small differential settlement, was necessary to prepare the design step-by-step using reinforcement of subsoil.

1. **ÚVOD.** Inžinierskogeologický prieskum poukazoval na mäkké a málo únosné ílovité podložie, v mieste kde sa mali založiť dve hnojnicové nádrže pre poľnohos-подárske družstvo na Východnom Slovensku v obci Tulčik. Preverenie podmienok pre ílovité podložie preukázalo nedostatočnú únosnosť zemin pri očakávanom napätí v základovej škáre. Preto bolo potrebné navrhnuť založenie oceľových nádrží priemeru 18,6 m na zlepšnom podloží a taktiež posúdiť vzdialenosť medzi dvomi nádržami pri rôznom zaťažení. Navrhovaná osová vzdialenosť medzi oceľovými nádržami bola 22 m. Každá hnojnicová nádrž má mať objem 1760 m<sup>3</sup> a tiaž 21 ton.

2. **GEOLOGICKÉ POMERY LOKALITY.** Záujmové územie leží v miernom svahu na pravej strane rieky Sekčov, v jej aluviálnej nive. Podľa mapy regionálneho geomorfologického členenia patrí skúmané územie do subprovincie „Vonkajšie východné Karpaty“, do oblasti Nízke Beskydy a celku Beskydské predhorie, podcelok Záhradnianska brázda (Potičný, 2007).

Z geologického hľadiska budujú lokalitu sedimenty neogénneho podkladu a kvartérneho pokryvu. Neogénne sedimenty tvoria šedé pestré piesčité, vápnié íly, množné vápni-ílovité pieskovce, piesky, zlcpenca a štrky. Kvartérne sedimenty

zastupujú fluviaľne náplavy Sekčova a sú tvorené ílmi, pieskami a štrkami. Povrch staveniska tvorí navážka.

Skúmanú lokalitu odvodňuje rieka Sekčov. Je to vrchovino-nížinatá rieka s dažďovým typom odtoku. Priaznivé možnosti pre pohyb a akumuláciu vody majú štrky. Tieto sú napájané svahovými vodami z blízkyh svahov, ktoré dotujú terasové štrky v päte svahu. Najvyššie hladiny na stavenisku dosahuje podzemná voda v jarných a jesenných mesiacoch.

V rámci inžinierskogeologického prieskumu boli na lokalite odvŕtané 2 jadrové vrtv, oba do hĺbky 7 m. Vrt JV -1 je situovaný v blízkosti nádrží a vrt JV -2 približne pod stredom jednej z nádrží. Pod navážkou hrúbky 0,7 – 0,8 m je súvislá vrstva ílu, ktorý je z hľadiska zrnitosti (STN 73 1001) íl piesčity (F4), íl so strednou plasticitou (F6-CL) a íl s nízkou plasticitou (F6-CI). Konzistencia zemín je mäkká až tuhá. Neogén sa nachádza pod úrovňou 6,8 až 7,2 m pod terénom. Tvorí ho íl so strednou a nízkou plasticitou – F6 (CL,CI), konzistencie tvrdej.

### 3. ZALOŽENIE HNOJNICOVÝCH NÁDRŽÍ

Návrh geodosky. Pri preverení založenia nádrží na základovej doske sa ukázalo, že očakávané napätie v základovej škáre prekračuje vypočtovú únosnosť podložia, tvoreného ílmi mäkkej až tuhej konzistencie. Preto bolo potrebné založiť nádrže na zlepšenom podloží. Pre splnenie medzného stavu únosnosti sa ukázalo dostatočné založenie každej nádrže na základovú dosku priemeru 19 m a hrúbky 0,2 m, pod ktorou bude štrkový vankúš vystužený vo dvoch vrstvách tuhou geomrežou Tensar SS 30. Štrkový vankúš hrúbky 0,6 m má rozmery 20,2 x 20,2 m. Hĺbka založenia  $d = 1,0$  m; z dôvodu nezámraznej hĺbky  $d = 1,28$  m je potrebné prísypom zabezpečiť dostatočné prekrytie základovej konštrukcie.

