

Libor IŽVOLT

POUŽITIE NOVÝCH MATERIÁLOV A ZMESÍ DO KONŠTRUKCIE ŽELEZNIČNÉHO SPODKU

Streszczenie. W artykule przedstawiono możliwości zastosowania w budownictwie kolei materiałów wtórnych i odpadów przemysłowych. Szczególną uwagę zwrócono na materiały pozyskiwane w czasie czyszczenia podtorza linii kolejowych. Zaprezentowano maszynę, za pomocą której można uzyskać materiały wtórne z podtorza kolejowego, bez zawieszania ruchu. Z takich materiałów zbudowano odcinek linii kolejowej. W artykule przedstawiono wyniki badań eksploatacyjnych tego odcinka.

USING OF WASTE AND SECONDARY INDUSTRY PRODUCTS INTO CONSTRUCTION LAYERS OF THE RAILWAY FORMATION

Summary. In the paper, there are described the possibilities of using waste and secondary industry products, or materials obtained from the rail bed purifying into construction layers of the railway formation. There is presented the rescue machine, that can help to build the recyclable material of the rail grate. Consequently of the department of railway engineering and track management, which railway formation is built from the waste materials and so there are described present results from its observe.

1. ÚVOD

S rastúcim poznatkom významu železničného spodku pre zachovanie stability a geometrickej polohy jazdnej dráhy, a tým aj jej hospodárnosti, stúpajú požiadavky nielen na jej dostatočnú únosnosť, ale aj trvanlivosť a odolnosť materiálov konštrukčných vrstiev železničného spodku. Železničný spodok je preto nutné vybudovať tak, aby mohol prenášať účinky dopravného zaťaženia do podložia bez škodlivých, t.j. trvalých deformácií.

Pri nedostatočnej únosnosti zemnej pláne je možné túto požiadavku splniť napr. zabudovaním podkladovej vrstvy zo zmesí zrn minerálnych materiálov alebo výstužných (či všeobecne geotechnických) prvkov medzi zemnú pláň a koľajové lôžko. Materiály podkladových vrstiev musia pritom spĺňať konkrétne geotechnické požiadavky.

Je známe, že dlhodobá a rastúca spotreba tradičných stavebných materiálov viedla v ostatných rokoch k vyčerpaniu ich lokálnych zdrojov a tiež sú neustále silnejšie argumenty a tlaky (legislatívne štátom definované) na ochranu životného prostredia a zachovanie prirodzeného vzhľadu prírody. Na druhej strane sú produkované domáce a priemyselne odpady, resp. odpadové a recyklované materiály z údržby a rekonštrukcie dopravných a pozemných stavieb (v ďalšom texte len sekundárne materiály), ktorých odtransportovanie a uloženie je len ťažko zlučiteľné so zachovaním kvalitného životného prostredia. Je prirodzene snahou štátu, ale aj producentov, tieto sekundárne materiály aj ďalej uplatniť v stavebných technologických procesoch.

V predložennom príspevku sú z tohto pohľadu prezentované všeobecné a aj konkrétne požiadavky na tieto materiály a ich zdroje, technologické zariadenie pre zriaďovanie podkladových vrstiev zo sekundárnych materiálov a prvé výsledky i skúsenosti so sekundárnymi materiálmi, ktoré boli zabudované do konštrukcie železničného spodku na pokusnom úseku Katedry železničného staviteľstva a traťového hospodárstva Žilinskej univerzity.

2. POŽIADAVKY NA MATERIÁLY PODKLADOVÝCH VRSTVIEV

Vo všeobecnosti musia podkladové vrstvy v železničnom spodku plniť nasledovné úlohy :

- ◆ zaistenie únosnosti celého systému podvalového podložia v každom ročnom období. (úloha nosnej vrstvy),
- ◆ potrebnú ochranu namrzavej zemnej pláne pred škodlivými účinkami mrazu (úloha ochrannej vrstvy),
- ◆ zabránenie výstupu materiálu súdržného podložia do koľajového lôžka a zatlačaniu zín koľajového štrku do neúnosnej súdržnej zemnej pláne (úloha filtračnej vrstvy) a
- ◆ potrebnú ochranu zemnej pláne citlivej na pôsobenie vody pred atmosferickou (povrchovou) vodou (úloha tesniacej vrstvy).

