

Ing. Evžen Pichler, CSc., Výzkumný ústav pro hnědé uhlí, a.s., Most

Experimentální ověření zpevňovacích podkladních systémů vozovek

Experimentale Überprüfung der verfestigten Unterbauten von Straßensystemen

Nach der Bearbeitung der Projekte für die Aufbereitung der Verkehrswege mit geniedrigter Tragfähigkeit des Liegenden durch deren Aussteifung mit dem Zellensystem GEOWEB, wurden nach festgelegtem Vorgang die Probenabschnitte gebaut. Im Zeitraum von 24. bis 25. 09. 1997 ging es um einen 150 m langen Versuchsabschnitt auf der Kippe des Tagebaues Tschechoslowakische Armee und in Tagen von 01. bis 03. 10. 1997 wurden weitere Probenabschnitte um eine Gesamtlänge von 275 m im Tagebau Vršany aufgebaut. Gleichzeitig wurden statische Belastungsproben auf den nicht verfestigten, verfestigten durch das Ausbausystem GEOWEB und auf Kontrollstellen durchgeführt. Aufgrund der Ergebnisse dieser Prüfungen wurde die Leistungsfähigkeit des Ausbaus ausgewertet und die günstigste Straßenkonstruktion vorgeschlagen. Nach einer zweijährigen Überwachung und Bewertung von Störungen direkt in Versuchsabschnitten wurde die störungslose Funktion der Straßen bestätigt. Es wird empfohlen, das verfestigte Zellensystem zum Aufbau von Verkehrswegen auf wenig tragfähigen Unterbauten mit erforderlicher längeren Lebensdauer einzusetzen.

Experimental verification of traffic road foundation system

After working out the projects for conditioning of roads with decreased bearing capacity of the bottom course by stiffening them with the cell system GEOWEB, testing sections were built according to a rated way. On September 24th and 25th 1997, it was a 150m long testing system on the dump bank of the open mine ČSA, and on October 1st to 3rd 1997, another testing sections in the total length of 275m in the open mine Vršany. Hand in hand with these conditionings, static loading tests were carried out on

unconsolidated sections, the sections stiffened by the stiffening system GEOWEB and on the check points. Stiffener efficiency was evaluated on the basis of the loading tests and the most suitable road construction was proposed. After the two-year period of monitoring and evaluation of displacements directly in the testing sections and also outside the testing sections, the trouble-free function of the tested traffic roads was confirmed. The stiffening cell system is recommended to be used for building of traffic roads on the bottom courses with a low bearing capacity where longer service life is required.

Экспериментальная проверка систем упрочнения подкладки проезжих частей дорог

После разработки проектов по приспособлению транспортных дорог с пониженной несущей способностью непосредственного основания путем их закрепления клеточной системой GEOWEB, были установленным способом построены экспериментальные участки дорог (24-25 сентября 1997 г. испытательный участок длиной 150 м на вскрышном отвале разреза им. Чехословацкой Армии и 1-3 октября 1997 г. дальнейшие испытательные участки общей длиной 275 м на разрезе Вршаны). Одновременно статические испытания нагружения были проделаны на: неупрочненных участках, на участках упрочненных системой крепления GEOWEB и на контрольных пунктах. На основе испытаний была дана оценка КПД крепления и предложение самой пригодной конструкции проезжей части дороги. После двух лет следений и оценок дефектов непосредственно на испытательных участках и помимо них, была утверждена безотказная функция дорог. Клеточная система упрочнения рекомендуется для строительства производственных дорог веденных на подкладках с меньшей

несущей способностью и требующих повышенной долговечности.

Experimentální ověření zpevňovacích podkladních systémů vozovek

Po zpracování projektů na úpravu komunikací se sníženou únosností podloží jejím vyztužením buňkovým systémem GEOWEB, byly stanoveným způsobem vybudovány zkušební úseky. Ve dnech 24. a 25. 9. 1997 to byl 150 m dlouhý zkušební úsek na výsypce lomu ČSA a ve dnech 1. až 3. 10. 1997 další zkušební úseky v celkové délce 275 m na lomu

Vršany. Zároveň byly provedeny statické zatěžovací zkoušky na úsecích nezpevněných i zpevněných výztuhovým systémem GEOWEB a na kontrolních stanovištích. Na jejich základě byla zhodnocena účinnost výztuhy a navržena nejvhodnější konstrukce vozovky. Po dvouletém sledování a hodnocení poruch přímo ve zkušebních úsecích i mimo ně, byla potvrzena bezporuchová funkce vozovek. Buněčný zpevňovací systém se doporučuje používat pro výstavbu provozních komunikací na málo únosných podkladech s potřebnou delší životností.

