

Libor IŽVOLT

## POROVNANIE ÚČINNOSTI VÁPENNÉHO HYDRÁTU A SYSTÉMU CONSOLID NA NEÚNOSNEJ ZEMINE

**Streszczenie.** Veľmi častým javom pri sanáciach traťových úsekov je nedostatočná resp. vyčerpaná únosnosť zemín pláne. Jednou z možností dosiahnutia požadovanej únosnosti jazdnej dráhy je stabilizácia zeminy pláne. Nakol'ko aj pre jej stabilizáciu je možné, v závislosti od typu zeminy, použiť rôzne stabilizátory, je na príklade charakteristického neúnosného typu zeminy a na základe výsledkov laboratórnych skúšok, vykonané porovnanie klasického postupu jej stabilizácie pomocou vápenného hydrátu a nového technologického postupu pomocou prípravkov systému CONSOLID. Výsledkom tohto porovnania pre testovaný typ zeminy (il so strednou plasticitou) je jednoznačné uprednostnenie klasického technologického postupu.

## COMPARISON OF A STABILIZER EFFECTS OF LIME HYDRATE AND SYSTEM CONSOLID ON THE CLAY GROUND

**Summary.** Insufficient, respectively exhaustion of the railway formation ground carrying capacity a is a very often phenomenon in railway tracks rescues. One of the possibilities to reach the requested track carrying capacity is to stabilise the formation ground. Because, it is possible to use various stabilisers in dependence on the ground type, we wanted to show the comparison between the classical technology of stabilisation with lime hydrate and the new one with the CONSOLID system preparation. The comparison is done via an example of characteristic type of ground with none carrying capacity and via the results of laboratory tests. The results of this comparison for the examined ground (clay with the middle plasticity) is unambiguous preference of classical technology.

## I. ÚVOD

Výborný stav trati je nevyhnutnou podmienkou pre bezpečnú a hospodárnu prevádzku každej železnice. Železničná trať, ktorá pozostáva z konštrukčného hľadiska zo železničného zvršku a spodku, musí byť zriadená tak, aby počas jej prevádzkovania v ľubovolnej ročnej dobe bola garantovaná požadovaná geometrická poloha kolaje, teda nedochádzalo pri prevádzke k poruchám jazdnej dráhy. Požadovaný výborný stav trati však predovšetkým závisí na železničnom spodku, zvlášť na stabilom a únosnom zemnom telese a jeho najexponovanejšej časti pri klasickom železničnom zvršku – zemnej pláni.

V súvislosti so zvyšujúcimi požiadavkami na výkonnosť železničných trati, traťové rýchlosťi a nápravové tlaky, je nutná nielen úprava základných návrhových parametrov pre vyššie a vysoké traťové rýchlosťi, ale z dôvodu vyčerpanej, resp. nedostatočnej únosnosti zemín pláne

na väčšine prevádzkovaných traťových úsekov aj zvýšenie únosnosti a stability jazdnej dráhy tak, aby bola dlhodobo zachovaná požadovaná geometrická poloha kolaje.

Zvýšenie únosnosti zemnej pláne je obyčajne možné dosiahnuť hrubšou existujúcou alebo ďalšou konštrukčnou vrstvou, včlenením geosyntetického prvku alebo málo únosnej zeminy pláne vymeniť, poprípade tieto opatrenia skombinovať. Práce, ktoré je potrebné v súvislosti s výmenou zeminy realizovať, ako je vytaženie, transport a uloženie nevhodnej zeminy a zabudovanie náhradnej, dostatočne únosnej zeminy, sú ekonomicky náročné a z hľadiska ochrany životného prostredia často nežiaduce. Je preto snahou využiť aj menej vhodné a málo únosné zeminy pláne a vhodnými opatreniami dosiahnuť zlepšenie ich vlastností z pohľadu ich dostatočnej a dlhodobej únosnosti.

