

Vplyv výroby asfaltových zmesí na životné prostredie

Ing. Zuzana Florková, PhD., Žilinská univerzita v Žiline, Výskumné centrum,
zuzana.florkova@rc.uniza.sk;

doc. Ing. Daniela Ďurčanská, CSc., Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta, Katedra
cestného staviteľstva, daniela.durcanska@fstav.uniza.sk

Súhrn

Rozvinutá cestná infraštruktúra je veľmi významným faktorom, ktorý ovplyvňuje a podmieňuje rozvoj hospodárstva. Zvyšujúce sa požiadavky na kvalitnú cestnú infraštruktúru vedú k výstavbe nových vozoviek. Taktiež s rastúcim dopravným zaťažením priamo úmerne rastie dôležitosť udržiavania cestných vozoviek v dobrom stave. Stavba diaľnic, rýchlostných ciest a ich správa a údržba sú materiálovo a energeticky náročné, pričom narastá problém dostupnosti a vyčerpania zdrojov [1]. Rozvoj cestného staviteľstva musí však rešpektovať ochranu životného prostredia, musí byť kontrolovaný a jeho rozvoj trvalo udržateľný. Ide o rozvoj, ktorý súčasným a budúcim generáciám zachováva uspokojovanie základných životných potrieb a rešpektuje prirodzené funkcie ekosystémov [2]. Príspevok je zameraný na analýzu faktorov vznikajúcich pri výrobe asfaltových zmesí v obalovacích súpravách a ich následný dopad na životné prostredie.

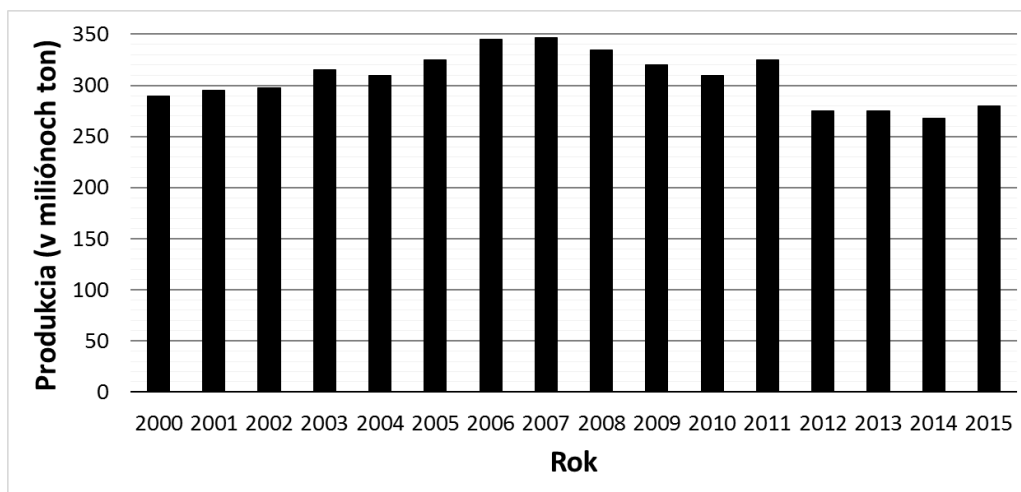
Summary

Developed road infrastructure is a very important factor influencing and conditioning the development of the economy. Increasing demands for quality of road infrastructure leads to the construction of new roads. Also, the importance of keeping roadways in good condition increases proportionately with the increasing traffic load. The construction of the roads, their management and maintenance are material and energy consuming, and the problem with the availability and exhaustion of resources is accretive [1]. However, the development of road construction have to respect the protection of the environment, it have to be controlled and sustainable. Sustainable development ensures to meet subsistence for today's and future generations and respects the natural functions of ecosystems [2]. The contribution is focused on the analysis of the factors arising from the production of asphalt mixtures by asphalt mixing plant and their subsequent impact on the environment.