Při výstavbě komunikací v báňském provozu s delší dobou životnosti se setkáváme s nízkou únosností podkladních vrstev. Zvýšení únosnosti se často řeší opakovaným navyšováním mocnosti konstrukčních granulátových vrstev, což zvyšuje spotřebu disponibilních podsypových hmot. V současné době je využívání tradičních vypálených jílu vázáno jejich omezeným výskytem a používá se místních nebo často dovezených recyklovaných materiálů a upravených produktů spalování z odsířených elektráren.

Na lokalitách lomů ČSA a Vršany se využívá jako podsypových materiálů do konstrukčních vrstev provozních vozovek zejména netříděného kameniva z lokality kamenolomu I – Konobříže. Ale v podmínkách nízké únosnosti nadložních hornin a výsypkových těles mají takto zpevněné cesty nízkou životnost a zvyšují se u nich nároky na jejich údržbu. Navíc konstrukční vrstvy z kameniva nepřevrstvené krycími vrstvami zvyšují opotřebení pneumatik a snižují dopravní výkony.

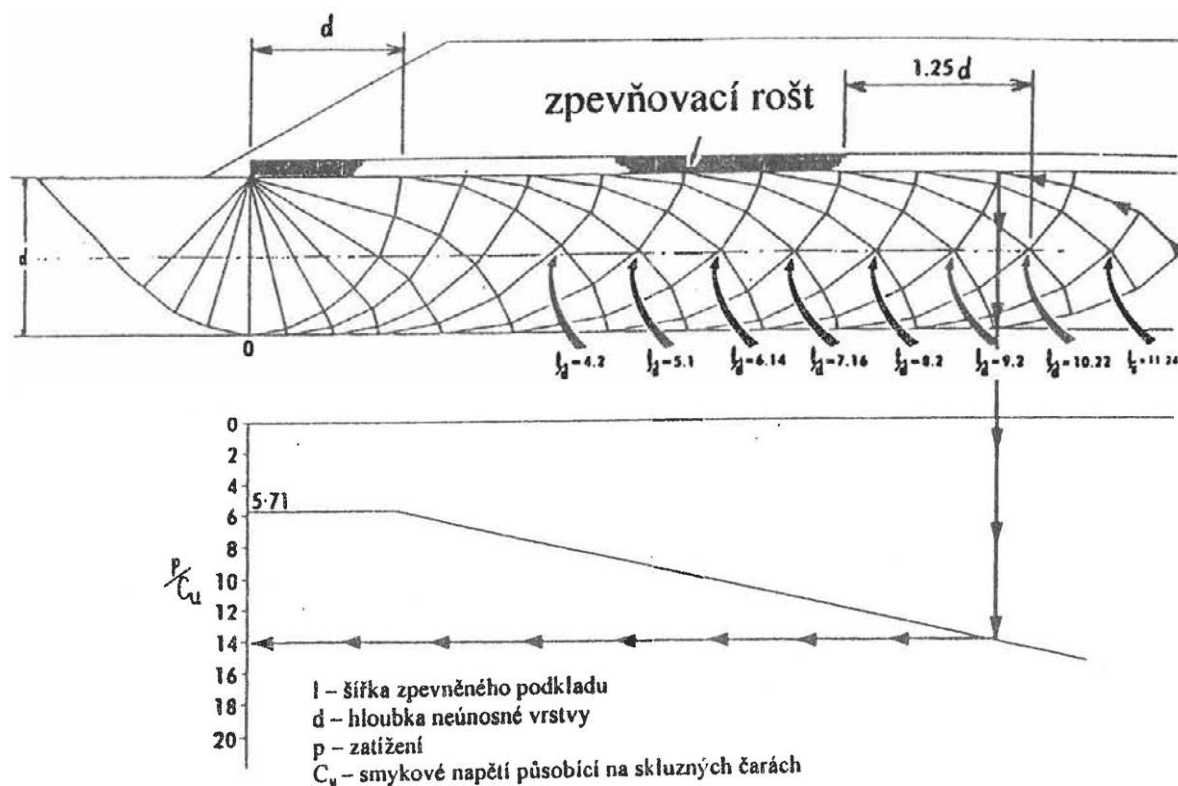
Nejvyšší četnost poruch na provozovaných důlních vozovkách zaznamenáváme v podobě podélných vln, vyjetých kolejí, nepravidelných hrbolů a zejména výtluků. Vzácné nejsou plošné deformace a prolomení vozovky vznikající následkem cyklického zatěžování konstrukčních vrstev a jejich podkladů. Příčinou bývá ztráta únosnosti, zvodnění a nehomogenní podloží, poddimenzovaná a nehomogenní (navyšovaná a rozšiřovaná) vozovka. Nepříznivým projevem deformace vozovky jsou podélné vyjeté koleje a hrboly jako následek vytlačení neúnosného podkladu. Z hlediska mechanismu porušování jde tedy o konstrukční poruchy.

