

**ARMING** spol. s r.o.

**Posouzení příčin  
vzniku trhlin a poruch ve vstupním objektu  
Fakultní nemocnice v Ostravě Porubě**

**Část 2: Laboratorní zkoušky**

**Objednatel:**

FNSP Ostrava  
17. listopadu 1790  
708 52 Ostrava - Poruba  
IČO:00843989

**Zhotovitel:**

ARMING spol. s r.o.  
Doc. Ing. Radim Čajka, CSc.  
Ocelářská 6  
703 00 Ostrava - Vítkovice  
IČ: 62304178

únor 2008

AR-0715-ST-02

## **OBSAH:**

<b>1. Technické normy, literatura a podklady.....</b>	<b>3</b>
1.1 Technické normy.....	3
1.2 Podklady.....	3
1.3 Literatura.....	4
<b>2. Předmět posouzení .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Odběr vzorků strusky .....</b>	<b>5</b>
<b>4. Laboratorní měření bobtnavosti.....</b>	<b>6</b>
<b>5. Laboratorní analýza rozpadu strusky.....</b>	<b>7</b>
<b>6. Závěr.....</b>	<b>11</b>

# 1. Technické normy, literatura a podklady

## 1.1 Technické normy

- [1] ČSN 73 0031 Spolehlivost stavebních konstrukcí a základových půd, základní ustanovení pro výpočet; 1998
- [2] ČSN 73 0033 Spolehlivost stavebních konstrukcí a základových půd. Základní ustanovení pro zatížení a účinky; 1990
- [3] ČSN 73 0035 Zatížení stavebních konstrukcí; 1986 , a-91
- [4] ČSN 73 0038 Navrhování a posuzování stavebních konstrukcí při přestavbách; 1986
- [5] ČSN 73 0039 Navrhování objektů na poddolovaném území,; 1989, a-91
- [6] ČSN 73 1000 Zakládání stavebních objektů. Základní ustanovení pro navrhování; 1987
- [7] ČSN 73 1001 Zakládání staveb. Základová půda pod plošnými základy; 1987
- [8] ČSN 73 1201 Navrhování betonových konstrukcí; 1986, a-89
- [9] ČSN 73 1401 Navrhování ocelových konstrukcí

## 1.2 Podklady

- [10] Stavební denník „Denní záznamy stavby listy \*672051-\*672053, \*672055 - \*672069“, záznamy od 22.3.1993 o převzetí staveniště dodavatelem: GEMO Olomouc - od předávajícího: Beskydské průmyslové stavby, až po ukončení prací 23.5.1994
- [11] Denní záznamy o výrobě pilot na stavbě Nemocnice Ostrava Poruba od 28.3.1994 – 17.5.1994. Vypracoval: Kaluža – Pozemní stavby, s.p., Olomouc Závod 08 Mechanizace a dopravy – Středisko pilotáže
- [12] Projektová dokumentace „ Fakultní nemocnice – Ostrava Poruba vstupní objekt“, stupeň PD – projekt pro stavební povolení, paré č.5. Vypracoval: ATOS-6 spol. s r.o. stavebně projektová kancelář, Martinovská 3168, 723 01 Ostrava – Martinov, 11/1993
- [13] Projektová dokumentace „ Fakultní nemocnice – O. Poruba vstupní objekt SO 071“, stupeň PD – projekt, část – statika I.PP, I.NP a II.NP paré č.1. Vypracoval: ATOS-6 spol. s r.o. stavebně projektová kancelář, Martinovská 3168, 723 01 Ostrava – Martinov, 1/1994