Aby bolo možné splniť horeuvedené úlohy, musia sa vopred stanoviť a následne dodržať požiadavky na výber a kvalitu materiálov podkladových vrstiev, ako aj na ich zabudovanie, zhutnenie a kontrolu kvality vykonaných prác. Materiály, ktoré sa uvažuje použiť do konštrukčných vrstiev železničného spodku musia byť odolné voči zvetrávaniu, mrazu, objemovo stále ako aj odolné voči mechanickému namáhaniu.

Bez problémov sa dajú vo všeobecnosti použiť do konštrukcie podkladových vrstiev, bez ohľadu na hydrologické pomery a traťovo-technické požiadavky (zaťaženie, význam a rýchlosť trate), výlučne len štrkopiesky prirodzeného pôvodu. Tým nie je daná žiadna možnosť, aby sa diferencovane pristupovalo k návrhu železničného spodku v závislosti od vlastností podložia a traťovo-technických podmienok, a to pri možnosti využitia tiež neštandardného materiálu do podkladových vrstiev. Vzhľadom na potrebnú novelizáciu predpisu [1] by v tomto ohľade ako príklad mohla slúžiť novelizácia predpisu DB AG TL 918062 [2], v ktorom boli všetky horeuvedené skutočnosti a požiadavky akceptované.

2.1. Technické požiadavky na materiál podkladových vrstiev u DB AG

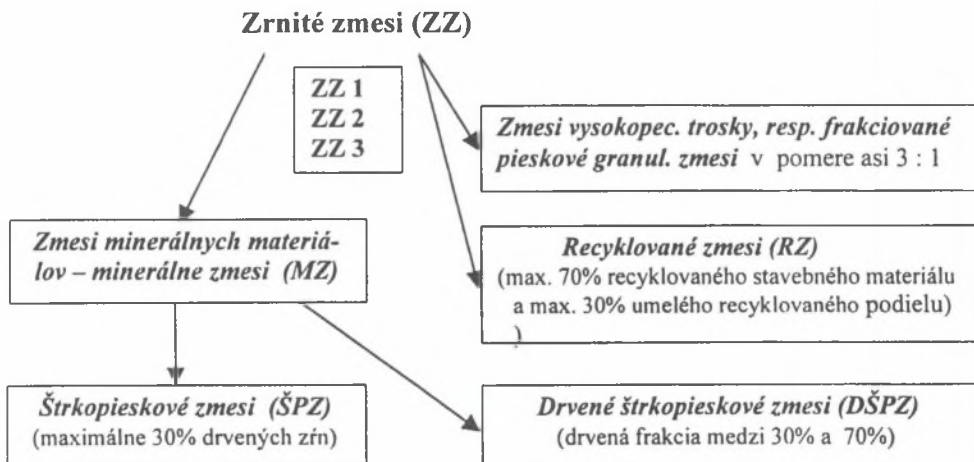
Pôvodný predpis TL 918062 vznikol v čase, keď použitie odpadových materiálov z výroby kameniva či priemyselnej výroby, resp. recyklovaných materiálov, zohrávalo v oblasti železničného staviteľstva bezvýznamnú úlohu. V novelizovanom predpise [2] bola už plne

akceptovaná požiadavka opätovného použitia, resp. zhodnotenia odpadových a recyklovaných materiálov. V citovanom predpise sú zreteľne formulované podmienky a požiadavky, za ktorých môžu aj tieto materiály dlhodobo garantovať dostatočnú stabilitu a únosnosť železničného spodku. Pritom pod pojmom recyklované materiály (RC-stavebný materiál) sa podľa [2] rozumejú také materiály, ktoré boli predtým už použité ako prirodzené alebo umelé stavebné hmoty v stmelenej alebo nestmelenej forme. Boli získané pri rekonštrukciách, demoláciách alebo banskej činnosti a upravené pre nové účely použitia.

K prirodzeným stavebným hmotám pritom počítame všetky RC-stavebné materiály, ktoré sa dajú vyrobiť úpravou prirodzených nedrvených a/alebo drvených minerálnych materiálov. Všetky ostatné RC-stavebné materiály sú umelé stavebné materiály (hmoty).