Asfaltový priemysel

K najrozšírenejším druhom cestných vozoviek patria asfaltové vozovky. Dnes je približne 90 % ciest v Európe z asfaltových zmesí. Asfaltová zmes je umelý kompozitný materiál, ktorý vznikne zmiešaním asfaltu (spojiva), kameniva (plniva), kamennej múčky a niekedy aj prísad a modifikátorov na zlepšenie vlastností zmesi. Zloženie asfaltovej zmesi musí vyhovovať požiadavkám technických noriem na jednotlivé asfaltové úpravy. Asfaltové zmesi sa členia na rôzne druhy, ktoré sa od seba odlišujú nielen svojím zložením, ale aj vlastnosťami. V závislosti od technologického postupu výroby sa medzi klasické technológie zaraďujú technológie výroby a spracovania asfaltových zmesí za horúca a za studena. Technológia výroby asfaltových zmesí za horúca je v našich podmienkach najčastejšie používanou a medzi jej hlavné nevýhody patrí najmä nutnosť vysokých teplôt pri výrobe a produkcia emisií skleníkových plynov. Asfaltové zmesi, ktoré sa vyrábajú za horúca (140 až 180 °C) sa preto začali vyrábať novými postupmi, kedy sa kamenivo obaľuje pri nižších teplotách (o 20 až 50°C). Tieto asfaltové zmesi sa nazývajú nízkoteplotné, alebo tiež asfaltové zmesi vyrábané za tepla.

Svetová produkcia asfaltových zmesí sa odhaduje na približne 1 500 miliónov ton ročne [3]. Európska asociácia pre asfaltové vozovky (European Asphalt Pavement Association (EAPA)) prezentovala štatistiky [4], ktoré ukazujú, že v Európe sa ročne vyrobí približne 260 miliónov ton asfaltovej zmesi za horúca a za tepla, čo je možné vidieť na obrázku 1, ktorý znázorňuje prehľad celkovej výroby asfaltových zmesí vyrábaných za horúca a za tepla od roku 2000 do roku 2015. EAPA taktiež uviedla že v súčasnosti je viac než 90% z 5,5 milióna kilometrov ciest v Európe vyrobených z asfaltových zmesí.



Obr.1 Celková produkcia asfaltových zmesí vyrábaných za horúca a za tepla v Európe v rokoch 2000 až 2015 (v miliónoch ton) [4].

Výroba asfaltových zmesí

Na výrobu asfaltových zmesí sa používajú výkonné, dnes už plne automatizované obalovacie súpravy asfaltových zmesí. Výkon takýchto zariadení sa pohybuje v rozmedzí od 50 do 800 ton za hodinu. Výroba sa môže líšiť vzhľadom k typu obalovacej súpravy, veľkosti zariadenia, ale aj vzhľadom k veľkému počtu rôznych typov zmesí ktoré sú vyrábané. Typy obalovacích súprav sú podrobne opísané v [3]. Základná schéma obalovacej súpravy je znázornená na obrázku 2.

Technológia výroby obalenej asfaltovej zmesi je proces, ktorý je ovládaný z centrálného panela (Obr.2 - 10). Kamenivo je nakladané zo skládky kameniva do dávkovacích zásobníkov (Obr.2 - 1) kolesovým lyžicovým nakladačom. Z dávkovača je kamenivo dopravované sústavou pásových dopravníkov (Obr.2 - 1) do sušiacieho bubna (Obr.2 - 2). Sušiaci bubon je vyhrievaný plynovým horákom. Zo sušiacieho bubna je kamenivo dopravované elevátorom horúceho kameniva (Obr.2 - 3) do triedičky (Obr.2 - 4). Prach a spaliny sú zo sušiacieho bubna odsávané odťahovým ventilátorom do odprašovacieho zariadenia (Obr.2 - 7). Zo samostatného sila (Obr.2 - 8) je mletý vápenec (filer) dopravovaný do váhy (Obr.2 - 8). Vysušené a ohriate kamenivo sa roztriedi (Obr.2 - 4) na jednotlivé frakcie ktoré sú ukladané v medzizásobníku horúceho kameniva a odtiaľ je dávkované do váhy (Obr.2 - 5). Asfaltové spojivo je uložené v zásobníku (Obr.2 - 9), ktorý je vyhrievaný kotolňou. Zo zásobníka je spojivo dopravované čerpadlom do váhy (Obr.2 - 5). Všetky komponenty sú nasýpané do miešačky (Obr.2 - 6). Po zmiešaní je hotová zmes vypustená do násypného vozíka a uložená do zásobníka. Zo zásobníka je zmes vypúšťaná na nákladné automobily [5].