Jednou z veľmi efektívnych cest pri zvyšovaní únosnosti zemín pláne je úprava vlastností týchto zemín jej stabilizáciou, čím sa docieli zvýšenie odolnosti zeminy voči dopravnému ako aj nedopravnému zataženiu. Pre stabilizáciu zemín je možné pritom použiť rôzne prípravky – pojivá. V súčasnom období sa na našom trhu ponúkajú okrem tradičných stabilizátorov, ako je vápno, cement, elektrárenskej popolčeky, cementárenskej odprašky či bitumén aj nové prípravky, napr. systém CONSOLID. Vzhľadom na to, že ich aplikácia vyžaduje nielen úpravu technologických postupov zlepšovania únosnosti zemnej pláne, ale aj rôzne finančné náklady na realizáciu stabilizácie, je potrebné stanoviť výhodnosť použitia toho ktorého stabilizátora pre konkrétné geotechnické podmienky podložia, požiadavky na jeho únosnosť a finančné možnosti investora.

Úlohou experimentálnych meraní realizovaných v ostatných rokoch v laboratóriu Katedry železničného staviteľstva a traťového hospodárstva Stavebnej fakulty Žilinskej univerzity bolo porovnať účinnosť klasického postupu stabilizácie ilu a šílovitých zemín použitím vápenného hydrátu a novej technológie, ktorá je v ponuke na slovenskom trhu a je známa pod názvom systém CONSOLID. V predloženom príspevku prezentované výsledky sú analýzou 4 etapových meraní, kde sa menil nielen typ a množstvo stabilizátora na jednotku objemovej hmotnosti suchej zeminy, ale aj vlhkosť zeminy tak, aby sa objektívne posúdil ich vplyv na zlepšenie fyzikálno-mechanických vlastností testovanej neúnosnej zeminy pláne.

## 2. STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA SYSTÉMU CONSOLID

Nakoľko technologický postup zvýšenia únosnosti zemnej pláne pomocou vápennej stabilizácie je všeobecne známi a sú s ním viac ako 30-ročné skúsenosti, v dľašom teste bude v stručnosti charakterizovaný len nový technologický postup zvýšenia únosnosti zeminy pláne pomocou systému CONSOLID.

Stabilizácia súdržných zemin systémom CONSOLID predstavuje stabilizáciu pomocou reagencie vždy 2 použiteľných zložiek chemických prípravkov (Consolid 444 + Solidry alebo Conservex) vo vrstve chemicky ošetronej zeminy, následne dokonale zhutnej. Systém CONSOLID, ktorý je švajčiarskym patentom, je podľa výrobcu použiteľný pre všetky typy zemín, pričom je definovaný optimálny rozsah jeho použitia stanovený :

- a) vlhkosťou na medzi tekutosti  $w_t$  v rozsahu 20% až 60%,
- b) indexom plasticity  $I_p$  v rozsahu 5% až 30%,
- c) medznom hodnotou objemovej hmotnosti  $\rho_d > 1,500 \text{ g.cm}^{-3}$ , pričom musí byť stabilizáciou dosiahnutá jej hodnota najmenej  $\rho_d > 1,600 \text{ g.cm}^{-3}$ ,
- d) percentuálnym zastúpením zrn jemnej frakcie ( $< 0,063\text{mm}$ ) v zemine hodnotou min. 10%.

V závislosti od toho, aký typ zeminy sa má stabilizovať, je použitá buď kombinácia prípravkov Consolid 444 a Solidry – v prípade stabilizácie ilovitých a hlinitých zemin s vysokou vlhkosťou, alebo kombinácia prípravkov Consolid 444 a Conservex – v prípade že zemina má nižšiu vlhkosť a má vyšší podiel piesčitej frakcie.

Consolid 444 je mliečne sfarbená kvapalina s  $\text{pH} = 6$  na báze chloridu amónneho, ktorá pôsobí ako menič iónov a vyvoláva v zemine katalytickú reakciu. Solidry je jemne mletý voduodpudivý prášok s mletým slieňom, na báze cementu a vápna, ktorý po primiešaní do zeminy a zhutnení spôsobuje utesnenie kapilár. Conservex je chemikália vyrábaná na asfaltovom základe, má charakter živčnej emulzie s  $\text{pH} = 9$ , je rozpustná vo vode a uzatvára v zemine kapiláry. Consolid 444 aj Conservex sa pred použitím riedia s vodou do pracovného roztoku.