Z dôvodu zvýšeného použitia RC-stavebných materiálov ako aj vysokopecnej trosky a frakciovaných granulátov, doterajší zaužívaný pojem „zmes zŕn minerálneho materiálu“, resp. „minerálne zmesi“ už nie je vhodný a je zásadne nahradený novým pojmom „zrnitá zmes“. „Zrnitá zmes“ (ZZ) sa rozdelila podľa použitých materiálov na zmesi zŕn minerálneho materiálu (minerálne zmesi), recyklované zmesi alebo troskové, resp. frakciované granulátové zmesi. Zmesi zo zŕn minerálnych materiálov (MZ) sú zmesi z nedrvených a/alebo drvených minerálnych materiálov, ktoré sa ďalej ešte delia na štrkopieskové zmesi (ťažené štrkopiesky) a drvené štrkopieskové zmesi (drvené frakciované kamenivo). Recyklované zmesi (RZ) sú zmesi z recyklovaných stavebných materiálov a nedrvených a/alebo drvených prirodzených minerálnych materiálov. Zmesi vysokopecnej trosky, resp. frakciované granulátové zmesi sú zmesi z preosiatej a „vypratej“ vysokopecnej trosky, resp. frakciovaných granulátov s prímесou piesku. Štrkopieskové zmesi (ŠPZ) sú zmesi zŕn minerálneho pôvodu z drvených a/alebo nedrvených minerálnych materiálov. Drvené štrkopieskové zmesi (DŠPZ) sú zmesi minerálnych zŕn z nedrvených a drvených minerálnych materiálov.

Toto rozdelenie ako aj údaje o maximálnom podiele ďalšej frakcie v týchto zmesiach obsahuje obr. 1.



Obr. 1.
Fig.1.

Aby bolo možné diferencovane prispôsobiť vlastnosti zrnitých zmesí vlastnostiam podlažia, v novelizovanom TL 918062 sú prípustné tri rôzne zrnité zmesi s rozličnými požiadavkami a vlastnosťami.

Zrnitá zmes 1 – zodpovedá v podstate pôvodnej minerálnej zmesi. Číslo nerovnozrnatosti $U = d_{60}/d_{10}$ musí byť ≥ 15 a súčiniteľ priepustnosti k_{10} musí byť $\leq 1 \times 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$ pri stupni zhutnenia $D_{pr} = 1,00$. Pre zmesi vysokopecnej trosky, resp. frakcionované pieskové granulatové zmesi môže byť $k_{10} \leq 1 \times 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$, nakoľko tieto z dôvodu svojej pórovitosti majú vysokú schopnosť prijímať vodu. Zrnitá zmes 1 je nenamrzavá vtedy, ak činí podiel frakcie menšej ako 0,02 mm maximálne 3,0%- hmotnosti.

Nakoľko táto zrnitá zmes, kvôli svojmu relatívne vysokému podielu jemných častíc, vedie pri nevhodných poveternostných podmienkach a vysokej vlhkosti pri jej zabudovávaní neustále k ťažkostiam na stavbe, môže sa použiť len tam, kde je požadovaný jej utesňujúci účinok, t.j. kde musí byť zemná pláň, ktorá je citlivá na pôsobenie vody, chránená pred povrchovou vodou.

Zrnitá zmes 2 – musí mať tiež číslo nerovnozrnatosti $U = d_{60}/d_{10} \geq 15$ a súčiniteľ priepustnosti $k_{10} \geq 1 \times 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$ pri stupni zhutnenia $D_{pr} = 1,00$. Aby mohla byť splnená táto podmienka, museli by sa dodržať diferencované podmienky pre ťažené štrkopieskové zmesi, resp. drvené štrkopieskové zmesi. Zrnitá zmes 2 je nenamrzavá vtedy, keď podiel jemných zŕn menších ako 0,063mm činí maximálne 5,0%-hmotnosti. Pri dodržaní tejto požiadavky je zaručená u zrnitej zmesi 2 vysoká únosnosť, pričom stále zostáva priepustná.

Táto zrnitá zmes sa musí prednostne použiť v tých prípadoch, keď v podloží je priepustná zemina. Pri zabudovaní dvojvrstvovej podkladovej vrstvy môže vrstva sa zrnitej zmesi 2 v konštrukcii podvalového podložia plniť súčasne funkciu vrstvy, ktorá preruší vzlinanie a tvorí tým priepustné podložie.