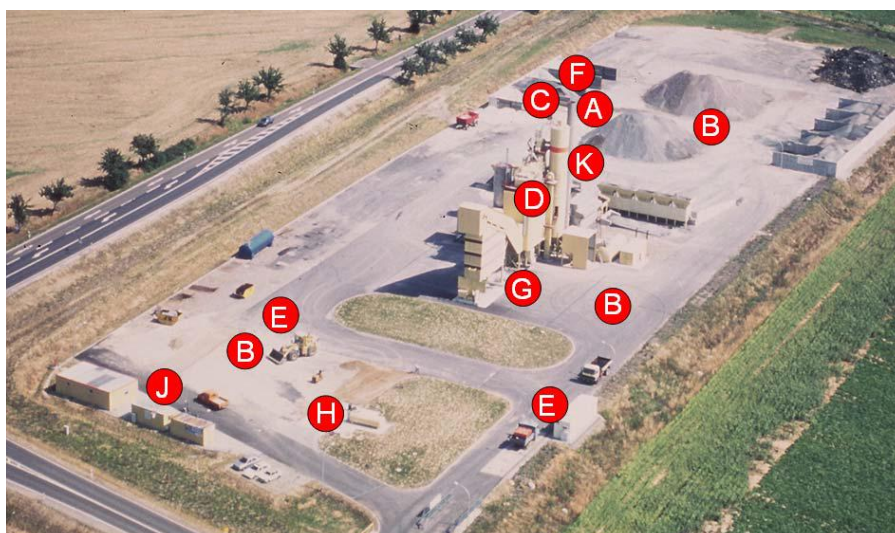
Obr. 2 Schéma obalovacej súpravy [6].

Typy možných vplyvov výroby asfaltových zmesí v obalovacej súprave na životné prostredie

Mnohé Európske predpisy a smernice obsahujú zoznam možných vplyvov výroby asfaltových zmesí na životné prostredie. Ďalej je potrebné poznamenať, že dôsledky rôznych typov vplyvu sa podstatne odlišujú. V približne zostupnom poradí podľa dôležitosti sú tieto vplyvy uvedené v nasledujúcom odseku:

- vplyv spojený s normálnou prevádzkou zariadenia - môže sa jednať o trvalý vplyv (napr. od sušiacieho bubna), alebo dočasný (napr. vplyvom nákladných vozidiel);
- vplyv vyplývajúci z neplánovaných udalostí - tieto vplyvy je ťažké kvantifikovať, pretože sú zo svojej podstaty nečakané, a môžu byť výsledkom rôznych okolností;
- vplyv spojený so zmenami prevádzkových podmienok - napríklad zmeny výrobných teploty;
- vplyvy spojené s uvedením obalovacej súpravy do prevádzky a vyradovania z prevádzky - tieto vplyvy vyplývajú z plánovaného plnenia alebo vyprázdňovania zásobníkov materiálu.

Nasledujúci obrázok 3 poskytuje prehľad o možných zdrojoch emisií v obalovačke asfaltových zmesí. Znaky v obrázku 3 sa vzťahujú na príklady uvedené v tabuľke 1.



Obr. 3 Pohľad na obalovacu súpravu s uvedením možných zdrojov emisií [3].

Tab. 1 Možné zdroje emisií z obalovacej súpravy [3].