## 3. METODIKA EXPERIMENTÁLNEHO SLEDOVANIA ÚČINNOSTI SYSTÉMU CONSOLID

Metodika laboratórnych meraní vychádzala z doporučení distribútoru systému, ktorým je Swiss Centrum Section Prostějov [1]. Princíp metodiky experimentálneho merania spočíval na takom postepe, že ihned po nahutnení upravenej (ošetronej) zeminy (buď pri jej optimálnej vlhkosti  $w_{opt}$  alebo pri vlhkosti cca 50%  $w_L$ ) do skúšobných valcov bolo vykonané meranie únosnosti CBR. Následne sa časť vzoriek prikryla, čím bolo simulované nanesenie podkladovej vrstvy, resp. kolajového lôžka, pričom ďalšie vzorky sa zatial nemerali, ale ponechali sa neprikrýté pri teplote cca  $+20^\circ\text{C}$ . Po 28 dňoch sa na všetkých vzorkách vykonala opäť skúška CBR. Časť vzoriek zeminy sa následne nechala 4 dni (96 hodín) saturovať, časť vzoriek bola 5 dní (120 hodín) schladzovaná v klimatizovanej skriní a v súlade s [2], [3] sa u všetkých vzoriek

merali ich zdvihy. Po saturácii a aj po zmrazovaní bola vykonaná na všetkých vzorkách opäť skúška CBR. Po každom meraní CBR boli zo vzoriek po ich výške odobraté vzorky zeminy na zistovanie zmien vlhkosti.

V rámci experimentálnych meraní bola sledovaná zemina, ktorá podľa [4], prílohy 8, je charakterizovaná ako zemina nevhodná pre použitie do zemnej pláne podvalového podložia. Na základe skúšky zrinitosti bola určená ako íl so **strednou plasticitou** ( $w_{opt} = 17,2\%$ ,  $\rho_{d,max} = 1,758 \text{ g.cm}^{-3}$ ,  $w_p = 16,02\%$ ,  $w_L = 37,67\%$ ). Tieto charakteristiky zeminy súčasne umožňujú aplikovať' nielen vápenný hydrát -  $\text{Ca(OH)}_2$ , ale aj systém CONSOLID, nakoľko zemina obsahuje viac ako

10% zrn < 0,063 mm.

Z doporučených rozpäti množstva Consolidu 444 ( $0,4 - 0,81 \text{ m}^{-3}$ ) a Solidry ( $20 - 40 \text{ kg.m}^{-3}$ ) podľa [1] boli použité horné hranice dávkowania (BSS), resp. dvojnásobné množstvo (BSS').

Laboratórne skúšky a merania boli vykonané na týchto vzorkách (cykly merania) :

- zemina neupravená (neošetrená),
- zemina ošetrená 3% a 6%  $\text{Ca(OH)}_2$  pri vlhkosti cca 17,2% (cca  $w_{opt}$ ),
- zemina ošetrená 6% a 9%  $\text{Ca(OH)}_2$  pri vlhkosti cca 27,5% (cca 50% $w_L$ ),
- zemina + Consolid 444 + Solidry pri cca 50% $w_L$  - BSS,
- zemina + Consolid 444 + Solidry pri cca 50% $w_L$  s dvojnásobnou doporučenou dávkou - BSS'.

Vzorky ošetrené pri vlhkosti cca 27,5% sú v texte označené s horným indexom - #).

## 4. PREHĽAD VÝSLEDKOV EXPERIMENTÁLNEHO MERANIA

Pri experimentálnych meraniach boli na jednotlivých vzorkách zeminy (prikytých a neprikytých) vykonané skúšky CBR, zistovaná ich vlhkosť a objemové zmeny (zdvihy) pri ich saturácii, resp. pri zmrazovani.