- [14] Projektová dokumentace „ Fakultní nemocnice – Ostrava Poruba vstupní objekt SO 071 + spojovací trakty K 029-074 – založení na pilotách“, stupeň PD – P.S., paré č.2. Vypracoval: ATOS-6 spol. s r.o. stavebně projektová kancelář, Martinovská 3168, 723 01 Ostrava – Martinov, 2/1994
- [15] Protokol o provedení zkoušek č. 217/02, VŠB – TU Ostrava, Vysokoškolský ústav chemie materiálů, Ing. Vladimír Tomášek, CSc., Ostrava 12.6.2002
- [16] Posouzení příčin zvedání podlahy v objektu Fakultní nemocnice s poliklinikou v Ostravě – Porubě, Ing. Miroslav Tomko, CSc., Ostrava 7.8.2002
- [17] „Fakultní nemocnice s poliklinikou Ostrava – vstupní objekt – studie zabezpečení vzniklých stavebních poruch – konečné výsledky měření“, paré č.2. Vypracoval: ATOS-6 spol. s r.o. stavebně projektová kancelář, Martinovská 3168, 723 01 Ostrava – Martinov, 8/2002
- [18] „FNsP v Ostravě – Porubě, sledování vstupního objektu SO 01“, opakované měření ze dne 28.1.2005. Vypracoval: INSET s.r.o. , Rudná 21, 700 30 Ostrava, 31.1.2005
- [19] „FNsP v Ostravě – Porubě, sledování vstupního objektu SO 01“, opakované měření ze dne 2.10.2006. Vypracoval: INSET s.r.o. , Rudná 21, 700 30 Ostrava, 9.10.2006
- [20] „FNsP v Ostravě – Porubě, sledování vstupního objektu SO 01“, opakované měření ze dne 24.1.2007. Vypracoval: INSET s.r.o. , Rudná 21, 700 30 Ostrava, 24.1.2007
- [21] AR-0715ST-01 Posouzení příčin vzniku trhlin a poruch ve vstupním objektu Fakultní nemocnice v Ostravě – Porubě. Část 1: Statické posouzení. ARMING spol. s r.o., Ostrava, 04/2007

### **1.3 Literatura**

- [22] KO 73 0039 Bradáč, J. a kol.: Navrhování objektů na poddolovaném území. Komentář k ČSN 73 0039, 1991
- [23] TSm-V Zakládání objektů na poddolovaném území. Federální ministerstvo paliv, 1990
- [24] TSm-V Sanace stavebních objektů na poddolovaném území. Ministerstvo pro hospodářskou politiku a rozvoj ČR, 1991
- [25] Neset, K.: Vlivy poddolování (Důlní měřictví IV). SNTL, Praha 1984
- [26] Žilavý, B.: Vplyvy poddolovania. Alfa, Bratislava 1968
- [27] Luetkens, O.: Bauen im Bergbauggebiet. Springer-Verlag Berlin - Heidelberg - New York, 1957
- [28] Kratzsch, H.: Bergschadenkunde. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York,

1974

- [29] Ledwoń, J.A. : Budownictwo na terenach górniczych. Arkady, Warszawa 1983
- [30] Bradáč, J.: Reologie staveb na poddolovaném území. Sborník konference "Interakce staveb s podloží a stavby na poddolovaném území" v Brně, DT ČSVTS Ostrava, 10/1981
- [31] Nešvara, J.: Geotechnické zvláštnosti vstupních dat pro poddolované území. Ročenka Geotestu, Brno 1989

## 2. Předmět posouzení

Posudek je zpracován na základě objednávky č. obj. 9720/28/06/OTP Fakultní nemocnice s poliklinikou Ostrava, 17. listopadu 1790, 708 52 Ostrava – Poruba, IČO 00843989. Předmětem posouzení je stanovení příčin vzniku poruch podlah, příček a výplňových otvorů nosné konstrukce vstupního objektu Fakultní nemocnice s poliklinikou v Ostravě Porubě. Posudek je zpracován ve 4 – paré, přičemž paré č. 1 až 3 bylo předáno objednateli a paré č. 4 je v archívu zhotovitele. Součástí posudku jsou výsledky provedených laboratorních měření.

## 3. Odběr vzorků strusky

Zkušební materiál již byl pro zahájení zkoušek odebrán z původní kopané sondy, a to 16.3.2007 (malé množství pro ověření vhodné metodiky zkoušek) a 13.4.2007 (větší množství vhodné pro zahájení zkoušek v plném rozsahu). Vzorky byly odebrány z kopané sondy [15] v místnosti skladu restaurace do hloubky cca 2,5 m.[16].

Pro stanovení objemové stálosti či nestálosti byly vzorky předány do laboratoří FAST VŠB – TU Ostrava k provedení laboratorních zkoušek dvěma způsoby

- laboratorní měření bobtnavosti základové půdy (strusky) v laboratoři mechaniky zemin
- laboratorní analýza rozpadu strusky

Cílem těchto zkoušek je ověření objemové stálosti strusky v podloží objektu a návrh dalšího postupu pro jeho stabilizaci.