Možný vplyv na životné prostredie	Zdroj	Odvolávka na zdroj emisií uvedených na obrázku 3
Zásobníkové emisie	proces sušenia a ohrievania kameniva	A
Ďalšie zdroje častíc a unikajúceho prachu	filerový systém, skládky kameniva, doprava	B
Plynné emisie	proces spaľovania paliva, vykurovací systém	C
Hluk	jednotlivé časti výroby, doprava	D, E
Zápach	asfaltové spojivo	F, G
Odpadové vody	skladovanie, palivo	H
Odpady	laboratórne odpady	J
Vizuálne hľadisko	dizajn a rozmiestnenie obalovacej súpravy	K

Jemné častice

Emisie prachu sa vyskytujú najmä v prvých fázach výroby asfaltu (až po miešací proces). Najvýznamnejším zdrojom emisií prachu je proces sušenia. Ďalšie zdroje prachových emisií zahŕňajú: skladovanie materiálov, dávkovanie, dopravný systém materiálov (dopravníkové pásy, elevátory) a silá

na filer. Väčšina prachu sa skladá z častíc kameniva, prípadne prach môže tiež obsahovať častice z prísad niektorých zmesí, ako sú napr. vlákna. V prípade použitia R-materiálu môže prach tiež obsahovať častice spojiva. Výsledkom spaľovania v závislosti na druhu paliva môžu byť uhľovodíky v prachu, navyše prach môže obsahovať malé množstvo ťažkých kovov, ak sú použité odpadové oleje. Pozornosť je potrebné venovať prachu, ktorý pochádza z niektorých druhov umelého kameniva, ktoré je používané ako náhrada za prírodné kamenivo. Používajú sa tiež vedľajšie produkty z iných odvetví ako trosky alebo popoly. Tieto môžu vyžadovať osobitnú pozornosť. Pri použití niektorých druhov kameniva, môže dôjsť k výskytu kremičitého prachu.

Zásobníkové emisie

Zásobníková emisia sa vzťahuje na sušiaci a ohrievací proces. Množstvo produkovaného prachu je určené prevádzkovými podmienkami. Hlavným zdrojom zásobníkového prachu sú základné materiály, ktoré sa používajú na výrobu asfaltu a ktoré, sa sušia v sušiacom bubne (kamenivo). Tieto materiály obsahujú určité percento jemných frakcií, ktoré môžu byť produkované počas procesu ohrevu prostredníctvom mechanických alebo teplotných účinkov (jemné frakcie sú odlučované prostredníctvom horúceho prúdu plynu v bubne). V prípade použitia R-materiálu pri výrobe asfaltových zmesí sú produkované emisie, ktoré môžu obsahovať okrem častíc kameniva aj častice spojiva. Koncentrácia prachu v tomto prípade závisí od druhu a vlhkosti použitých materiálov, spôsobu ošetrovania materiálov v bubne, množstva a teploty odpadového plynu, rýchlosti odpadového plynu v bubne, tvaru extrakčného komína a výkonu zariadenia.

Ďalšie zdroje častíc a unikajúceho prachu

Prach môže byť emitovaný z filerového systému, počnúc plnením síl z nákladných vozidiel, pokračujúc dopravou prostredníctvom hadíc alebo skrutiek (pneumatická alebo mechanická doprava), končiac pridaním fileru do miešačky. Spracovanie fileru prebieha v uzavretom systéme, ktorý zahŕňa, prídavné filtračné príslušenstvo, takže za normálnych podmienok nie sú emitované skoro žiadne emisie. V závislosti na klimatologických podmienkach (suché počasie v kombinácii s vetrom), môže byť prach emitovaný zo skládok kameniva, najmä jemných frakcií. Táto situácia môže nastať aj pri vykládke materiálov pomocou nákladných automobilov a pri plnení násypiek. Prach sa v areály obalovačky môže rozvíriť dopravnou prevádzkou a stáť vo vzduchu. Prach môže byť emitovaný zo všetkých častí systému, v ktorých sú spracovávané suché jemné frakcie: dopravný systém (dopravníkové pásy atď.), sitá (triedenie), váhy, doplnenie do miešačky a suché miešanie (bez asfaltu). Osobitnú pozornosť treba venovať možnosti produkcie prachu pri údržbe.