### 4.1. Skúšky pomeru únosnosti

Výsledky priemerných hodnôt únosnosti CBR porovnávaných stabilizácií sú uvedené v tab. 4.1. Nárast a pokles hodnoty únosnosti CBR jednotlivých stabilizácií vzhľadom k hodnote neošetrenej zeminy po zhutnení 100% = 12,15% (CBR pri  $w = \text{cca } 17,2\%$ ) je uvedený v tab. 4.2. Percentuálny nárast a pokles hodnôt CBR [%], (vid' tab. 4.1) v porovnaní s hodnotami únosnosti CBR [%] zeminy ošetrenej pri vyššej vstupnej vlhkosti pomocou systému CONSOLID (BSS = 100%) vo všetkých testovaných prípadoch je uvedený v tab. 4.3.

Tab. 4.1

## Hodnoty únosnosti CBR [%]

Vzorka	po Zhutnení	po 28 dňoch prikytá	po 28 dňoch Nepríkrytá	po saturácií prikytá	po saturácií nepríkrytá	po Zmrzovanie
Neošetrená	12,5 1,15 <sup>h)</sup>	X	X	X	X	0,00
3% Ca(OH) <sub>2</sub>	21,17	70,77	114,90	67,95	25,50	29,73
6% Ca(OH) <sub>2</sub>	22,30	55,73	66,60	52,35	25,25	31,90
6% Ca(OH) <sub>2</sub> <sup>h)</sup>	7,07	28,45	57,28	30,65	17,90	21,15
9% Ca(OH) <sub>2</sub> <sup>h)</sup>	6,25	30,63	74,20	40,50	36,05	22,10
BSS <sup>h)</sup>	2,46	6,95	48,80	6,40	6,00	2,88
BSS* <sup>h)</sup>	7,07	12,75	38,00	21,90	7,55	3,20

Tab. 4.2

## Nárast a pokles hodnoty CBR [%]

Vzorka	Po Zhutnení	po 28 dňoch prikytá	po 28 dňoch Nepríkrytá	po saturácií prikytá	po saturácií nepríkrytá	Po Zmrzovanie
3% Ca(OH) <sub>2</sub>	174,2	582,5	945,7	559,3	209,9	244,7
6% Ca(OH) <sub>2</sub>	181,3	458,7	548,1	430,9	207,8	262,6
6% Ca(OH) <sub>2</sub> <sup>h)</sup>	58,2	234,2	471,4	252,3	147,3	174,1
9% Ca(OH) <sub>2</sub> <sup>h)</sup>	51,4	252,1	610,7	333,3	296,7	181,9
BSS <sup>h)</sup>	20,2	57,2	401,6	52,6	49,4	23,7
BSS* <sup>h)</sup>	58,2	104,9	312,8	180,2	62,1	26,3

Tab. 4.3

## Nárast a pokles hodnoty CBR [%] v porovnaní so vzorkami BSS

Vzorka	po Zhutnení	po 28 dňoch Prikytá	po 28 dňoch nepríkrytá	Po saturácií prikytá	Po saturácií nepríkrytá	Po Zmrzovanie
Neošetrená	46,70	X	X	X	X	0,00
3% Ca(OH) <sub>2</sub>	132,3	418,8	109,3	468,6	112,8	207,9
6% Ca(OH) <sub>2</sub>	137,7	329,8	63,4	361,0	111,7	223,1
6% Ca(OH) <sub>2</sub> <sup>h)</sup>	287,4	409,5	117,4	478,9	298,3	734,4
9% Ca(OH) <sub>2</sub> <sup>h)</sup>	254,1	440,7	152,2	632,8	600,8	767,4
BSS* <sup>h)</sup>	287,4	183,5	77,9	342,2	125,8	111,1

Z komplexného porovnania hodnôt únosnosti CBR [%] vyplýva, že zvýšením vlhkosti z cca 17,2% na 27,5% sa únosnosť znížila 1,3 až 1,9-násobne.