Zpevňovací systémy geočlánekových základových výztuží dnes patří k prakticky osvědčeným aplikacím zejména v železničním a silničním stavitelství, tedy při zpevňování podkladních vrstev, které jsou namáhány cyklicky. Neustále opakované zatěžování silničními vozidly zvyšuje boční tlak, což vede často k prolomení a plošným deformacím vozovky. Geočlánekové základové výztuže jsou schopny tento nepříznivý proces omezit a zvýšit užitečnou nosnost vybudovaných komunikací pro nákladní automobilovou dopravu. Geočláneková výztuž může být aplikována do neúnosné vrstvy, kde poměr šířky vozovky k hloubce neúnosné vrstvy není větší než 4. Má voštinovou strukturu složenou z navzájem propojených článků. Tyto články jsou vyráběny z polymerové mřížkové výztuže, které se vyplňují granulovaným materiálem a zabudují se do základu vozovky. Takový zpevňující systém vytváří:

- rozhraní mezi neúnosným podkladem a granulátovou výplní
- tuhou vrstvou zajišťující rovnoměrné rozložení zatížení přenášené do neúnosného podkladu

Zpevňující výztuž vozovek tedy omezuje deformační mechanismus, který vzniká působením zatížení v neúnosném podkladu. Výztuž účinně stáčí směr vertikální síly až o 45° , směřující do základové roviny. Rozložení silového pole vytváří takový systém skluzných ploch v základové hornině, který zvyšuje její únosnost.

Řešení únosnosti může být prováděno metodami plasticity používanými při lisování materiálů. Analogie chování neúnosné zeminy a lisování materiálů použil Prandl ve svých teoretických analýzách. Skluzový systém, vyjadřující kompresi mezi tuhými rovinami konečné šířky, uplatňuje Robertson [1]. Protože podložní tuhá zemina je obvykle nekonečného rozsahu a spodní část skluzných ploch musí být omezena, prodloužil Jenner [2] skluzné pole podle obr. 1. Uvedení autoři prokázali, že základová půda se dostane nejdříve do plastického stavu na okrajích vozovky. V návaznosti na zvyšování mocnosti konstrukčních vrstev se plasticitní stav rozšiřuje do středu vozovky. Zatížení základu se dá vypočítat podle uvedeného znázorněného napětového pole. Používá se 15° hustota skluzových čar. Únosnost od okraje ke středu vozovky je definována poměrem šířky zpevněného podkladu k hloubce neúnosné vrstvy.