Zrnitá zmes 3 – musí mať číslo nerovnozrnatosti $U = d_{60}/d_{10} \geq 6$. Zrnitá zmes 3 je nenamrzavá vtedy, ak podiel jemných častíc menších ako 0,063mm činí maximálne 5,0%-hmotnosti. Čo sa týka priepustnosti, nie sú stanovené žiadne špeciálne požiadavky. Túto zrnitú zmes sa predpokladá aplikovať do podkladových vrstiev málo zaťažených tratí a ako materiál pre ochranu zemnej pláne pred nepriaznivými účinkami mrazu.

Pre všetky uvedené zrnité zmesi sú stanovené predpísané medzné krivky zrnitosti, ktoré nesmú byť prekročené, aby bol zaručený predpoklad pre dobré vlastnosti podkladových vrstiev z hľadiska únosnosti a zhutniteľnosti. Pre preukázanie dostatočnej odolnosti voči mechanickej kontaktnej erózii na styku s koľajovým štrkom pri dynamickom zaťažení, musí byť v zrnitých zmesiach 1 a 2 priemer zrna $d_{85} > 10 \text{ mm}$ (d_{85} je priemer zrna pri 85% prepade určený z krivky zrnitosti). Pre zrnitú zmes 3 je nutné preukázať odolnosť voči kontaktnej erózii len vtedy, ak táto má priamy kontakt s koľajovým štrkom.

3. POKUSNÝ ÚSEK ŽILINSKEJ UNIVERZITY (ŽU) SO ZABUDOVANÝMI SEKUNDÁRNymi MATERIÁLMI V ŽELEZNIČNOM SPODKU

V Slovenskej republike, čo sa týka sekundárnych materiálov, sa v ostatných rokoch čoraz najstojčivejšie presadzuje požiadavka, minimalizovať náklady na ich likvidáciu. uskladňovanie a dopravu so snahou ich ďalšieho využitia pri stavebnej činnosti.

V júli 1996 bol vybudovaný pracovníkmi Katedry železničného staviteľstva a traťového hospodárstva Stavebnej fakulty Žilinskej univerzity pokusný úsek za účelom sledovania možnosti využitia týchto materiálov do konštrukcie železničného spodku [3]. Tento pokusný úsek, ktorého podkladové vrstvy sú vybudované zo sekundárnych materiálov, bol lokalizovaný priamo do žst. Ľubochňa, ktorá leží na hlavnej dopravnej tepne Železníc Slovenskej republiky (ŽSR) Bratislava – Žilina – Košice, a to do koľaje č. 2.

Budovaniu pokusného úseku predchádzalo na predmetnej koľaji, v rámci komplexnej rekonštrukcie koľaje, strojné čistenie koľajového lôžka. Časť odpadového materiálu z tohto technologického procesu (prepadový materiál na site čističky frakcie <32mm – výzisk z čistenia koľajového lôžka) a vysokopecná troska z neďalekých Kovohuti Istebné frakcie 0-4mm a 8-16mm boli použité buď samostatne alebo ako prímies do konštrukcie podvalového podložia na zriadenie podkladových vrstiev.

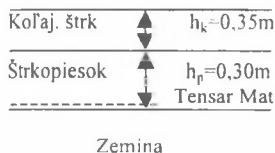
Pokusný úsek ŽU má celkovú dĺžku 100m a pozostáva z 5 skúšobných polí á 20m. Nadväzujúci traťový úsek („skúšobné pole“ *F*), ktorý má klasickú konštrukciu podvalového podložia (podľa [1] typ 3), bol pojatý do pokusného úseku ako porovnávacie skúšobné pole.

Zemnú pláň skúšobného aj príslušného traťového úseku tvorí ilovitá hlina. Pred vlastným budovaním podkladových vrstiev bola zistená jej únosnosť ($E_{def 2}$) pomocou statickej zaťažovacej skúšky, ktorá sa pohybovala od 13MPa do 29MPa, vodný režim v celom úseku bol určený ako nepriaznivý.

