

SCIENTIFIC PAPERS  
OF THE UNIVERSITY OF PARDUBICE  
Series B  
The Jan Perner Transport Faculty  
7 (2001)

**INŽENÝRSKOGEOLOGICKÝ PRŮZKUM PRO DOPRAVNÍ STAVBY  
A ŘEŠENÍ GEOTECHNICKÝCH PROBLÉMŮ**

Zdeněk TOMAŠTÍK († IV.2002)

Katedra dopravní infrastruktury

**1. Úvod**

Rozsah geotechnických problémů na železnici, ale i při výstavbě dálnic či rekonstrukcích silnic je podmíněn nejen podrobností, ale i pečlivostí inženýrskogeologického průzkumu. V komunikační trase je třeba stanovit několik základních priorit – zejména definovat geotechnické kategorie, podle kterých se určí rozsah i postup při navrhování geotechnické konstrukce – základu objektu či zemní konstrukce. Tyto aspekty vyžadují návaznou spolupráci geotechnika s investorem a projektantem, následným upozorněním na složité základové poměry, a to zejména při hledání optimálního návrhu objektů, např. mostů, propustů, opěrných zdí, ale i vyjádření k stavu, vhodnosti i cenovým relacím násypových materiálů včetně těžitelnosti, ale i výpočtových charakteristik materiálu podloží a souvisejících okolních terénů. Důležitou úlohu zde určuje i dohodnutý rozsah inženýrskogeologického průzkumu, včetně polních zkoušek „in situ“, ale i laboratorních rozborů zemin a hornin, včetně správného definování základních mechanickofyzikálních parametrů, ale i v rozhodnutí používaných geotechnických dat. Podrobnější a detailnější inženýrskogeologický průzkum dává na jedné straně přesnější údaje, na druhé straně je cenově, ale hlavně časově náročnější.

Tato problematika se rozdílně řeší, čímž řešila v normálních podmínkách, tj. při přípravě staveb, čímž jejich rekonstrukcí s několika možnými variantami a jinak při havarijní situaci.

## 2. Řešení geotechnických problémů za standardních podmínek

V uplynulém období to byly projekty na řešení přeložek železničních tratí v severočeském hřístém dlouhém prostoru z důvodu důlní činnosti (např. Chodov-Sokolov, Ústí nad Labem-Teplice v ěechách aj.) čímž úpravi železničních traťových úseků pro rychlostní koridory (např. Svitavy-Blansko) nebo na trase dálnice D8 (ústecké), D11 (hradecké), kdy byl relativní dostatek času na vlastní průzkum, geotechnické zhodnocení i varianty projektování řešení ve vztahu na technickou stránku i ekonomiku stavby. Na těchto stavbách byly v geotechnickém návrhu posuzovány mezní stavy stability svahů a zářezů, mezní stavy deformace po dokončení stavby, ale i mezní stavy povrchové eroze při použití geotextilie a pod. Mimo přípravné a projektové řešení bylo třeba při provádění zemních prací kontrolovat zpracování zeminy, jako stavebního materiálu, a to jak z pohledu dodavatele, ale i investora při využívání místních materiálů, druhotných materiálů (hlušina, popel, recyklované materiály apod.), ale i změny fyzikálních mechanických vlastností vlivem klimatických podmínek. V souvislosti s výchozím stavem zemin pak je rozhodující mechanismus zhutňování, s volbou optimálního hutního prostředí a optimální výška zhutňované vrstvy zeminy. Neméně důležitou etapou ve výstavbě je, a to jak v průběhu, tak po dokončení zemních prací kontrola stavu přes mechanickofyzikální vlastnosti, ke kontrole kvality povrchu zemní pláň, zejména modulu deformace stanoveného zatížení žovací deskou a doplnění u soudržných zemin Proctorovou jehlou se stanovením mírného penetračního odporu (a jeho přepočtu na modul) v časově krátké době, v podrobnější sledované síti měření, což se mění z operativního hlediska velmi osvědčilo. Pro zlepšení vlastností místních typů zemin se často používá různých stabilizací, pro násypy vyztužování geosyntetickými materiály a pro zářezy pak hřebíkování. Princip stabilizace závisel přitom na optimálním složení základní zeminy zvolenou příměsí, jako je vápno, cement anebo jiná vhodnější zemina (např. železniční koridory a dálnice D11). Účelem vyztužování geosyntetiky a hřebíkování je zpevnění určité nejnámavější oblasti, aby se chovala jako celek a vzájemně spolupůsobila na přenosu celkového zatížení.