Obr. 1 Napětové pole v podkladní vrstvě komunikace

Použitý zpevňovací systém

Ve stavebním průmyslu se úspěšně představila nová kategorie geosyntetických materiálů, tzv. GEOWEB. Jde o polymerové lehké materiály, které výrazně zlepšují vlastnosti používaných stavebních materiálů. Tyto materiály se sestavují z plochých

pásů spojených paralelně podél sebe, které se ultrazvukově svařují do potřebných délek nebo ploch. Do voštinové struktury geomateriálů je možné aplikovat vybraný výplňový materiál, který je po zhuštění v jednotlivých buňkách uzavřen. Tato zvláštní struktura propůjčuje krycí konstrukční vrstvě soudržnost, čímž se zvyšuje její pevnost a tuhost. Rozsáhlé provedené testy na vzorcích sekce – zemina prokázaly zdánlivé hodnoty soudržnosti od 150 do 190 kPa. Standardní sekce měří 2,44 x 6,10 m po rozbalení. Podle velikosti zatížení se používají tloušťky 203, 152 a 102 mm.

Uvedený efekt výztuhy zeminy spočívá:

1. V podpovrchovém omezení vývoje skluzových ploch.
Zabráněním vývojem skluzových ploch blízko povrchové zóny se přenáší zatížení do hlubších únosnějších vrstev. Dalším přínosem je, že vertikální napětí, působící na zeminovou výplň, redukuje horizontální aktivní napětí na obvodu vrstvy a tak převádí zatížení do struktury zpevňovacího prvku.
2. Zpevňováním základových vrstev při cyklickém namáhání.
Neustálé opakované zatěžování kolovými vozidly vyvolává boční tlak a interní stranovou kompresi a tím laterální rozložení napětí. Jako u každého jiného geomateriálu je vyšší tuhost a ohybová odolnost dosahovaná větší tloušťkou této výztuhy. GEOWEB je schopen tento nepříznivý proces omezit a zvýšit životnost takto namáhaných vozovek.

Výhradním dovozcem GEOWEB pro zpevňování podloží a zabránění půdních erozí pro ČR a SR je SALEM TRADE, spol. s r.o., Přemyslovců 45, Ostrava, 709 00, tel. 069/6620879.

Technicko-ekonomické parametry

V období projektování zkušebních úseků v roce 1997 byl firmou SALEM TRADE, spol. s r.o., nabízen tento omezený sortiment:

Výrobní kód	GW - A8 - 30	GW - A6 - 30	GW - A4 - 30	GW - A3 - 30
Výška buňky [mm]	203	152	102	76
Hmotnost sekce na palety [kg]	10/519	12/469	20/519	26/507
Pevnost v tahu [N]	2000	1420	1000	710

Na zkušebních úsecích byly použity tyto typy:

GEOWEB GW8 – 366 m²

GEOWEB GW6 – 549 m²

GEOWEB GW4 – 549 m²

Konstrukční podkladní vrstvy komunikací se navrhly pro požadovanou únosnost, vyjádřenou modulem přetvárnosti v daném rozmezí napětí, podle ČSN 72 1006 Kontrola zhuštění zemin a sypanin. Při kontrole statickou zatěžovací zkouškou se za směrné hodnoty kritéria únosnosti používá poměr modulů přetvárnosti z druhého a prvního zatěžovacího cyklu a hodnoty modulů přetvárnosti stanovených z druhého zatěžovacího cyklu, které jsou uvedeny v tabulce pro jednotlivé druhy zemin a požadovanou míru zhuštění.

Směrné hodnoty nejmenší míry zhutnění pro pozemní komunikace

Druh zeminy	$E_{\text{def.2}}$ $E_{\text{def.1}}$	Požadovaná míra zhutnění	Těleso násypu $E_{\text{def.2}}$ [MPa]	Podloží násypu $E_{\text{def.2}}$ [MPa]
Jemnozrná (F)	2,5	D	92	20
			95	
Hrubozrná (S,G)	2,2	I_D	0,7	45
			0,8	

Měřené hodnoty modulů přetváření se vztahují buď na úroveň povrchu konstrukčních vrstev nebo v úrovni podložky (pláně), na které se zakládají konstrukční vrstvy nebo podsypový materiál. Rozhodující pro posouzení účinnosti zpevňujícího prvku je vlastní zemní plán, na které se zjišťuje modul přetvárnosti v MPa na základě statické zatěžovací zkoušky tuhou kruhovou deskou o průměru 357 mm.