## 4. Laboratorní měření bobtnavosti



VŠB - Technická univerzita Ostrava

**Fakulta stavební**

Katedra geotechniky a podzemního stavitelství

L. Poděště 1875, 708 00 Ostrava-Poruba; tel./fax: 59 732 1943

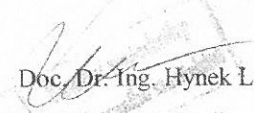
Doc. Radim Čajka  
Katedra konstrukcí, Fakulta stavební  
L. Poděště 1875  
708 00 Ostrava-Poruba

### Věc: Laboratorní měření bobtnavosti základové půdy (strusky)

Vzorek neprokázal měřitelné deformace při styku s vodou v průběhu 1 měsíce.

Na základě detailnějšího rozboru vzorku Prof. Martincem, lze předpokládat, že deformace mají dlouhodobý charakter, který při laboratorních podmínkách nelze namodelovat.

Ostrava 17.7.2007

  
Doc. Dr. Ing. Hynek Lahuta  
vedoucí laboratoře mechaniky zemín

IČO: 619 89 100

Bankovní spojení: Investiční a poštovní banka a.s., Nádražní 10, Ostrava, č.b.ú.: 100 95 4151/5100

DIČ: 390-619 89 100

## 5. Laboratorní analýza rozpadu strusky



Katedra stavebních hmot a hornického stavitelství

VŠB – Technická univerzita Ostrava

L. Poděště 17/1875, 708 33 Ostrava-Poruba  
tel.: vedoucí katedry 597 321 958, sekretariát 597 321 954, fax 597 321 996

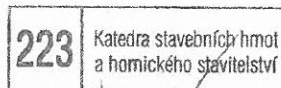
Katedra geotechniky a podzemního stavitelství  
Doc., Dr. Ing. Hynek Lahuta

Č.j.: 223/23/07

Ostrava, 22.6.2007

**Věc: Rozpad strusky v podsvpu podlahy (analýza rozpadu)**

V příloze zasíláme zprávu vypracovanou prof. Ing. Petrem Martincem, CSc.



*M. Vavro*  
Ing. Martin Vavro, Ph.D.  
vedoucí katedry 223



**ROZPAD STRUSKY V PODSYPU PODLAHY  
(analýza produktů rozpadu)**

Zpracoval: Prof. Ing. Petr Martinec, CSc.

\*Ostrava, dne 4.června 2007\*



### 1. Zadání

Úkolem je posouzení stálosti strusky v podsypu deformované podlahy. Deformace byly vyvolány objemovými změnami v podsypu.

### 2. Vzorky a metodika

Vzorky byly dodány doc. Ing. Hynkem Lahutou, Ph.D. rozšířované na zrnitostní frakce. byl proveden makropetrografický popis, výběr zrn kameniva jevíci již makroskopicky známky alterace a vzorků pro další mineralogické analýzy. S ohledem na zkušenosti s chováním podobného struskového materiálu byly analýzy orientovány především na důkaz přítomnosti sekundární mineralizace vzniklé hydratací primární strusky. Z tohoto pohledu jsou kritické:

- jemné frakce
- povrchové vrstvy zrn kameniva strusky
- zrna kameniva sklovité strusky
- zrna kameniva zpěněné ("popelavě šedé").

Vzorky jsou uvedeny spolu s makroskopickým popisem a stanovením pH výluhu v tabulce 1.

Tab.1.