Následne sa pristúpilo k výpočtu celkového a nerovnomerného sadnutia podložia s vystuženým vankúšom. Norma STN 73 1001 povoľuje pre staticky neurčité oceľové konštrukcie celkové koncéné sadnutie  $s_{im} = 80$  mm a nerovnomerné sadnutie  $(\Delta s/L)_{im} = 0,003$ . Maximálne očakávané sadnutie pod stredom základu by malo hodnotu 66,2 mm (obr. 1) a nerovnomerné sadnutie by bolo 0,0043. Založením nádrže na geodosku by sa dosiahla požadovaná únosnosť, avšak hodnoty nerovnomerného sadania by boli vyššie ako povoľuje norma a tiež ako vyžadoval dodávateľ nádrží. Ten predpisoval pre navrhované oceľové nádrže priemeru 18,6 m maximálnu hodnotu nerovnomerného sadnutia 0,010 m.

Navrhované riešenie založenia nádrží sa ukázalo nepostačujúce a to pre možné očakávané hodnoty pretvorenia podložia, ktoré sú pre konštrukciu nádrží nepriprústné. Výpočet sadania (obr.1) bol preverený geotechnickým programom českej firmy Fine - GEO 5 v module sadanie. Výstup z programu je na obr. 1 s priebehom sadania pod nádržou založenou na základovej doske s vystuženým štrkovým vankúšom.

Návrh zlepšenia podložia štrkovými piliermi. Na základe nespĺnenia stanovenej podmienky pre prichyb základovej dosky, bolo potrebné navrhnuť zlepšenie podložia štrkovými piliermi. Vyžadovalo si to navrhnuť optimálne rozmiestnenie štrkových pilierov tak, aby sa eliminoval prichyb dosky na požadovanú hodnotu  $\Delta s_{max} = 10$  mm medzi stredom a okrajom dosky. Ďalej bolo potrebné stanoviť optimálnu vzdialenosť nádrží, aby ich vzájomný vplyv bol z hľadiska únosnosti podložia ako aj sadania prípústny. Výpočet sadania bol optimalizovaný v programe GEO 5 a riešenie si vyžiadalo niekoľko návrhových a výpočtových krokov. V prvom kroku sa riešila optimálna vzdialenosť jednotlivých pilierov tak, aby sa zabezpečilo zmenšenie nerovnomerného sadnutia základu pod jeho stredom aj okrajom. Štrkové piliere (obr. 2) sa ukázalo potrebné rozmiestniť hustejšie pod stredom kruhovej dosky vo vzdialenosti

2,0 x 2,0 m a pri okrajoch vo vzdialenosti 3,0 x 3,0 m. Navrhnutý bol priemer štrkových pilierov  $\varnothing = 0,5$  m a ich dĺžka 8 m.

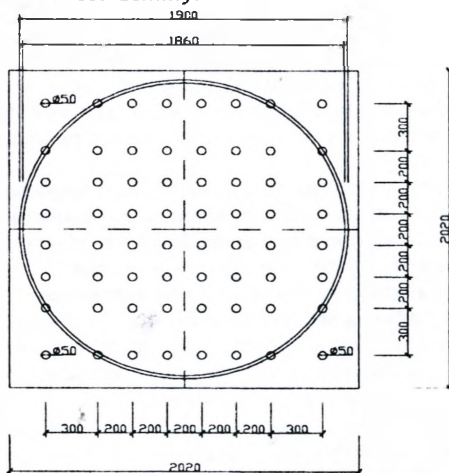


Obr 1 - Sadnutie podložia s vystuženým vankúšom

Pre osovú vzdialenosť štrkových pilierov 2,0 m s priemerom prvku  $\varnothing = 0,5$  m bude zodpovedajúca plocha pre rozmiestnenie 4 prvkov rovná 4 x 4 m, t.j. 16 m<sup>2</sup>. Podľa skúsenosti možno predpokladať, že zhmtnením sa dosiahne modul pretvárnosti pilierov  $E_p = 400$  MPa. Vo vystuženej časti bude priemerná hodnota modulu pretvárnosti zohľadňovať tuhosť pilierov aj zeminy podľa vzťahu