Plynné emisie

Anorganické emisie

SO₂ (Oxid siričitý)

Hlavným zdrojom oxidu siričitého je proces spaľovania v sušiacom bubne. Vznik SO₂ je ovplyvnený obsahom síry v palive (predovšetkým ropa alebo hnedé uhlie). Oxid siričitý je vstrebávaný prostredníctvom niektorých druhov kameniva napríklad vápenec a tiež alkalickou prachovou vrstvou v prachovom filtri. Ostatné materiály, napríklad pecná troska, môžu tiež zvýšiť emisie oxidu siričitého.

NOx (Oxidy dusíku)

Emisie oxidu dusíku pochádzajú najmä z horáka ktorý sa nachádza sušiacom bubne. Vznikajú spaľovaním zmesi paliva a vzduchu oxidáciou vzdušného dusíka kyslíkom pri vysokých teplotách. Množstvo týchto emisií závisí od obsahu dusíka v palive, množstva nadbytočného vzduchu v sušiacom bubne, teploty plameňa a typu horáka.

CO (Oxid uhoľnatý)

Táto emisia je spojená predovšetkým so spaľovacím procesom v sušičke kameniva. Spaľovanie paliva je ovplyvnené priamym kontaktom plameňa horáka s kamenivom. Nepriaznivá geometria bubna, kde spaľovací priestor je príliš malý tiež vedie k nedokonalému spaľovaniu paliva. Navyše emisia oxidu uhoľnatého je silne ovplyvnená obsahom jemných frakcií kameniva a obsahu vodnej pary.

CO₂ (Oxid uhličitý)

Vznik emisií oxidu uhličitého priamo závisí od druhu použitého paliva a na spotrebe energie potrebnej pre proces ohrevu kameniva. Tiež od druhu upravovaného asfaltu a typu vykurovacieho systému asfaltových zásobníkov. Obsah emisií CO₂ je určený výkonom výroby zmesi a ako už bolo spomenuté je závislý od druhu použitého paliva čo znázorňuje nasledujúca tabuľka 2.

Tab. 2 Emisie CO₂ ako funkcia použitého paliva [3].

Merná spotreba tepla na tonu asfaltovej zmesi (v závislosti na vlhkosti materiálu, atď.)	Lahký olej	Zemný plyn	Bután	Čierne uhlie	Hnedé uhlie
	kg CO ₂ / tona asfaltovej zmesi				
70 kWh	18,65	11,63	15,27	23,05	23,61
85 kWh	22,65	14,13	18,54	27,99	28,67
100 kWh	26,64	6,62	21,81	32,93	33,73

Organické emisie

Organické zlúčeniny

Organické emisie sa skladajú z veľkej skupiny látok všeobecne opísaných ako uhľovodíky. Ich molekulárna štruktúra je charakterizovaná kombináciou uhlíka a atómov vodíka. Okrem toho tieto látky môžu tiež obsahovať kyslík, dusík, síru a fosfor.

Emisie uhľovodíkov majú svoj pôvod v používaní organických zložiek a organického paliva vo výrobnom procese. Tieto uhľovodíky vznikajú vo forme pary alebo reakčných produktov. Najdôležitejším zdrojom emisií uhľovodíkov je nedokonalé spaľovanie paliva. Druh paliva, prevádzkové podmienky a asfaltové výpary v procese miešania spôsobujú rôzne zloženie odpadových plynov, pokiaľ ide o ich organické zložky. Uhľovodíky, ktoré majú svoj pôvod v spaľovaní sú emitované hlavne zo sušiacoho bubna. Tieto emisie možno znížiť pravidelnou údržbou horáku a optimalizáciou objemu spaľovania paliva.

Ďalším zdrojom organických emisií je asfalt, ktorý je ohrievaný vo výrobnom procese. Na tých miestach, kde je asfalt zohrievaný na pracovnú teplotu vznikajú výpary.

Možné zdroje týchto emisií sú:

- asfaltové nádrže, najmä z priechodov pri plnení z cisterny alebo priebežne (odvzdušňovanie, nasávanie a vetranie nádrží);
- miešacie zariadenie (kontinuálne alebo prerušované);
- nakladacie stanice hotovej zmesi;
- recyklovaný asfalt (uhľovodíky môžu byť emitované zahrievaním R-materiálu v paralelnom bubne),
- typ asfaltu a teplota;
- zloženie zmesi (obsah asfaltu a kvalita asfaltu) bude mať tiež vplyv na zloženie organických emisií.