Z porovnania vzoriek ošetrených 3% a 6% Ca(OH)<sub>2</sub> s optimálnou vlhkost'ou je zrejmé, že zvýšením množstva stabilizátora klesajú hodnoty únosnosti cca 1,5-násobne, avšak u vzoriek zmrazovaných je únosnosť zeminy ošetrenej 6% Ca(OH)<sub>2</sub> cca 1,1-násobne väčšia ako u vzoriek ošetrených 3%Ca(OH)<sub>2</sub>. Tento efekt bol spôsobený tým, že pridaním 6% Ca(OH)<sub>2</sub> do vzorky s optimálnou vlhkost'ou sa znížila jej vlhkost' pod úroveň, ktorá zabezpečuje jej dobrú spracovateľnosť, a tým aj zhutniteľnosť. Každopádne zvýšením množstva stabilizátora sa zemina

stala menej citlivá na účinky mrazu, a tým po jej namáhaní mrazom došlo k nižšej redukcii jej únosnosti.

Nárast hodnôt únosnosti CBR zvýšením množstva prípravkov systému CONSOLID sa potvrdil pri porovnávaní vzoriek BSS so vzorkami BSS\*. V tomto prípade zvýšenie hodnoty únosnosti CBR u vzoriek BSS\* nastalo hned' po zhutnení, a to cca 2,8-násobne. Paradoxné je však, že u vzoriek BSS\*, ktoré boli následne 28 dní nepríkryté, nastal pokles hodnoty únosnosti cca 1,3-násobne. V ostatných testovacích prípadoch však preukazujú vzorky BSS\* väčšie hodnoty únosnosti CBR oproti vzorkám BSS.

V celkovom hodnotení vzorky stabilizované systémom CONSOLID preukázali podstatne nižšie hodnoty únosnosti CBR (cca 5 až 10-násobne) vo všetkých sledovaných cykloch merania.

#### 4.2. Sledovanie zmien vlhkosti

Priemerné hodnoty vlhkosti z miesta penetrácie jednotlivých testovaných vzoriek sú uvedené v tab. 4.4.

Pri porovnaní vzoriek, ktoré mali rovnakú vstupnú vlhkost', vzorky ošetrené 6% Ca(OH)<sub>2</sub> majú najmenšiu vlhkost' viac ako v 50% testovaných prípadov. Z porovnania vzoriek BSS so vzorkami BSS\* vyplýva, že s dvojnásobným zvýšením množstva prípravkov Consolid 444 a Solidry sa vlhkosť vzoriek v jednotlivých testovacích prípadoch mierne znížila okrem vzoriek BSS\* nepríkrytých po 28 dňoch a po saturácii, kedy nastalo cca 1,4-násobné zvýšenie ich vlhkosti.

Tab. 4.4

#### Stav vlhkosti w [%]

VZORKA	po zhutnení	po 28 dňoch prikrytá	po 28 dňoch nepríkrytá	po saturácii prikrytá	po saturácii nepríkrytá	Po Zmrzovaní
Neošetrená	27,18	x	x	x	x	26,52
3% Ca(OH) <sub>2</sub>	15,59	14,77	2,33	19,98	21,54	17,30
6% Ca(OH) <sub>2</sub>	15,21	14,99	4,19	24,05	24,55	19,04
6% Ca(OH) <sub>2</sub> #)	25,83	22,07	4,40	27,26	22,84	25,14
9% Ca(OH) <sub>2</sub> #)	25,90	22,13	8,69	25,87	23,48	28,31
BSS #)	27,68	27,89	3,31	28,10	24,02	29,58
BSS* #)	26,86	26,80	4,60	27,24	27,74	27,76

#### 4.3. Objemové zmeny po saturácii

Hodnoty objemových zmien (zdviarov) jednotlivých porovnávaných vzoriek po ich saturácii sú uvedené v tab. 4.5.