Zemní plán s nízkou únosností ($E_{\text{def}} = 10 - 20$ MPa) lze zvýšit výztužnou geotextilií nebo geomříží, která se ukládá na zemní plán a na ni se zřizuje podkladní (roznášecí) vrstva. Na zkušebních úsecích nebyla tato možnost aplikována, výrazně neúnosné úseky byly upraveny a zpevněny vypáleným jílem (ČSA) nebo šterkem (HR).

Předpokládané zvýšení únosnosti podkladních vrstev vozovky geobuněkovým systémem GEOWEB je tedy prověřována metodou statické zatěžovací zkoušky podle:

- konstrukce geobuněk (jejich výška)
- mocnosti a druhu použitého materiálu do konstrukčních vrstev
- úpravy (hutnění) zemní pláně

Zkušební úseky komunikací

Směrné úseky úpravy komunikací, které byly opatřeny zpevňovacím systémem GEOWEB:

- vozovka ČSA podél PD 34 na výsypku OM s voštinovou strukturou GEOWEB A8 – 203 v délce 100 m;
- vozovka HR – 1. úsek zpřístupňující skryvkovou frontu k PD 214 s voštinovou strukturou GEOWEB A6 – 152, v délce 150 m;
- vozovka HR – 2. úsek sjezdu na I. skryvkový řez k PD 214 s voštinovou strukturou GEOWEB A4 – 102, v délce 150 m.

Podrobný postup úpravy komunikací opatřených zpevňovacím systémem GEOWEB je uveden ve zprávě VÚHU [3]. V tomto příspěvku se omezujeme na prezentaci snímků z vybudovaných úseků vozovek z pokládky a zavázení zpevňujícího systému GEOWEB (obr. 2) a z rozhrnování, hutnění a přivlhčování konstrukčních a krycích vrstev vozovek (obr. 3).

Kontrola míry zhutnění statickou zatěžovací zkouškou se provádí podle zásad uvedených v ČSN 73 6190 a podle ČSN 72 1006 Kontrola zhutnění zemin a sypanin, vydané ve 12/1998 (v době měření se používala norma ČSN 72 1006 vydaná v 1/1994).

Měření se provádělo statickou zatěžovací jednobodovou deskou o $\varnothing$ 357 mm, ukládanou na vodorovný podklad. Pracovním hydraulickým válcem zapřemým o nosník

zátěže (plně naložený valník) se vyvodí příslušné zatěžovací a odlehčovací stupně. Snímač sedání na Al můstku se propojuje s elektrickou jednotkou, tiskárnou a zdrojem elektrického proudu. Průběh zkoušky je řízen softwarem verze 1.6 programem „Statická zatěžovací zkouška“, který zaznamenává měření a zároveň vyhodnocuje zkoušku.

Zatěžování probíhá ve dvou cyklech po zatěžovacích stupních 50, 100, 200 a 300 kPa a odlehčovacích 100, 50 a 0 kPa. Z prvního zatěžovacího cyklu se určí modul přetvárnosti $E_{\text{def.1}}$, z druhého $E_{\text{def.2}}$ (viz ukázka výstupního protokolu o zkoušce).

Ukázka výstupního protokolu o zkoušce, který se tiskne přímo v terénu.

Adresa firmy:		Číslo zkoušky: 1/97	
		Datum: 12.10.1997	
Záznam o statické zatěžovací zkoušce			
Postup podle ČSN 72 1006 příloha A, 1998. Použito zařízení s deskou o průměru 357 mm.			
Místo: Důl Jan Šverma Přijezdová účelová komunikace ke K54			
Stančení: 500 m od počátku (suchý povrch) Umístění zkoušky: povrch konstrukční vrstvy komunikace ze zhuštěného granulátu			
Počasí: polojasno			
Teplota [°C]: 10			
Materiál: 0.2			
Kontaktní napětí σ [MPa]		Sedání sídla desky s [mm]	
0.00		0.00	
0.07		0.37	
0.14		0.68	
0.21		0.94	
0.29		1.21	
0.36		1.43	
0.43		1.65	
0.50		2.30	
0.29		2.07	
0.14		1.85	
0.00		1.14	
0.07		1.50	
0.14		1.72	
0.21		1.87	
0.29		2.02	
0.36		2.14	
0.43		2.21	
Výsledky zkoušky: zatěžovací větve			
σ_{max} [MPa]		1. 0.50	2. 0.43
s_1 [mm/MPa]		2.105	4.372
s_2 [mm/MPa]		3.439	-4.655
E_{def} [MPa]		70.0	113.0
$E_{\text{def.2}} / E_{\text{def.1}}$ [1]		1.61	
Poznámka: Vyhovuje.			
Měřil: Ing. Schmidt			