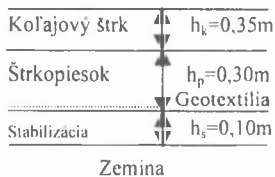
V skúšobných poliach *B* a *C* bola uplatnená technológia zvýšenia únosnosti zemnej pláne pomocou stabilizácie. Zemná pláň bola ošetrená v hrúbke cca 0.10m preparátni systému CONSOLID [4]. Na upravenú (vyspádanú) zemnú pláň bola položená v celom úseku rekonštruovanej trate a pokusného úseku, okrem skúšobného poľa *B* (s geomriežkou Tensar Mat), geotextília Tatrax PP 300. Odpadový materiál z čistenia koľajového lôžka frakcie 0-32mm bol premiešaný s vysokopecnou troskou (VPT) frakcie 0-4mm v pomere cca 4:1 a bol použitý na vybudovanie podkladovej vrstvy v poli *C* a *D*. Podkladovú vrstvu v poli *E* tvorí len VPT frakcie 0-16mm a podkladovú vrstvu v poli *A*, *B*, resp. porovnávacieho poľa *F* netriedený riečny štrkopiesok.

Prehľad o skladbe podvalového podložia jednotlivých polí pokusného úseku ŽU je znázornený na obr. 1.

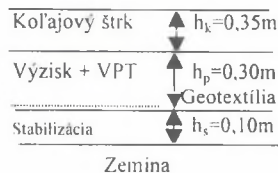
Pole A



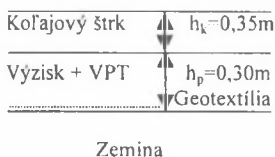
Pole B



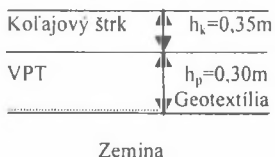
Pole C



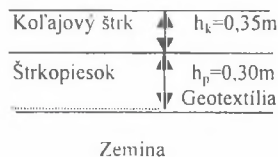
Pole D



Pole E



Pole F



Obr. 2.
Fig.2.

Doteraz boli na pokusnom úseku vykonané dve etapy meraní. **I. etapa** reprezentuje výsledky statických zaťažovacích skúšok na zemnej pláni, pláni železničného spodku (na podkladovej vrstve) a na koľajovom štrku (v úrovni spodnej plochy podvalov) počas jeho výstavby. **II. Etapa** (po ročnej prevádzke) obsahuje výsledky statických zaťažovacích skúšok len na koľajovom štrku v úrovni spodnej plochy podvalov.

Prehľad nameraných výsledkov statických zaťažovacích skúšok na koľajovom štrku je prehľadne uvedený v tab.1.

Ak sa porovnajú hodnoty E_{def2} (statický modul deformácie určený v druhom zaťažovacom cykle) uvedené v tab.1 je zrejmé, že u všetkých skúšobných polí bola dosiahnutá požadovaná minimálna hodnota podľa [1], príloha 21, tab.1 ($E_p \geq 80\text{MPa}$). Neočakávane veľmi dobré výsledky boli dosiahnuté v skúšobných poliach **C** a **D**, kde podkladová vrstva je vybudovaná z nerecyklovaného odpadu (pôvodný, netriedený materiál) zo strojného čistenia koľajového lôžka, ktorý obsahoval vysoký podiel zrn jemnej frakcie

Tab.1

Výsledky statických zaťažovacích skúšok (statický modul deformácie E_{def2} [MPa])

Etapa merania	Skúšobné pole					
	A	B	C	D	E	F
I.	111,7	124,8	97,6	110,2	101,2	117,9
II.	107,1	111,6	102,3	104,7	105,9	109,9

rozličného pôvodu. Dá sa predpokladať, že tieto dobré výsledky majú svoj pôvod samotvrdnutí VPT premiešanej s týmto odpadovým materiálom.

Ďalším zaujímavým javom je skutočnosť, že napriek veľmi rôznorodému zloženiu konštrukčných vrstiev podvalového podložia jednotlivých skúšobných polí je rozptyl v dosiahnutých hodnotách statického modulu deformácie E_{def2} veľmi malý. Predovšetkým v II. etape boli dosiahnuté minimálne rozdiely.