Tab. 4.5

#### Hodnoty zdviarov po saturácii

Vzorka	neošetrená	3%Ca(OH) <sub>2</sub>	6%Ca(OH) <sub>2</sub>	6%Ca(OH) <sub>2</sub>	9%Ca(OH) <sub>2</sub>	BSS	BSS*
Zdvh [mm]	4,38	0,75	0,60	0,30 <sup>#)</sup>	0,09 <sup>#)</sup>	1,09 <sup>#)</sup>	0,51 <sup>#)</sup>

Zo vzájomného porovania vzoriek ošetrenými jednotlivými stabilizátormi vyplýva, že so zvyšujúcim sa množstvom stabilizátora a vstupnej vlhkosti dochádza pri saturácii vzoriek k redukcii objemových zmien (napučiavania). Odolnosť vzoriek ošetrených vápenným hydrátom pri pôsobení vody je v porovnaní ku vzorkám ošetrených systémom CONSOLID 1,8 až 5,6- násobná v závislosti od množstva použitého stabilizátora.

#### 4.4. Objemové zmeny pri zmrazovaní

Hodnoty nameraných priemerných zdviarov pri zmrazovaní u jednotlivých testovaných vzoriek ošetrenej zeminy sú uvedené v tab. 4.6.

Tab. 4.6

#### Hodnoty zdviarov pri zmrazovaní

Vzorka	Neošetrená	3%Ca(OH) <sub>2</sub>	6%Ca(OH) <sub>2</sub>	6%Ca(OH) <sub>2</sub>	9%Ca(OH) <sub>2</sub>	BSS	BSS*
zdvh [mm]	3,1	0,5	1,0	1,4 <sup>#)</sup>	1,3 <sup>#)</sup>	2,0 <sup>#)</sup>	1,7 <sup>#)</sup>

Z tab. 4.6. je zrejmé, že najmenší priemerný zdvh pri zmrazovaní sa nameral pri vzorke ošetrenej 3% Ca(OH)<sub>2</sub>. Ak porovnáme vzorky s rovnakou vstupnou vlhkosťou zistíme, že zvýšením množstva použitého stabilizátora klesá hodnota zdvihu pri zmrazovaní, t.j. namízavosť ošetrenej zeminy a zároveň stúpa hodnota únosnosti po zmrazovaní.(vid' tab. 4.1.). Výnimkou je prípad, keď pri vstupnej vlhkosti zeminy cca 17,2% zvýšením množstva vápenného hydrátu z 3% na 6% sa zhorší spracovateľnosť, a tým aj únosnosť ošetrenej zeminy, nakoľko vlhkosť stabilizovanej zeminy jej pod optimálnu hodnotu. Táto skutočnosť má za následok zvýšenie prieplustnosti stabilizovanej zeminy a schopnosti prijať následne vodu, čo sa následne prejaví zvýšením jej namízavosti.

## 5. ZÁVER

Pre porovnanie účinnosti obidvoch technologických postupov stabilizácie neúnosnej zeminy pláne boli zistované hodnoty únosnosti CBR, objemové zmeny (zdvihy) po saturácii i zmrazovaní a vplyv stabilizátora, jeho množstva a času pôsobenia na zmeny vlhkosti ošetrenej zeminy. Z prezentovaných výsledkov vyplýva, že ak sa ošetrí zemina s optimálnou vlhkosťou

vápenným hydrátom najlepšie výsledky sa prevažne dosiahnu pri 3% aplikácii vápenného hydrátu, čo pre daný typ zeminy a vlhkost' je jeho optimálne dávkovanie. Vyššie množstvo vápenného hydrátu má pozitívny vplyv na zväčšenie odolnosti stabilizovanej zeminy voči pôsobeniu vody a mrazu, čo sa prejavilo vo väčšine testovaných prípadov vyššími dosiahnutými hodnotami únosnosti a menšími hodnotami objemových zmien po saturácii a zmrazovaní ošetrených vzoriek.

Ak sa stabilizovala vytipovaná neúnosná zemina pláne pri jej zvýšenej vlhkosti (cca 50%  $w_L$ , t.j.  $w = 27,5\%$ ), zvýšená vlhkosť mala vplyv na pokles únosnosti CBR pri aplikácii 6%  $\text{Ca(OH)}_2$  ako aj pri stabilizácii prípravkami systému CONSOLID, kedy sa preukázalo, že so zvyšujúcou sa vlhkost'ou zeminy klesá účinnosť stabilizátorov.