Polycyklické aromatické uhľovodíky (PAU)

V závislosti od vplyvu uhľovodíkov na životné prostredie a od ich vplyvu na zdravie človeka, sú uhľovodíky rozdelené do rôznych kategórií. S ohľadom na ich toxicitu sú najviac dôležité polycyklické aromatické uhľovodíky. Niektoré z týchto polycyklických uhľovodíkov môžu byť v prípade dlhodobého vystavenia pre človeka karcinogénne. Množstvo týchto nebezpečných uhľovodíkov v asfalte je veľmi malý. Pri výrobných teplotách asfaltu, ktoré len zriedka prekročia 200 ° C sa vyskytuje len malý zlomok týchto emisií. Z dostupných údajov o meraní bolo preukázané že emisie PAU sú hlboko pod národnými hraničnými hodnotami, ak sú vôbec sledované.

Hluk

Hlavnými zdrojmi hluku v obalovacej súprave sú najmä: sušiaci bubon, horák (najmä prívod vzduchu), ventilátor za filtračného zariadenia, zvislý dopravný systém a výťah násypného vozíka (najmä keď je prázdny). Ďalšie súvisiace zdroje hluku môžu byť: hluk z dopravy prostredníctvom nakladačov počas

prepravy zo skládky kameniva do násypky dávkovača kameniva, a tiež dopravný hluk z nákladných automobilov, ktoré dodávajú suroviny a odvážajú vyrobenú zmes.

Prevádzková hladina hluku by nemala spôsobovať obťažovanie obydľí ktoré sa nachádzajú v najbližšom okolí obalovacej súpravy, a to najmä mimo bežnú pracovnú dobu.

Zápach

Hlavným zdrojom zápachu je asfalt. Emisie vznikajú počas plnenia asfaltovej nádrže (pri vytlačaní plynu z asfaltovej nádrže alebo od uvoľnenia tlaku z cisterny dovážajúcej asfalt), a tiež pri vyprázdňovaní miešačky do kontajnera alebo do nákladných vozidiel. Zápach závisí od typu asfaltu. Pri použití R-materiálu môže vzniknúť zápach pri ohrievaní, a to najmä v prípade, že R-materiál má vysoký obsah vlhkosti. Počas prevádzky by mali byť podniknuté všetky praktické kroky, ktoré zabezpečia aby, zápach neunikal mimo areálu zariadenia, alebo do obydľí v najbližšom okolí. Existuje niekoľko spôsobov, ako znížiť zápach, napríklad používanie produktov a palív, ktoré vytvárajú menší zápach, tiež zníženie výrobnéj teploty horúcej zmesi alebo pomocou (chemických) prísad, ktoré redujú zápach.

Odpadové vody

Možné zdroje znečistenia podzemnej vody sú: skládka umelého kameniva (presakovanie, alebo zmiešanie s prírodnou pôdou), nádrže na palivový olej (v prípade, že obalovacia súprava je na spaľovanie olejov), horúci olej pre ohrievací systém asfaltu, nádrže na palivo, potrubia a čerpacie stanice, rozpúšťadlá (laboratórne chemikálie) a separačne prostriedky. Aby sa zabránilo kontaminácii podzemných vôd je potrebné počas prevádzky vykonávať preventívne kontroly (najmä kontrola úniku z palivových nádrží).

Odpad

Výroba asfaltu sama o sebe nie je významným zdrojom odpadového materiálu. Takmer všetky základné suroviny sú dodávané vo veľkom, takže nezostávajú žiadne obaly. Odpad vznikajúci počas výrobného procesu vo forme "chybných zmesí", je vo väčšine prípadov buď spätne recyklovaný alebo sa používa pri stavbe staveniskových vozoviek v lomoch a pod. Zdroj chemického odpadu môže byť laboratórium, napríklad rozpúšťadlá použité pre analýzy asfaltu. Všetky vedľajšie odpady by mali byť recyklované alebo skladované a likvidované správnym postupom.

