



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-19-0520

Modifikácia asfaltových zmesí odpadovými polyolefínmi ako metóda znižovania environmentálneho zaťaženia

Zodpovedný riešiteľ **Ing. Adrián Fonód, PhD.**

Príjemca **VUIS - CESTY, spol. s r. o.**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

VUIS – CESTY, spol. s r. o., Bratislava

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

-

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

Nový technologický postup modifikácie asfaltových zmesí s recyklovaným nízko-hustotným polyetylénom

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. A. Czímerová, A. Takáčová, R. Sasai, E. Lukáčová (2023) Bitumen modified with virgin and waste low-density. Pet Coal, 65(2), 363 – 375.
2. R. Kovács, J. Mandula (2023) Assessment of the influence of asphalt binder on asphalt mix collapse – A case study. AIP Conf. Proc. 2887, 020048 (2023), <https://doi.org/10.1063/5.0159100>
3. R. Kovács, E. Lukáčová, A. Czímerová, M. Csölle, J. Mandula (2023) Use of recycled polyethylene in asphalt mixture, Journal of Civil Engineering, 18 (1), DOI: 10.2478/sspjce-2023-0001.
4. A. Czímerová, E. Lukáčová, J. Oreský, R. Kovács, A. Fonód (2023) Recyklovaný polyetylén v asfaltovej zmesi – praktická aplikácia, XXVIII: Seminár I. Poliačka, Jasná Nízke Tatry, 31 – 32.
5. A. Czímerová, R. Kovács, J. Oreský, A. Fónod (2023) Modifikácia asfaltových zmesí odpadovými polyolefínmi ako metóda znižovania environmentálneho zaťaženia. Konferencia asfaltové vozovky České Budějovice, 288 – 294.
6. A. Czímerová, A. Fonód, R. Kovács, J. Oreský (2023) Modifikácia asfaltových zmesí odpadovými polyolefínmi ako metóda znižovania environmentálneho zaťaženia, Inžinierske stavby 427 – Vozovky – Konštrukcie a materiály, 24 – 26.
7. A. Czímerová (2023) Modifikácia asfaltových zmesí polyolefínmi ako metóda znižovania environmentálneho zaťaženia, Eurostav 10/2023, 38 – 44.

8. A. Czímerová (2022) Environmentálne a ekonomické aspekty vývoja nových technológií na výstavbu a rekonštrukciu ciest. EUROSTAV – progresívne materiály vo výstavbe, 10/2022, 20 – 23.
9. R. Kovács, L. Polakovič, A. Czímerová, J. Mandula (2022) Production of polymer-modified asphalt mixture as an alternative method to the conventional polymer-modified bitumen mixtures, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1252, 012046. DOI 10.1088/1757-899X/1252/1/012046.

Uplatnenie výsledkov projektu

Hlavným výsledkom projektu je laboratórne a praktické overenie využitia recyklovaného odpadového plastu získaného z použitých fólií s vysokým podielom nízko-hustotného polyetylénu (PE-LD) do asfaltových zmesí. Čiastkové výsledky projektu na základe vedeckého výskumu a laboratórneho overenia chemickej štruktúry, fyzikálno-chemických, termických a reologických vlastností umožnili komplexný pohľad na rôzne typy polymérov a tým ich možné použitie do asfaltových zmesí. Postupnou selekciou jednotlivých polymérov, ich zmesí, resp. modifikovanými formami, sa zúžil celkový rozsah a bolo jednoznačne preukázané, že stanovené podmienky z veľkého počtu polymérov spĺňa PE-LD. Okrem toho sa vytvorila aj komplexná metodika prípravy, hodnotenia a overenia výsledných vlastností zmesí.

Výsledky laboratórneho výskumu boli overené aj v aplikačnej praxi. Výroba a spracovateľnosť navrhutej zmesi s recyklovaným plastom sa overila priamo vo výrobní asfaltových zmesí a na overovacom úseku cesty. Asfaltová zmes s recyklovaným plastom spĺňa všetky kritériá kladené na asfaltové zmesi podľa príslušných národných rezortných predpisov. Spracovateľnosť a pokládka zmesi sa nelíši od bežne používanej zmesi na Slovensku.

V oblasti prenosu výsledkov aplikovaného výskumu do hospodárskej praxe je významné, že výsledky projektu sa dajú priamo využiť v praxi, tzn. recyklovaný plast je možné pridávať priamo do dávkovača, takže navrhnutý postup je možné použiť na súčasných výrobných zariadeniach (obaľovacie súpravy) bez ďalšej investície. Výsledky projektu sú jednoznačným dôkazom, ako sa odpadový plast po jednoduchšej materiálovej recyklácii stane výrobkom. Takýmto spôsobom sa zredukuje skládovanie tohto typu odpadu a umožní využívanie domácich surovín do nového materiálu, čo je plne v súlade s odporúčaniami „Paris Agreement“ z roku 2015.