Výsledky zatěžovacích zkoušek zkušebních úseků

Statické zatěžovací zkoušky byly provedeny na úsecích nezpevněných, zpevněných a vyztužených systému GEOWEB a na kontrolních stanovištích samotného výsypkového tělesa zkušebního úseku ČSA. V případě vozovky HR za referenční stanoviště sloužila podkladní vrstva, zhuštěná pláň, před pokládkou konstrukčních vrstev. Hodnoty modulů přetvárnosti z druhého zatěžovacího cyklu a poměru $E_{\text{def.2}}/E_{\text{def.1}}$ se konfrontují se směrnými hodnotami dosažené míry zhuštění pláně. Při požadované míře zhuštění $D = 92\%$ PS, odpovídající naměřeným hodnotám na tělese výsypky, by měla být dosažena nejmenší míra zhuštění povrchu zpevněné pozemní komunikace $E_{\text{def.2}} = 20 - 30$ MPa. Míru zpevnění pak můžeme vyjádřit jako poměr modulu přetvárnosti naměřeného na zpevněném podkladu GEOWEB vůči referenčnímu stanovišti, odpovídajícímu provozované komunikaci bez zpevnění.

Obr. 2



Pokládka a zavážení zpevňujícího systému GEOWEB



Obr. 3



Rozhrnování, hutnění a přivlhčování konstrukčních vrstev vozovky



Zároveň s prováděným měřením byly zjišťovány poruchy z hlediska provozních funkcí vozovky a její únosnosti podle Katalogu poruch netuhých vozovek, vydaného Ministerstvem dopravy ČR, jako technické podmínky pro zařazení, sběr a využití poruch k navrhování údržby a oprav netuhých vozovek pozemních komunikací, dopravních a jiných ploch zatěžovaných provozem nekolejových vozidel a klimatickými účinky. Tyto technické podmínky TP 82, vypracované ve 4/1996, jsou závazné pro veřejné komunikace. Pro účelové komunikace dočasného charakteru, jakými jsou provozní komunikace na povrchových lomech, je výhodné jejich použití pro klasifikaci poruch. Všechny poruchy vozovek zvyšují náklady na provoz, údržbu a opravu, případně rekonstrukci vozovky.

Výsledky provedených zkoušek na úseku vozovky ČSA

Staničení PD 34	Konstrukce nezp./zp./vyzt.	Vrstvy 1 až 4	$E_{def.2}$ [MPa]	Konečný přrůstek deformace [mm]	Míra zpevnění	Poruchy
PD 34-191	nezpevněná	- 20 cm kameniva Nezhutněná	0	0	-	plošná deformace prolomení vozovky
PD 34-210	zpevněná	10 cm kameniva 20 cm škváry zhutněná pláň	47,4	3,44	1,35	místní pokles plošná deformace
PD 34-194	zpevněná vyztužením	10 cm kameniva 30 cm škváry zhutněná pláň	67,2	1,97	1,92	-
PD 34-189	zpevněná	10 cm kameniva 5 cm drtě 0/8 25 cm škváry zhutněná pláň	73,3	0,14	2,09	-
PD 34-28	zpevněná vyztužením	10 cm kameniva 5 cm drtě 0/8 20 cm škváry zhutněná pláň	76,8	1,76	2,19	-
PD 34-19	zpevněná vyztužením	10 cm kameniva 5 cm drtě 0/8 20 cm škváry zhutněná pláň	89,6	1,96	2,56	-
PD 34-35	zpevněná	30 cm kameniva zhutněná pláň	44,8	2,09	1,28	místní pokles plošná deformace

Konstrukční vrstvy uvádíme v pořadí krycí, podkladní a podložní. Krycí vrstvou vozovky byla šterková drť 0/8 mm. Deformace vozovky jsou vyjádřeny místním poklesem, podélným hrbolem, plošnou deformací vozovky a prolomením vozovky.