Výsledky únosnosti korenšpondujú s dosiahnutými hodnotami objemových zmien (zdvihov) pri saturácii a zmrazovaní, keď zvýšené množstvo stabilizátora spôsobilo vyššiu odolnosť ošetrenej zeminy pri obidvoch technologických postupoch. Aj v prípade zvýšenej vstupnej vlhkosti zeminy sa prejavili tendencie získané pri testovaní únosnosti stabilizátorov na zemine s optimálnou vstupnou vlhkost'ou, keď aj z hľadiska únosnosti a odolnosti voči pôsobeniu vody a mrazu, klasická technológia stabilizácie neúnosnej ilovitej zeminy pomocou vápenného hydrátu bola vo všetkých cykloch výrazne účinnejšia.

Z hľadiska univerzálnej účinnosti stabilizácií (vo všetkých testovaných prípadoch) možno jednoznačne doporučiť pre daný typ zeminy klasický spôsob stabilizácie, pričom pre testovaný typ zeminy pri jej optimálnej vlhkosti  $w_{opt}$  sa ukazuje ako postačujúce množstvo vápenného hydrátu v 3% objemovej hmotnosti, pri zvýšenej vlhkosti až 8%-9% vápenného hydrátu..

Skúmaním percentuálneho množstva vápenného hydrátu a prípravkov systému CONSOLID na jednotkovú hmotnosť sušiny testovanej neúnosnej zeminy sa opäť preukázala potreba znalosti optimálneho množstva stabilizátora nielen pre daný typ zeminy, ale aj vzhľadom na jej vlhkosť pred aplikáciou stabilizátora.

Z prezentovaných výsledkov vyplýva, že nová technológia stabilizácie neúnosných jemnozemných zemin sa nedá efektívne využiť pre zlepšenie ich fyzikálno-mechanických vlastností nielen pri optimálnej vstupnej vlhkosti zeminy, ale ešte výraznejšie pri ich vysokej vstupnej vlhkosti.

Rozhodujúcim faktorom pre aplikáciu tohto stabilizátora je nielen jeho účinnosť, t.j. dosiahnuté hodnoty únosnosti, odolnosti voči vplyvu vody a mrazu, ale aj cena pre zriadenie stabilizovanej vrstvy zemnej pláne a životnosť stabilizovanej vrstvy. Na základe súčasného stavu poznania, kedy finančné náklady na zriadenie stabilizácie pomocou prípravkov systému CONSOLID, ako aj výsledky sledovaných parametrov aplikácie systému CONSOLID, ktoré sú v porovnaní so stabilizáciou pomocou vápenného hydrátu nepriaznivejšie, práve otázka životnosti môže mať dôležitú úlohu. Len keď sa preukáže vyššia životnosť zeminy stabilizovanej prípravkami systému CONSOLID, len potom možno prípadne považovať tento technologický postup za určitých podmienok ako ekonomický a progresívny.

## LITERATÚRA

1. Dušek L.: Návrh zkušebního programu, Swiss Centrum Prostějov, 1992,
2. STN 72 1016 Laboratórne stanovenie pomeru únosnosti zemín (CBR), 1968,
3. STN 72 1191 Skúšanie miery namržavosti zemín, 1988,
4. Predpis S4 ČSD „Železničný spodok“. NADAS Praha, 1988.

**Abstract**

V príspevku je na príklade charakteristického neúnosného typu zeminy a na základe výsledkov laboratórnych skúšok vykonané na vytipovanej neúnosnej zemine pláne porovnanie aplikácie klasického postupu stabilizácie pomocou vápenného hydrátu a nového technologického postupu pomocou prípravkov systému CONSOLID. Pre vzájomné porovnanie, ako základné kritérium, boli použité výsledky skúšok CBR, zaznamenané zmeny vlhkosti a objemové zmeny (zdvihy) pri saturácii, resp. pri zmrazovaní na jednotlivých vzorkách zeminy (prikytých a neprikytých). Výsledkom tohto porovnania pre testovaný typ zeminy (il so strednou plasticitou) je jednoznačné uprednostnenie klasického technologického postupu.