Makroskopický popis studovaných vzorků

Anal.č. vzorku	Frakce /mm/	Makroskopický popis vzorku
11299	podsítné	práškový, šedý, s bílými zrnky; pH výluhu 10,8
11299	0,056	práškový, šedý, s bílými zrnky; pH výluhu 10,2
11299	0,063	práškový, šedý, s bílými zrnky; pH výluhu 10,2
11299	0,125	práškový, šedý, s bílými zrnky; pH výluhu 9,8
11299	8-16	šedá, silně pórovitá struska, na povrchu s bílými tečkami, rozpadavá, měkká rozpadavá již v tlaku mezi prsty, pH výluhu 11,1
11299	8-16	zelenavě šedá, sklovitá, málo pórovitá struska, relativně pevná, ale při zatížení kostkovitě rozpadavá; na plochách bílý povlak, pH výluhu 9,7
11299	16-32	šedá, silně pórovitá struska, na povrchu s bílými tečkami, rozpadavá, měkká, v jádru celistvější. Mocnost povrchové vrstvy velmi variabilní od 0,1 do 5 mm. pH výluhu 10,2
11299	16-32	zelenavě šedá, krystalická, málo pórovitá struska, pevná, při zatížení nerozpadavá; v jádru čerstvá, se světlejší připovrchovou zónou s mocností desetin mm. pH výluhu u jednotlivých zrn v intervalu 8-10
11299	32-50	šedá, silně pórovitá struska, na povrchu s bílými tečkami, rozpadavá, měkká; jádru šedá, podél trhlin vybělená, připovrchová vrstva skvrnitě vybělená, mocnost alterované vrstvy desetin mm až několik mm. pH výluhu 10,1
11299	32-50	zelenavě šedá, krystalická struska, v pórech krystaly gehlenitu, málo pórovitá struska, relativně pevná; jádro bez makroskopicky patrných změn, slabá několik desetin mm proměnlivě mocná připovrchová vrstva připovrchového znětrávání zasahující hlouběji i do pórů, kde je uložen bílý nebo šedý sekundární materiál. pH výluhu 10,2

### 3. Výsledky

Druhotné minerály, které vznikají hydratací a karbonatací strusky v hypergenních podmínkách jejich uložení (za současné přítomnosti vodní páry a CO<sub>2</sub>) vznikají především na povrchu velmi látkově heterogenních zrn strusky. Hydratací a karbonatací podléhají především sklovité, hodně zpěněné strusky (podíl ve vzorku strusky byl cca 32 % hmotn), dále pak zbytky hutné keramiky (vyzdívka, cihlovina, šamot....) - (několik % hmotn.) zatímco krystalické nebo sklovito-krystalické strusky jsou přeměněny jednak nepravidelně a to jen na povrchu. Reakce jsou závislé na velikosti reakčního povrchu a tedy závisí stupeň alterace na velikosti částic (zrn). je tedy důležité studovat především jemné frakce z opadu zrn při síťovém rozboru a z povrchu strusky (z celých zrn vzniká problém identifikace malých podílů minerálů ve směsi). Cílem je určit přítomnost především těch minerálů, které mají při hydrataci a karbonataci **největší objemové změny** jako jsou Mg- minerály (periklas, brucit, magnesit, dolomit) a hydratované fáze Ca(Mg) silikátů. teoreticky se jedná o nárůst objemu primárního objemu minerálního zrna o desítky až více jak 100% .

Pro identifikaci bylo použito těchto metod:

- **prohlídka vzorků binokulární lupou** do zvětšení 10x (morfologie částic, krystaly...) výběrově různé typy strusky ze všech separovaných frakcí strusky a detailně vzorky z tab.1;
- **optická mikroskopie v procházejícím a polarizovaném světle** (práškový vzorek) - identifikace minerálů ve vzorcích tab.1;
- **infračervená spektroskopie** (práškový vzorek) - identifikace hydratovaných a karbonatizovaných fází ve vybraných vzorcích v tab. 1.;
- **RTG - prášková difrakce (práškový vzorek)** - identifikace krystalických fází (výběr vzorků z tab.1)

Výsledky jsou vedeny v tabulce 2.

Tab.2.

Výsledky rozborů sekundárních produktů hydratace a karbonatace strusky

*Vysvětlivky: relativní zastoupení: +++ - hlavní, ++ - střední, + - nízký, ? - problematický*

Anal.č. vzorku	Frakce /mm/	periklas	brucit	magnesit	kalcit	"CSH"
11299	podsítné	+	+++		+++	+++
11299	0,056		+++	?	+++	+++
11299	0,063		+++	?	++	+++
11299	0,125		+++	?	+++	+
11299	8-16	+	++		+	+
11299	8-16					
11299	16-32	+	++	+	++	+
11299	16-32					+
11299	32-50	+	++	?	+	+
11299	32- 50					