Vizuálne hľadisko

Dominantou obalovacích súprav sú vysoké silá na filer a zásobníky na skladovanie asfaltu, ktoré by mali mať farbu, ktorá nepôsobí rušivo. Ďalšie vizuálne aspekty sú: para emitovaná zo zásobníka, skladovanie kameniva prípadne osvetlenie areálu obalovacej súpravy. Vizuálne hľadisko by malo byť maximalizované príslušnými terénnymi úpravami, vhodným usporiadaním prevádzky a oplotením.

Znižovanie vplyvov výroby asfaltových zmesí na životné prostredie

Všeobecný opis typov obalovacích súprav, prevádzkových činností a identifikovaných typov dopadu na životné prostredie je základom pre voľbu vhodných metód znižovania emisií. Znalosť emisií a ich koncentrácie v závode sú dôležité pre preventívne opatrenia. Preto je dôležité aby obalovacie súpravy obsahovali meracie zariadenia na kontrolu emisií a bolo preventívne vykonávané monitorovanie rizík znečistenia.

Pre každú obalovaciu súpravu by mal byť vopred stanovený plán, ktorý jasne definuje celkovú dlhodobú stratégiu pre zníženie vplyvu na životné prostredie. Rôzne miesta (mesto/vidiek), mobilita (stacionárne/ mobilné), atď. znamenajú rôzne individuálne riešenie. Čo platí pre jednu obalovačku, nemusí platiť pre druhú, rovnako ako nie všetky techniky na zníženie emisií sú relevantné pre všetky druhy obalovacích súprav. Voľba konkrétnych meracích opatrení vhodných pre konkrétnu situáciu, bude teda závisieť na umiestnení a mnohých ďalších faktoroch.

Znalosť procesu výroby v kombinácii s riadením vstupných premenných a môže viesť k znižovaniu negatívnych vplyvov na životné prostredie prípadne s ďalšími úsporami nákladov, napríklad na spotrebu paliva. Taktiež v procese ochrany životného prostredia je dôležitá údržba obalovacej súpravy, kontrolovanie a manipulácia s nebezpečnými materiálmi a recyklácia.

Výroba asfaltových zmesí s menšou energetickou náročnosťou

Dôležitým faktorom výroby asfaltových zmesí obaľovaných za horúca je vysoká energetická spotreba vzhľadom k vysokej teplote potrebnej pri ich výrobe, čo je 140 až 180 °C. Teplota je dôležitá na zníženie viskozity asfaltu a taktiež elimináciu vody z povrchu kameniva [2]. Napríklad iba o jedno percento väčšia vlhkosť kameniva zvýši energetickú náročnosť na obaľovanie asi o 10 % [1]. Zníženie výrobných teplôt znižuje energetickú potrebu, preto je zníženie výrobných teplôt asfaltovej zmesi v súčasnej dobe pod silným vývojom, z dôvodov ochrany životného prostredia a vysokej ceny energií [7].

Použitím suchého kameniva, je taktiež možné znížiť spotrebu energií pri výrobe. Je preto vhodné dbať na skladovanie kameniva na takom mieste, kde je možné čo najviac eliminovať obsah vlhkosti. Taktiež správne pracovné pomôcky a vhodné pracovné metódy môžu tiež znížiť spotrebu energie [3,7].

Výskumné práce v rôznych inštitúciách v Európe sú zamerané na zníženie teploty pri výrobe štandardných asfaltových zmesí. Výsledkom sú viaceré technológie, pri ktorých je možné znížiť teplotu pri výrobe o približne 40 °C. Zmesi sa vyrábajú na bežných obaľovačkách podobne ako tradičné asfaltové zmesi, pričom sa zachováva spracovateľnosť zmesi, ktorá zaručuje účinnosť zhutňovania aj vzhľadom na povrch. Tieto technológie ovplyvňujú reológiu spojiva, nevyžadujú nové výrobné prostriedky, pričom výsledný produkt je ekvivalentný klasickým asfaltovým zmesiam. Podrobným skúmaním rôznych zrealizovaných stavieb sa preukázal energetický prínos overovaných technológií. Miera zhutnenia, rovinatosť a príľnavosť týchto nízkoteplotných zmesí na komunikáciách s vysokým dopravným zaťažením potvrdzujú vhodnosť týchto postupov [2].