Výsledky provedených zkoušek na úseku vozovky HR

Staničení [km]	Konstrukce nezp./zp./vyzt.	Vrstvy 1 až 4	E _{def.2} [MPa]	Konečný přírůstek deformace [mm]	Míra zpevnění	Poruchy
0,023	zpevněná vyztužená	20 cm drtě 0/8 zhutněná pláň	45,7	1,82	1,35	-
0,064	zpevněná vyztužená	20 cm drtě 0/8 zhutněná pláň	47,4	1,22	1,40	-
0,091	zpevněná vyztužená	60 cm drtě 0/8 zhutněná pláň	76,8	1,67	2,28	-
0,107	zpevněná vyztužená	30 cm drtě 0/8 zhutněná pláň	80,6	1,64	2,39	-
0,145	zpevněná vyztužená	15 cm drtě 0/8 nezhutněná	35,8	1,89	1,06	-
0,200	zpevněná nevyztužená zvodnělý podklad	15 cm drtě 0/8 nezhutněná	12,6	1,74	-	místní pokles podélný hrbol
0,250	zpevněná nevyztužená zvodnělý podklad	15 cm drtě 0/8 nezhutněná	32,9	1,63	-	místní pokles podélný hrbol

Zhodnocení účinnosti výztuhy GEOWEB

Na výsypce v úseku vozovky ČSA byla prokázána míra zpevnění a tím stabilizace vozovky s použitím výztuhy s voštinovou strukturou GEOWEB A8-203 jako vyhovující, neboť zvyšuje modul přetvárnosti až dvojnásobně. Tímto způsobem zpevnění se tedy dosáhlo zvýšení únosnosti rovnající se ekvivalentně dvojnásobné tloušťce roznášecí vrstvy z podsypových materiálů, přičemž další navýšení vyplňového materiálu je již neúčinné. Zároveň byla prokázána vhodnost využívání náhradních podsypových hmot – granulátů s odpovídajícími fyzikálně-mechanickými parametry. Vyztužením vozovky se zvýší využitelný počet cyklického zatěžování při neměnné trvalé deformaci jejího povrchu. Po celou dobu sledování nebyly na krycí vrstvě vozovky a na jejím povrchu pozorovány žádné poruchy. V místech nájezdů opatřených pouze podsypovým materiálem byly pozorovány plošné deformace a docházelo k částečnému prolomení vozovky.

Na málo únosném terénu lokality Hrabák byla prokázána přijatelná účinnost výztuhy s voštinovou strukturou GEOWEB A6-152. Struktury GW A4-102 se ukázaly jako nevyhovující zejména v úsecích značně namáhaných v zatáčkách a na zcela neúnosném podkladu.

Životnost komunikací s výztuhou GEOWEB se předpokládá delší než u vozovek stávajícího provedení z podsypových materiálů. Snížení mocnosti vyplňových materiálů se ukázalo jako přijatelné. Povrch komunikací, opatřený krycí vrstvou 0/8 mm upravenými popely, byl ve všech klimatických podmínkách bezprašný. Po celou dobu sledování nebylo třeba provádět žádnou údržbu, i v případě, že granulát nebyl převrstven krycí vrstvou jemné drtě 0/8 (obr. 4).