Z tab.2. je patrné, že se **sekundární produkty koncentrují především v jemných frakcích** (opad z povrchu zrn při síťovém rozboru). Nebyla nalezena hrubá zrna strusky, která by jevila známky masivního rozpadu. Na straně druhé jsou přítomna zrna, která jsou alterována podél trhlin nebo na stěnách bublinových pórů uvnitř (v jádru) zrna. Také nalezené sekundární minerály potvrzují, že hydratační a karbonatační procesy byly nastartovány a tento proces nebyl v hmotě strusek dokončen (vliv času, rychlosti difuze, vliv teploty, vliv vlhkosti atd).

### **Závěr**

Celkový charakter zásypového materiálu, ve stavu tak jak byl dodán k rozboru, ukazuje, že se jedná o:

- *směs vysokopecní a patrně i ocelářské strusky (poměr není možné stanovit) s příměsí hutní keramiky;*
- *primární složení strusek je velmi heterogenní a liší se texturně (různý podíl struskových zrn krystalované strusky, sklovito-krystalické strusky a strusky sklovité celistvé nebo i napěněné);*
- *hydratace a karbonatace strusek je nerovnoměrná, závisí na podílu skla ve strusce a probíhá převážně na povrchu zrn;*
- *byly zjištěny minerály, které svědčí objemových změnách ve složení strusky;*
- *lze konstatovat, hypergenní změny provázené nárůstem objemu zrn strusky zásypovém materiálu existují, byly nastartovány a v celém objemu zrn úplnosti dosud neproběhly;*
- *velikost objemových změn nelze jednoznačně stanovit (vliv původní úložní pórovitosti).*

## **6. Závěr**

Z dosavadních výsledků laboratorních rozborů vyplývají tyto dílčí závěry:

- objemová nestálost (bobtnavost) je zřejmě velmi pomalá a není měřitelná běžnými laboratorními přístroji mechaniky zemin, kdy ani po měsíci měření nebyla zjištěna měřitelná deformace vzorku (bobtnavost) při styku s vodou,
- podrobný rozbor odebraných vzorků prokázal značnou heterogenitu strusky, přičemž byly zjištěny minerály objemově nestálé, objemové změny byly nastartovány, avšak v celém objemu zrn dosud neproběhly.

Pokud by tedy došlo v současné době k nákladným definitivním opravám trhlin ve stěnách a podlaze, s největší pravděpodobností by v budoucnu došlo k dalším poruchám a zhoršení stávajícího stavu.

Pro zamezení dalších deformací (bobtnání) podloží tak přichází v úvahu

- *odtěžení objemově nestálého zásypaného materiálu v podloží podlah vstupního objektu, což je vzhledem k rozsahu rekonstrukce technicky, finančně a provozně velmi nákladný druh sanace, nebo*
- *stanovení vhodné stabilizační hmoty, která by neutralizovala další reakci strusky a zamezila dalšímu zvětšování objemu strusky v budoucnu*

Vzhledem k pravděpodobné reakci strusky s vodou je nutno zamezit pronikání vody do podloží pod podlahami. Nežádoucí vlhkost v podloží pak může vznikat

- pronikáním srážkové vody z venkovních ploch vlivem špatného odvodnění venkovních ploch či porušených venkovních dešťových svodů, popř. kanalizace
- porušením ležatého kanalizačního potrubí dešťové či splaškové kanalizace probíhající pod podlahou.

***Doporučuji proto bezodkladně provést kamerovou zkoušku těsnosti ležatého kanalizačního potrubí, které by svou netěsností a únikem splaškové či dešťové vody mohlo deformace podloží dále zhoršovat.***

Cílem dalších laboratorních zkoušek je stanovení ekonomicky optimálního návrhu sanace podloží a stanovení vhodné stabilizační hmoty.

Vhodný postup oprav (odtěžení či stabilizace násypů v podloží) pak bude stanoven ve III. (závěrečné) části po vyhodnocení kamerových zkoušek potrubí a dalších laboratorních zkoušek odebrané strusky, které probíhají v laboratořích FAST VŠB – TU Ostrava.

.....  
Doc. Ing. Radim Čajka, CSc.

autorizovaný inženýr

Ostrava, 29. února 2008