4. ZVYŠOVANIE ÚNOSNOSTI ŽELEZNIČNÉHO SPODKU POMOCOU AHM 800R

V súvislosti s predpokladanými rekonštrukčnými prácami, z dôvodu potrebného zvyšovania únosnosti železničných tratí a nutnou všeobecnou požiadavkou využitia recyklovaných materiálov do konštrukcie podvalového podložia, má veľký význam využitie novej technológie obnovy podvalového podložia bez znesenia koľajového roštu pomocou sanačného stroja firmy Plasser&Theurer **AHM 800 R** (výkopový stroj so štrkovou recykláciou) [5]. Tento sanačný stroj v jednom pracovnom postupe nanesie, rozdelí a zhutní recyklovaný starý materiál koľajového štrku buď samostatne alebo ako prímes do nového (štrkopieskového) materiálu podkladovej vrstvy.

V jednom pracovnom postupe je možné zabudovať rôzne podkladové vrstvy (z hľadiska použitého materiálu a požadovanej konštrukčnej hrúbky) až do max. hrúbky 0,40m a v dvoch pracovných postupoch až do hrúbky 0,80m (viacvrstvová stavba podkladovej vrstvy). Zhutnenie zemnej pláne sa pritom uskutočňuje bez toho, že by táto bola pochádzaná mechanizmami, čím je garantovaná jej rovinnosť. Vzhľadom na to, že počas

vlastného zabudovávania recyklovaného materiálu podkladovej vrstvy je ho možné zvlhčiť (na základe výsledkov merania vlhkosti po recyklácii materiálu), dosiahne sa jeho optimálne zhutnenie.

Sanačný stroj umožňuje zriaďovať podvalové podložie aj so zabudovanými ochrannými výztužnými prvkami pod podkladovou vrstvou (polystyrénové dosky, geotextílie, geomriežky a geomembrány), čím je možné podstatne redukovať jeho konštrukčnú hrúbku. a tým aj náklady na vyťaženie, transport a uloženie málo únosného, resp. nevhodného materiálu podložia. Pri použití týchto geosyntetických prvkov je možné očakávať dodatočnú redukciu napätí na zemnej pláni a zabudovaním polystyrénových dosiek tiež optimálnu ochranu zemnej pláne pred nepriaznivými účinkami mrazu a zníženie účinkov vibrácií.

Nakoľko recyklácia materiálu koľajového lôžka a jeho úprava je realizovaná zariadením ktoré je súčasťou stroja *AHM 800 R*, nie je potrebné žiadne stationárne zariadenie na jeho recykláciu a úpravu (drvacie a miešacie centrá). Nie je preto nutné uvažovať s takmer žiadnou dopravou materiálu po cestách (žiadne zaťaženie ciest, čím sa tiež šetrí životné prostredie).

Princíp práce stroja je nasledujúci :

1. pri znečistení existujúceho koľajového lôžka je nutné v predstihu vykonať prečistenie tohto lôžka z dôvodu zamedzenia predrvenia znečisteného koľajového štrku, ktorý sa vo forme recyklátu následne použije do podkladových vrstiev,
2. na čele linky je loko + vozne (MFS 40 a MFS 100) pre odvoz výkopku zemnej pláne (prípadne spodnej vrstvy znečisteného štrkového lôžka), nasleduje vlastný stroj *AHM 800 R* (s dvoma ťažiacimi reťazami a zásobníkovým vozňom na vodu a pohonné hmoty) + kontajnerové vozne (každý s tromi kontajnermi po 4m³) s prídavným materiálom + loko, ktorá zabezpečuje prísun nových kontajnerových vozňov,
3. a) korečková reťaz na výkop materiálu koľajového lôžka najskôr vyberá koľajový štrk (je nutné stanoviť mocnosť odťažovanej vrstvy v závislosti od znečistenia štrku a na potrebnom množstve a receptúre zmesi pre sanáciu železničného spodku),
 - * odtiaľ je koľajový štrk transportovaný do automaticky kontinuálne riadeného drviča (dopravníkový pás prechádza pozdĺž magnetického separátora drobných kovových častí),
 - * predrvený resp. recyklovaný materiál odchádza do meracieho centra,
- b) v poradí druhá korečková reťaz pre ťaženie podložia selektívne odoberá potrebnú mocnosť podkladových vrstiev včítane ostávajúcej spodnej vrstvy a transportuje vyzískaný materiál na silovozne (MFZ), ktorými je tento odvázaný na skládku (prípadne medzidepónie),
- c) do miešacieho centra prichádza materiál podľa bodu a), mieša sa s novým štrkopieskom podľa presne definovanej krivky zrnitosti. Tento materiál je zároveň v prípade potreby premiešaný s vodou na presne stanovený stupeň prevlhčenia (vlhkosť). Potom je materiál ukladaný do vrstvy podložia o max. mocnosti 0,40m v jednom pracovnom postupe, následne je zrovnaný a zhutnený na požadovanú mieru vibračnými doskami.