Výsledky môžu mať priamy pozitívny vplyv na rozvoj cirkulárnej ekonomiky a následne aj na spolupracujúce organizácie, pre ktoré sa budú riešiť nové projekty, nadväzujúce na infraštruktúru, ktorá sa vytvorí implementáciou tohto projektu.

Výsledky projektu boli kontinuálne zverejňované a spropagované publikovaním v odbornej literatúre a prezentovaním na odborných konferenciách. V budúcnosti sa tieto výsledky môžu spracovať do návrhov nových, resp. využiť na aktualizáciu existujúcich rezortných predpisov Ministerstva dopravy Slovenskej republiky.

Výsledky budú poskytnuté aj štátnym orgánom zodpovedným za implementáciu budúcej legislatívy v oblasti odpadov.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Hlavným cieľom projektu APPV-19-0520 bolo preukázanie možnosti modifikácie asfaltových zmesí prísadami na báze odpadových plastov. Pre splnenia tohto cieľa bolo dôležité overiť vlastnosti rôznych polymérov (z ktorých sa skladajú plasty) pre použitie v asfaltových zmesiach. Na tento účel boli použité komerčne dostupné polyméry s definovanými fyzikálno-chemickými, termickými a reologickými vlastnosťami. Výsledky laboratórnych experimentov ukázali, že z veľkého množstva odskúšaných polymérov (ich kombináciou, aj modifikáciou s anorganickými časticami) je pre naše účely vyhovujúci nízko-hustotný polyetylén (PE-LD). Tento typ pri zmiešaní s asfaltovým spojivom vykazuje najväčšiu kompatibilitu, pričom výsledná zmes tvorí homogénnu štruktúru bez defektov a spĺňa všetky požadované kritériá kladené na asfaltové zmesi. Na základe monitoringu recyklačných zariadení bola vybratá spoločnosť, ktorá sa vo svojom zariadení venuje recyklácii PE-LD fólií z odpadov. Recyklát z ich výroby vykazuje veľmi podobné vlastnosti ako komerčne dostupný PE-LD. Následne bolo navrhnuté zloženie asfaltovej zmesi s recyklátom. Ako porovnávacie asfaltové zmesi slúžili: asfaltová zmes bez prísady a zmes s komerčne dostupným PE-LD, pričom zloženie

všetkých zmesí bolo štandardné. Spracovanie receptúr asfaltových zmesí bolo v súlade s požiadavkami rezortných predpisov. Po nastavení pomerov jednotlivých vstupných komponentov a overení návrhu zloženia ako aj celého postupu prípravy boli úspešne vyrobené v laboratóriu 3 zmesi, ktorých vlastností spĺňali všetky kritériá požadované na asfaltové zmesi. Použitá receptúra bola spracovaná aj pre reálne podmienky a zmesi boli vyrobené vo výrobní asfaltových zmesí. Výsledné vlastnosti boli v súlade s platnými požiadavkami. Následne bol realizovaný overovací úsek. Asfaltová zmes s pridaným recyklátom sa pri pokládke správala veľmi podobne ako štandardná asfaltová zmes.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

The main objective of the project APPV-19-0520 was to demonstrate the possibility of modifying asphalt mixtures with additives based on waste plastics. In order to meet this objective, it was important to verify the properties of different polymers (of which plastics are composed), their blends for use in asphalt mixtures. Commercially available polymers with defined physicochemical, thermal, and rheological properties were used for this purpose. The results of laboratory experiments showed that among the large number of polymers tested (both by combination and by modification with inorganic particles), low-density polyethylene (PE-LD) is suitable for our purposes. This type, when mixed with an asphalt binder, shows the greatest compatibility, with the resulting mixture forming a homogeneous structure without defects and fulfilling all the criteria for asphalt mixtures. Based on the monitoring of recycling facilities, a company was selected to recycle PE-LD films from waste at its facility. The recyclate from their production shows very similar properties to commercially available PE-LD. Subsequently, the composition of the asphalt mixture with the recyclate was proposed. An asphalt mixture without additive and a mixture with commercially available PE-LD served as comparison asphalt mixtures, with the composition of all mixtures being constant. The processing of asphalt mixture formulations was in accordance with the requirements of the departmental regulations. After setting the proportions of the individual components and verifying the design of the input composition as well as the entire preparation procedure, 3 mixtures were successfully produced in the laboratory, whose properties met all the criteria set for asphalt mixes. The recipe used was also developed for real conditions and the mixtures were produced in the asphalt mixing plant. The resulting properties were in accordance with the applicable requirements. Subsequently, a verification section was carried out in-situ. The asphalt mixture with added recyclate behaved very similarly to the standard asphalt mix when laid.