$$E_{med} = \frac{A_z E_{med,z} + A_p E_p}{A} \quad (1)$$

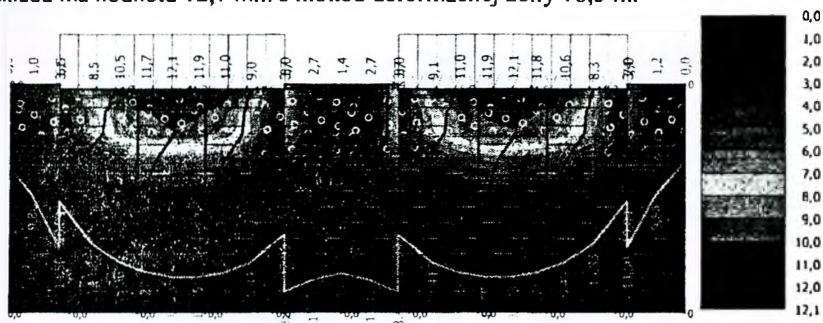
kde  $A_z$  je plocha zeminy medzi piliermi v príslušnom rastrí,  
 $A_p$  - prierezová plocha pilierov v rastrí,  
 $E_{med,z}$  - modul pretvárnosti zeminy.



Obr 2 - Rozmiestnenie štrkových pilierov pod vystuženým vankúšom

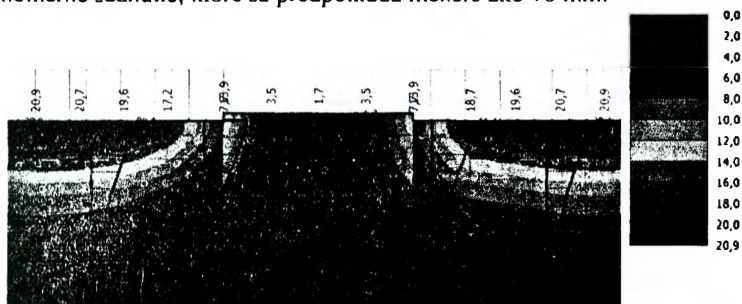
Na základe vzťahu (1) je možné vypočítať pre jednotlivé vystužené zeminy vypočtové hodnoty modulu pretvárnosti podľa rastra štrkových pilierov 2,0 x 2,0 m a 3,0 x 3,0 m. Na obr. 3 je podložie modelované pre stanovenie očakávaného sadnutie

podložia so štrkovými piliermi v rasti 2,0 x 2,0 m a teda charakterizuje sadnutie podložia pod stredom základu. Celkové predpokladané sadnutie podložia pod stredom základu má hodnotu 12,1 mm s hĺbkou deformačnej zóny 18,5 m.



Obr. 3 – Sadnutie nádrží pri zlepšení podložia štrkovými piliermi

V ďalšom kroku sa stanovovala potrebná osová vzdialenosť medzi nádržami. Ako optimálna sa ukázala osová vzdialenosť nádrží 30 m. Pri takejto vzdialenosti vzájomný vplyv nádrží neohrozi ich stabilitu. Vzájomný vplyv nádrží (obr. 4) bol v programe GEO 5 modelovaný s hodnotami modulov pretvárnosti zeminy pri rasti štrkových pilierov 3,0 x 3,0 m. Tento raster štrkových pilierov je pod okrajmi nádrží. Preto je na obr. 3 možné vidieť aj očakávané sadnutie podložia pod okrajom nádrží. Pri hodnote sadnutia okraja nádrže 7,7 mm je splnená aj podmienka pre nerovnomerné sadnutie, ktoré sa predpokladá menšie ako 10 mm.



Obr. 4 – Stanovenie optimálnej vzdialenosti medzi dvomi nádržami

**4. ZÁVER.** Návrh založenia hnojnicových nádrží vychádzal z podkladov inžinierskogeologického prieskumu, ktorý upozorňoval na nepriaznivé základové pomery v podloží. Podložie tvorené ilmi mäkkej až tuhej konzistencie nebolo dostatočne únosné pre prenesenie predpokladaných napätí v základovej škáre. Na základe výpočtov bolo navrhnuté založiť každú oceľovú nádrž na kruhovú železobetónovú základovú dosku a pod základovú dosku uložiť vystužený štrkový vankúš. Pre elimináciu nerovnomerného sadnutia medzi stredom a okrajom nádrže vyvstala potreba zlepšenia deformačných vlastností podložia, čo bolo vynešené návrhom štrkových pilierov. Pod geodskou bude potrebné umiestniť štrkové piliere priemeru  $\varnothing = 0,5$  m s potrebnou dĺžkou pilierov 8 m. Optimalizáciou sa stanovilo rozmiestnenie pilierov tak, aby sa zabezpečila požiadavka dodávateľa nádrží pre maximálny povolený