Týmto technologickým postupom zriaďovania podkladových vrstiev bez znesenia koľajového roštu pomocou stroja *AHM 800 R* je možné sanovať až 80m koľaje za hodinu a redukovať dĺžku výluky koľaje až o 50%, a to podľa hrúbky zriaďovanej podkladovej vrstvy.

5. ZÁVER

Opätovné použitie a zhodnotenie odpadových produktov a použitie vedľajších produktov z kameňolomov, hutníckych závodov a priemyslu by malo byť dôležitou časťou politiky každého štátu, ktorý sa usiluje o podporu aktuálnej tendencie zachovania prirodzených nálezísk stavebných materiálov, o ochranu životného prostredia a ušetrenie energie.

Tieto tri dôležité úlohy vyvolávajú želanie po požiadavke systematického využitia rôznych sekundárnych materiálov do konštrukcie železničného spodku. Z tohto pohľadu má veľký význam novelizácia predpisov, v ktorých bude táto možnosť daná, ale aj stanovené presné podmienky ich použitia. Ako veľmi dobrý príklad v tomto smere môže slúžiť novelizácia predpisu TL 91 8062, kde prvýkrát u Deutsche Bahn bola zohľadnená možnosť využitia odpadov z výroby kameniva a recyklovaných materiálov do konštrukčných vrstiev železničného spodku. V tomto predpise udané medzné hodnoty pre primiešanie drvených a recyklovaných stavebných materiálov a vysokopecnej trosky i frakciovaných granulátov k prírodným pieskom a štrkopieskom boli stanovené na základe doterajších skúseností s týmito materiálmi v železničnom staviteľstve. Dodržaním týchto medzných hodnôt by mala byť, podľa doterajšieho stavu poznania železničného spodku, garantovaná dostatočná kvalita zrnitých zmesí a únosnosť konštrukčných vrstiev z týchto materiálov.

Získané výsledky na pokusnom úseku ŽU ukázali, že aplikované sekundárne materiály sú schopné garantovať požadovanú únosnosť železničného spodku, a tým aj požadovanú stabilitu a stálosť koľajového roštu. Zostáva len dúfať, že aj ďalšie merania tieto tendencie potvrdia a získajú sa predpoklady a nová perspektíva pre ďalšie využitie týchto materiálov v oblasti železničného staviteľstva.

LITERATÚRA

1. Predpis S4 ŽSR Železničný spodok, NADAS Praha 1988.
2. DB AG – TL 918062 Technische Lieferbedingungen „Kornmische für Tragschichten. Ausgabe Februar 1997.
3. Záverečná správa o riešení dielčej výskumnej úlohy grantového projektu “Modernizácia železničných tratí a staníc za roky 1994-96, časť G1/1983/94 „Zmeny fyzikálno-mechanických vlastností materiálov podvalového podložlia. KŽSaTH“, SvF, Žilinská univerzita, 1996.
4. CONSOLID, systém stabilizace zemin. Technická příloha, Prostějov 1994.
5. Swietelsky Baugesellschaft m.b.H.: Das PLV System mit der AHM 800 R.

Recenzent: Dr hab.inž. Piotr Adamiec
Prof. Politechniki Śląskiej

Streszczenie

Dążenie do wykorzystania odpadów powstających w kamieniołomach, hutach i zakładach przemysłowych powinno być istotnym kierunkiem polityki każdego państwa. Uwzględniającej aktualne tendencje ochrony zasobów naturalnych, energii i środowiska. Istnieją możliwości wykorzystania odpadów przemysłowych do budowy podtorza linii kolejowych. Przykładem działań w tym kierunku jest nowelizacja przepisów TL 91 8062 na kolejach niemieckich DB. W artykule zaprezentowano dokonania w tej dziedzinie. Wyniki przeprowadzonych obserwacji pozwalają stwierdzić przydatność materiałów wtórnych i odpadów przemysłowych w kolejnictwie.