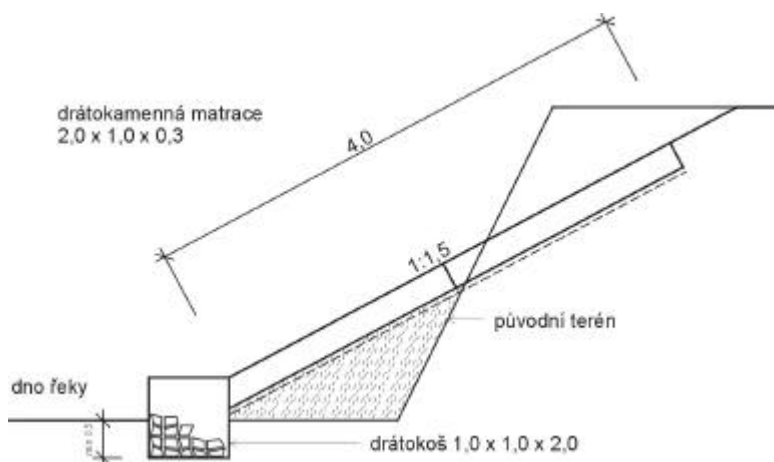
Neméně důležitá, i když často u dopravních staveb z hlediska nedostatků financí opomíjená je otázka sledování díla, zda bylo z hlediska geotechnického vše realizováno v souladu s původními předpoklady (měření deformací podloží, povrchu tělesa – v časovém průběhu), ale i následná údržba s pravidelnou kontrolou, která je u dopravních staveb spojena zejména s pádovými povrchové eroze, která může ovlivnit další následné poruchy.

### 3. Řešení geotechnických problémů při mimořádných situacích

Zcela jiné podmínky, ale i poznatky vznikly při řešení poruch železničního i silničního tělesa, oporných zdí i mostních konstrukcí vlivem mimořádných dešťů a povodní v roce 1997 a 1998, kdy nebylo možné při vzniklé havarijní situaci provádět běžný inženýrskogeologický průzkum. V časové tísni se provedla podle místních znalostí a podmínek odborná geotechnická pochůzka (např. železniční traťový úsek Choceň-Ústí nad Orlicí i na severní Moravě u Hanušovic a Šumperka, ale i na silnicích v oblasti východních Čech a severní Moravy) a na základě materiálových a mechanizačních možností, důležitosti porušených úseků, v dohodě s úředními pracovníky navrhována rychlá a operativní řešení. Tyto termínové potřeby byly řešeny při dodržování základních geotechnických pravidel, včetně použitých zemín u násypů a technologického zpracování.

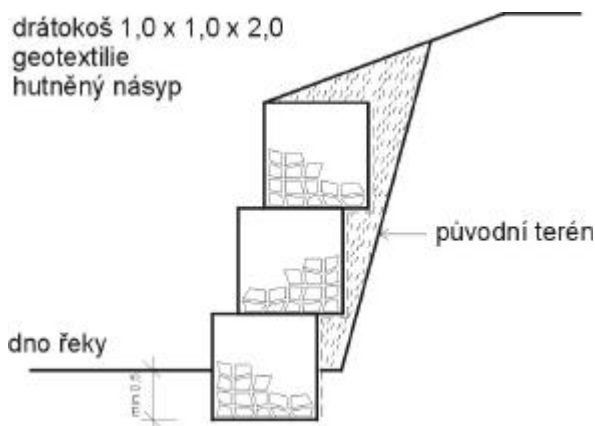
Charakteristickým rysem obnovy povodněmi zničených objektů, ale i zemního tělesa, zejména na severní Moravě, čím se tyto práce odlišovaly od běžných prováděných staveb, byl zejména minimální časový prostor na přípravu – tj. upřesnění geotechnických podmínek pro rekonstrukci včetně potřebné projektové dokumentace. Tyto práce probíhaly až těsně před realizací, mnohdy i v průběhu prací. Další zvláštností bylo, že rekonstrukce – obnovovací práce probíhaly v regionu, kde byla poškozena celá dopravní infrastruktura a tak navrhované technologie musely respektovat obtížnou přístupnost stavenišť pro těžkou mechanizaci. Odlišný je i průběh při dokončování některých prací, kdy se muselo uvažovat s tím, že budou probíhat v nepříznivých klimatických podmínkách podzimu, ale i v zimě.