Obr. 4



zpevněné komunikace podél PD 34 na lomu Čs. armády
Zkušební úseky
zpevnění výjezdu z lomu Vršany

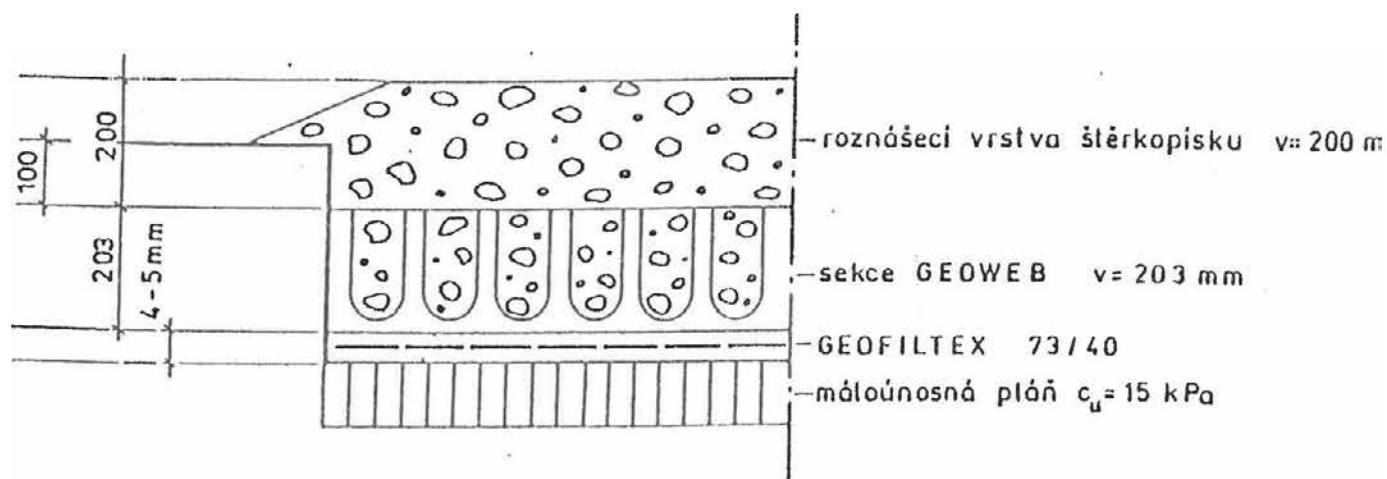


Výsledný návrh konstrukce vozovky

Provedenými experimenty byly ověřeny teoretické předpoklady:

- bez použití buňkového zpevňovacího systému GEOWEB by bylo nutné vybudovat silniční těleso o mocnosti $Z_u = 0,600 \text{ m}$;
- s použitím buňkového zpevňovacího systému GEOWEB vycházela celková mocnost granulátové vozovky $Z_G = 0,400 \text{ m}$.

Skladba konstrukce vozovky s použitím GEOWEBu je uvedena na obrázku 5.



Obr. 5 Skladba konstrukce stabilní vozovky

Optimální účinnosti a maximální redukce mocnosti roznášecí vrstvy je dosahováno umístěním GEOWEB co nejbližší povrchu a proto se doporučuje:

- a) na neúnosných podkladech použít buňky GW – A8-30 s celkovou konstrukční vrstvou 30 - 40 cm (20 - 30 cm zásyp + 10 cm převýšení)
- b) na málo únosném podkladu použít buňky GW – A6-30 s celkovou konstrukční vrstvou 25,0 cm (15 cm zásyp + 10 cm převýšení)
- c) Při použití náhradních podsypových hmot je nezbytná krycí vrstva vozovky

V případě, že podkladní vrstvy nevyhoví požadavkům na únosnost, určí se rozsah zhutnění podkladní vrstvy, potřebná míra zhutnění vybraných sutí do násypových těles a míra zhutnění vlastní konstrukční vrstvy. Zhutnění podkladu a konstrukčních vrstev vozovky se prokazuje mírou zhutnění $D = 96 \% \text{ PS}$.

Doporučuje se využívat disponibilních místních materiálů v konstrukčních vrstvách. Pro zvýšení tuhosti komunikace je vhodné použít do krycí vrstvy vozovky tříděné drti 0/8 mm.

Technologie výstavby vozovky je obdobná jako u dočasně stabilních vozovek. Pokládka zpevňovacího systému je zvládnutelná běžnými provozními prostředky dostupnými v báňském provozu. Nezbytnost použití geotextilie GEOFILTEX mezi plání a konstrukčními vrstvami nebyla ověřována.

Uvedený výzkum je podporován Grantovou agenturou ČR, řešeným projektem VÚHU, vedeným pod reg. č. 105/97/0943.