priehyb nádrže. Vzdialenosť pilierov v rastrí 2,0 x 2,0 m pod stredom základu a 3,0 x 3,0 m pod okrajom základu sa ukázala ako postačujúca. Prepočtom sa preukázala potreba zmeny predbežne stanovenej osovej vzdialenosti nádrží. Pre bezpečnú prevádzku oboch nádrží bude potrebná minimálne 30 m osová vzdialenosť medzi nimi.

*Príspevok je jedným z výstupov grantovej úlohy VEGA č. 1/0619/09 „Zohľadnenie rizik pri navrhovaní geotechnických konštrukcií“.*

#### LITERATÚRA

1. Potičný, J: Tulčík – Hnojnicové nádrže. Záverečná sprava geologického prieskumu. Geoprieskum, Prešov, 12/2007. – 17 s.
2. Turček, P. – Súľovská, M: Založenie hnojnicových nádrží pre PD Sekčov v Tulčíku. T-G, Bratislava, 4/2008. – 14 s.
3. Turček, P. – Slávik, I: Zakladanie stavieb. SvF STU Bratislava, 2002, ISBN 80-227-1699-5. – 281 s.

## PRÍPRAVA VÝSTAVBY NA NESTABILNOM ÚZEMÍ

Peter Turček, Monika Súľovská, Roman Ravinger

### Abstract:

**Preparing of building construction in nonstabil site.** A 35 years ago were in Košice realised spread maintenance works befor construction. This area was fulfilled by landslides. Now is this area again in the centre of interest for preparing of new attractiv buildings. The paper deals with analysing of the slope stability in actually conditions, after construction and necessary interventions into natural slope before starting the construction works.

**1. ÚVOD.** V priestore južného svahu vo východnej časti mesta Košice sa na rozlohe 31000 m<sup>2</sup> pripravuje nová stavebná činnosť. V starších prieskumných prácach bolo územie hodnotené ako nevhodné pre výstavbu bez sanačných opatrení. V širšom záujmovom území boli pred 35 rokmi realizované rozsiahle preventívne sanačné opatrenia a následne sa tu postavilo obytné sídlisko. Príspevok sa venuje analýze stability svahu v súčasných podmienkach a potrebe doplnenia sanácie novými zákrokmi so zohľadnením navrhovanej výstavby.

**2. GEOLOGICKÉ POMERY LOKALITY.** Skúmaný svah je tvorený sedimentmi tzv. Košickej štrkovej formácie, ktoré majú prevažne štrkovitý vývoj (obr. 1). V hornej a dolnej časti svahu sú prekryté deluviálnymi sedimentmi, zastúpenými ílovitými až ílovito-piesčitými hlinami, dosahujúcimi hrúbku až 14 m. V štrkoch sa nepravidelne vyskytuje (prevažne v podobe šošoviek) šedohnedý a šedý íl, miestami s piesčitou prímiesou a obsahom ojedinelých valúnov štrku. Hrúbka kvarteru je najväčšia v dôsledku povrchovej plošnej erózie v najvyššej časti územia. Podzemná voda sa viaže na polohy štrkov a pieskov, má zväčša napätý charakter. Modelovanie terajšieho reliéfu je výsledkom poklesovej tektoniky, eróznej činnosti toku Homádu a povrchovej plošnej erózie. Povrch terénu je rozčlenený početnými eróznymi ryhami rôznej dĺžky a hĺbky. Strmé okrajové svahy eróznych ryh sú poznačené svahovými deformáciami typu zosúvania a plazenia. Významný podiel na modelovaní skúmaného územia má potôčik tečúci údolím, ktorý bol zachytený a zaustený do kanalizácie.

Celé územie tvorí akumuláciu časť blokového zosuvu (obr. 2), v jej hornej časti je formovaná odlučná oblasť. Zosuvy sú plošne nepravidelné, zväčša rozsiahle, s rôznou 232