Technológie energeticky úsporných asfaltových zmesí sa môžu aplikovať aj s recyklovaným kamenivom a môžu sa použiť jednak na bežné asfaltové vrstvy, jednak na veľmi tenké úpravy s modifikovaným spojivom alebo zmesi s vysokým modulom. Z hľadiska ochrany životného prostredia realizácia týchto asfaltových zmesí vedie k poklesu plynných emisií, znižovaniu emisií skleníkových plynov rádo vo až o 18 až 20 percent, a to v dôsledku prevereného a potvrdeného zníženia spotreby energie [2,8].

Pri riešení problémov udržateľnosti cestného staviteľstva je jednou z kľúčových úloh aj úspora materiálov [1]. Medzi environmentálne technológie môžeme v tejto súvislosti zaradiť aj technológie recyklácie, ktoré okrem energetických úspor prinášajú aj materiálové úspory. Vďaka rozšíreniu technológií recyklácie a použitia priemyselných odpadov v cestnom staviteľstve bude životné prostredie o niečo zdravšie [2].

Záver

Udržateľný rozvoj cestnej dopravy ktorý je závislý od cestnej infraštruktúry, je zámerom technickej politiky takmer všetkých krajín. Jedným z riešení problému udržateľného rozvoja cestnej dopravy je aj úspora materiálov a energie pri stavbe ciest a diaľnic, ako aj pri ich opravách a rekonštrukciách. V tejto súvislosti môžeme povedať, že rozvoj cestného staviteľstva bude súvisieť s používaním environmentálnych technológií ktoré budú zamerané na opätovné používanie cestných stavebných materiálov, recyklovanie materiálov a používanie vedľajších priemyselných produktov, používanie nových spojív a využívanie energeticky menej náročných technológií pri výrobe asfaltových zmesí čo zároveň vedie k poklesu plynných emisií a znižovaniu emisií skleníkových plynov.

Použitá literatúra

[1] Gschwendt I., Energetická náročnosť stavby ciest a diaľnic, Inžinierske stavby, 2012. Dostupné na: <http://www.asb.sk/inzinierske-stavby/dialnice/energeticka-narocnost-stavby-ciest-a-dialnic>

[2] Gábor P., Environmentálne technológie v cestnom staviteľstve a ich aktuálnosť, Inžinierske stavby, 2010. Dostupné na: <http://www.asb.sk/inzinierske-stavby/vozovky/environmentalne-technologie-v-cestnom-stavitelstve-a-ich-aktualnost>

[3] Environmental Guidelines on Best Available Techniques (BAT) for the Production of Asphalt Paving Mixes, European asphalt pavement association (EAPA), Belgium, June 2007, Dostupné na: http://eapa.org/usr_img/position_paper/bat_update_version_2007.pdf

[4] Asphalt in figures 2015, European asphalt pavement association (EAPA), 2017, Available at: http://www.eapa.org/userfiles/2/Asphalt%20in%20Figures/2016/AIF_2015_v6.pdf

[5] Schlosser, F. a kol., Technológia stavebných prác, Žilina: EDIS vydavateľstvo Žilinskej Univerzity v Žiline, 2005. 280 s. ISBN 80-8070-434-1.

[6] Asphalt-batching-plant-structure. Dostupné na: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lb-asphalt-batching-plant-structure.jpg>

[7] Bueche N., Dumont A.G., Energy in warm mix asphalt, 5th Eurasphalt & Eurobitume Congress, 13-15th June 2012, Istanbul. <http://www.h-a-d.hr/pubfile.php?id=513>

[8] Harder G. A. et al., Energy and environmental gains of warm and half-warm asphalt mix: quantitative approach, 2008. <http://www.lea-uk.biz/lea-uk2015/uploads/2016/06/Energy-and-environmental-gains-of-warm-and-half-warm-asphalt-mix-quantitative-approach.pdf>