Podle urychleného a úsečového geotechnického průzkumu, zejména při působení zátopové a povodňové vody na zemní těleso, se vycházelo zejména z těchto výchozích podmínek – působení tlaku vody v místech, kde zemní těleso tvořilo „hráz“, dále destrukce zemního tělesa vlivem proudící vody, tj. v místech přímého styku svodním tokem, ale i vliv a působení stékající srážkové vody a vznik erozních rýh a deformace svahu změnou konzistence povrchových vrstev zeminy. Nejčastější příčinou poruch zemního tělesa byly destrukce vlivem proudící vody, tedy přímý styk svodním tokem a jeho změnou proudnicí (v uplynulých letech mnohdy necitlivě upravovanou), kde pro realizaci obnovy železniční trati, např. v oblasti Jindřichova na severní Moravě bylo provedení oporných zdí jednak klasickým způsobem, ale i s ohledem na klimatické podmínky i z drátokamenných košů (gabionů). Při realizaci zde byly použity dva typy gabionových prvků, a to jak ze svařovaných sítí, tak i pletené (**obr. 1**).



**Obr. 1a** Pøí èný øez gabionovou konstrukcí - lehký typ

**Fig. 1a** Transverse cut across the gabion construction - light type



**Obr. 1b** Pøí èný øez gabionovou konstrukcí - tí žký typ

**Fig. 1a** Transverse cut across the gabion construction - heavy type

Kamenivo pro výplò gabionových prvkù bylo použito jednak ze slezské žuly (lom Èerná Voda) a jednak zvalounù o rozmìrech 50 ÷ 300 mm z øeky Branná. Toto øešení pomocí gabionových prvkù o rozmìrech 2,0x1,0x1,0 m bylo na tratích ÈD (mimo zkušební úsek v Pøelouèi) v takovém rozsahu použito poprvé a pro tento způsob ochranných opatøení pøed úèinky vody vyhovoval nejen z hlediska technického, ale i ekonomického a ekologického s menší závislostí prací na momentálních klimatických podmínkách. Další výhodou pøi realizaci tí chto gabionových zdí byly nízké nároky na tí žkou techniku a specializované profese. Z hlediska technického byla hloubka základové spáry pro uložení gabionových prvkù volena min. 0,5 m pod úrovní stávajícího dna øeky pøi maximální výšce konstrukce 4,0 m (**obr. 1**).



**Obr. 2** Opì mážeì z dráokoš ù– gabionù  
**Fig. 2** Abutment wall from wire-scrapes - gabions



**Obr. 3** Kóí dlo mostu z dráokoš ù– gabionù  
**Fig. 3** Wing of bridge from wire-scrapes - gabions

Závi rem bych chtìl ještì konstatovat, že se v posledním období setkávám s nedostateènými závi ry inženýrskogeologického průzkumu jak u liniových staveb, zejména silnièních, tak i u jednotlivých objektù a z toho vyplývající rutinérské projektování. V zájmu úspor však nì kdy již investor, ale i projektant, zvláštì u silnièních staveb, hlavnì rekonstrukcí, potæbu inženýrskogeologického průzkumu podcení, což se pak projevuje následnými technickými i realizaèními problémy s nepáznivými ekonomickými dopady.

Lektoroval: Prof. Ing. Ivan Vaníček, DrSc.

Předloženo: v lednu 2001.

### Literatura

- [1] ĚD S 4 – Železniční spodek 1990.
- [2] TP 76 – Geotechnický průzkum pro pozemní komunikace, 1995.
- [3] ĚSN 731001 Základová půda pod plošnými základy, 1998.
- [4] ĚSN 733050 Zemní práce.
- [5] ĚSN 721002 Klasifikace zemin pro dopravní stavby, 1993.
- [6] ĚSN 721006 Kontrola zhuštění zemin a sypanin, 1994.
- [7] Matys, •avoda, Cuninka: Polné skůšky zemin, 1990. Sborník příspěvků, 26. konference Zakládání staveb Brno, (1998).

### Resumé

#### **INŽENÝRSKOGEOLOGICKÝ PRŮZKUM PRO DOPRAVNÍ STAVBY A ŘEŠENÍ GEOTECHNICKÝCH PROBLÉMŮ**

Zdeněk TOMAŠTÍK

Závady na zemním tělese železničních staveb se dříve ostražovaly v krátkých provozních výlukách, přičemž nemohly být dořešeny všechny základní geotechnické problémy. Dnes při výstavbě železničních koridorů a rekonstrukcích silnic při delších výlukách se již v rámci inženýrsko-geologického průzkumu navrhuje komplexní řešení problémů při dodržování základních geotechnických pravidel, včetně použití různých druhů zemin a jejich technologického zpracování. Jiné problémy a poznatky vznikly při řešení poruch železničního a silničního tělesa vlivem povodní v roce 1997 a 1998, zejména na severní Moravě, včetně rozsáhlejšího použití drátokamenných košů (gabionů) pro opěrné zdi.

### Summary

#### **ENGINEERING AND GEOTECHNICAL SURVEY OF TRANSPORT CONSTRUCTIONS AND SOLUTION OF GEOTECHNICAL PROBLEMS**

Zdeněk TOMAŠTÍK

The range and solution of several variants of geo-technical problems in transport line-structures, e.g. in railways as well as on roads, appears different under normal conditions from solution of crisis situations (accidents, breakdowns etc.) which have risen in the periods of extreme rains and floods.

Depending on given technical, operational, economic and climatic conditions, the solutions are influenced by the solution of basic geo-technical problems including the range of engineering and geological survey, laboratory and ground testing. Regarding current conditions during the realization as well as after completion of the construction, there is the lack of further geo-technical monitoring of the construction in the course of time, e.g. comparison of the real state with the

Zdeněk Tomašík:

original assumptions, maintenance and regular check ups, especially with regard to the surface erosion on further possible breakdowns of the Earth body. The absence of further monitoring is caused especially by the lack of finance for newly built railway corridors, highways and roads.

Completely different geo-technical problems appeared in solution of breakdowns of railways and roads as well as in bridge constructions due to the extreme rains and floods in the years 1997, 1998 and in the following years. In the crisis situations it was not possible to carry out the common engineering and geological survey and consequent geo-technical analysis including the prompt preparation of project documents. The characteristic feature of re-construction of the objects and bodies damaged by the floods was the minimum time allowed for preparation and specification of geo-technical conditions for the re-construction which required a simplified project documentation carried out immediately before or even during the realization of the works. Another specific feature was the fact that the re-constructions were carried out in the region where the entire transport infrastructure had been damaged, therefore the planned technologies had to take into account the difficult accessibility of the sites for heavy machinery and for the choice and applicability of the construction materials with regard to climatic conditions.

The most frequent reason for breakdowns of the Earth body in road and railway transport was the destruction caused by the influence of running water. In the re-construction of railways in North Moravia, the use of gabions (the wall made of wire and stone baskets) proved effective especially with regard to climatic conditions (fall, winter), besides new supporting walls carried out in the classical way. Two types of gabion elements have been used: welded net and wicker net (see the figure). Both types have been proved useful from the economic, ecological and technical points of view. Low requirements for heavy machinery and specialized professions have also been evident in the difficult climatic conditions.

## **Zusammenfassung**

### **INGENIEURGEOLOGISCHE UNTERSUCHUNG FÜR VERKEHRSAUTEN UND LÖSUNG DER GEOTECHNISCHEN PROBLEME**

Zdeněk TOMAŠTÍK

Früher wurden geotechnische Mängel des Eisenbahnunterbaus während der kurzen Verkehrspausen behoben, häufig nicht in der erforderlichen Qualität, was manchmal bereits der Grund für neue Probleme war. Heutzutage liegen die qualitativen Anforderungen beim Umbau von verkehrsfreien Streckenabschnitten von Planung bis zur Ausführung deutlich höher, aber auch die Notwendigkeit den folgenden geotechnischen Problemen. Ganz besondere Beiträge und Benutzungen waren während den Lösungen Unterbrechung den Verkehrsbauen (Strassen und Eisenbahnen) nach den Einfluss von Überschwemmung in Ost Böhmen und Nord Mähren und benützung den Drahtnetzwerken für Gabionen zum Befestigung den Abhängen.