Problematika PAU v konstrukčních vrstvách vozovek pozemních komunikací

Milan Beck, DiS., *ESLAB, spol. s r.o.***,** ***Ing. Monika Jankovská,*** *Monitoring s.r.o.***,**

(milan.beck@eslab.cz, jankovska@moni.cz)

Souhrn:

Příspěvek se zabývá primárním původem kontaminace PAU v konstrukčních vrstvách vozovek pozemních komunikací v ČR v kontextu s historickým vývojem technologií a materiálů při výstavbě vozovek v minulosti. V příspěvku se snažíme učinit elementární vhled do legislativní a technické problematiky, a to od laboratorních analýz PAU, následně i odpadové problematiky a rovněž tak i technickými i legislativními možnostmi zpracování materiálů s nadlimitním obsahem PAU pro minimalizaci či předcházení vzniku odpadů dle hierarchie nakládání s odpady.

The article deals with the primary origin of PAH contamination in the structural layers of roadways in the Czech Republic in the context of the historical development of technologies and materials in the construction of roads in the past. In the contribution, we try to provide an elementary insight into legislative and technical issues, starting with laboratory analyzes of PAHs, then also waste issues, as well as technical and legislative options for processing materials with an above-limit content of PAHs to minimize or prevent the generation of waste according to the hierarchy of waste management.

Klíčová slova:

PAU, asfaltový materiál, konstrukční vrstvy vozovky, zdroj kontaminace PAU, rozbory PAU

PAH, asphalt material, structural layers of the road, source of contamination PAH, PAH analysis

Náhled do historie vývoje silnic a jejich konstrukcí.

Dopravní infrastruktura má dlouhý a složitý vývoj. Komunikace byly budovány a jsou doloženy již ve starověkých říších až po současnost. Řada dnešních silnic a zejména pak vozovek I., II a III. tříd je vybudována bezprostředně v trase původních vozovek nebo částečně využívá těleso starých komunikačních stezek, středověkých až novověkých silnic. Tyto vozovky jsou tak často jakýmsi konglomerátem mnoha různých konstrukčních skladeb, materiálů a technologií. Vozovky byly v minulosti rovněž několikanásobně rozšiřovány a zesilovány do současného stavu. Nejvýznamnější pokrok v technologiích pro konstrukční vrstvy vozovek byl zaznamenán na přelomu 19. a 20. století s počátkem novodobého využívání přírodních asfaltů a uměle získaných dehtů z černého uhlí jakožto pyrolytických zbytků z výroby koksu nebo svítiplynu. S ohledem na cenu a dostupnost a vlastně i vhodné vlastnosti byly dehty nebo různé směsi dehtu s asfaltem hojně používány jako pojiva pro různorodé technologie stmelených vrstev vozovek. Byly využívány pro studené emulzní vrstvy (*nátěry, koberce, tmely*), prolévané vrstvy PM *(Penetrační Makadam - nazvaný dle Skotského vynálezce J.L. MacAdama),* až po za horka vyráběné obalované směsi shodně jako dnes. Pojiva podléhala obdobným laboratorním zkouškám a posuzování vlastností či kvality jako nyní. Problémem je však skutečnost, že našim předkům nebyly známy negativní účinky látek na lidské zdraví a životní prostředí, byť o existenci PAU věděli. Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU), které dehet obsahuje ve velkém množství jsou bohužel karcinogenní, mutagenní a mají i další nebezpečné vlastnosti.

Nejvýznamnější zdroje kontaminace konstrukčních vrstev vozovek PAU v minulosti a současnosti.

Právě technologie v konstrukčních stmelených vrstvách vyvinuté na přelomu 19 a 20 století s masivním rozvojem ve 30. letech 20. století a zejména po 2. světové válce až do konce 80 let, jsou

největším problémem, který se dá dnes označit jako významná ekologická zátěž z minulosti. Dehtová či směsná asfalto-dehtová pojiva jsou nejvýznamnějším zdrojem kontaminace PAU v současnosti ve vozovkách pozemních komunikací. PAU jak je známo, jsou v jen velmi málo rozpustné ve vodě, ale podléhají přirozené degradaci a rozpadu na mikročástice, které jsou pak vlivem změny vodního režimu schopny migrovat nejen do spodních částí konstrukčních vrstev, ale často vlivem vzlínání při plné saturaci v období bohatých na srážky i do vrstev nad nimi ležících, díky čemuž dochází k sekundární kontaminaci okolních vrstev.

Jako sekundární a novodobou kontaminaci lze pak identifikovat například kontaminace z pneumatik (rozpad gumy pneumatik vlivem otěru o povrch vozovky), kdy se až téměř do současnosti neřešil obsah PAU v pneumatikách vyráběných v EU, a i nyní není pravděpodobně řešen u mimo evropských výrobců obsah PAU v přísadách do hmoty gumy pneumatik při jejich výrobě. Dalším významným zdrojem sekundární novodobé kontaminace jsou ropné látky, a to zplodiny ze spalování ropných pohonných hmot, obecně úkapy pohonných hmot či olejů při provozu vozidel. Rovněž tak k sekundární kontaminaci mohlo dojít z různých, v minulosti používaných postřiků v AC souvrství (regeneračních, rejuvenační či spojovacích), které mohly obsahovat různé příměsi, a to např. z recyklovaných olejů či různých speciálních výrobních přísad.

Legislativní a technické předpisy limitující zpracování a manipulaci materiálů s PAU (vyhl. 130/2019 Sb. a její novela, TP 150 MD ČR, TP 210 MD ČR).

S ohledem na nejednoznačnost a jistý nepořádek v předpisové základně byla v roce 2019 vydána první legislativa, která se specificky zabývá PAU v asfaltových vrstvách vozovek. Resortní předpisy MD ČR již řadu let rovněž řeší problematiku PAU, a to v TP 105, TP 150 a částečně i TP 210. Všechny tyto předpisy procházejí či prošly revizemi a aktuálně se čeká na novelizaci vyhlášky 130/2019 Sb., která je v konečné fázi schvalovacího procesu. Novela vyhlášky byla iniciována na základě čtyřleté účinnosti tohoto předpisu a nově nabitými zkušenostmi z projektové přípravy a realizace staveb. Bylo nezbytné do vyhlášky zahrnout i nejproblematičtější historickou vrstvu, a to PM – penetrační makadam se shodnými principy posuzování jako AC vrstvy. S ohledem na nehomogenitu konstrukčního složení vozovek bylo rovněž nutné zpřísnit kritéria pro odběr vzorků. Významným posunem je na základě exaktních problémů při realizaci staveb a nezbytné manipulaci s vrstvami s PAU (např. rekonstrukce průtahů, opravy inženýrských sítí, sanace podloží) možnost zřízení mezideponie těchto materiálů k následnému využití v konstrukčních vrstvách nové vozovky za splnění nutných restrikcí pro zajištění ochrany lidského zdraví a ochrany životního prostředí.

Technologie zpracování materiálů s nadlimitním obsahem PAU.

V kontextu výše uvedených předpisů a zejména pak TP 150 MD ČR byly v minulosti zavedeny technologie pro zpracování materiálů s nadlimitním obsahem PAU. Jednalo se o předpis MD ČR TP 162, následně TP 208 a nyní do normy převedeného předpisu ČSN 73 6147 – Recyklace konstrukčních vrstev vozovek za studena. Primárně se jedná o technologii recyklace za studena na místě, nově pak i dle novely vyhl. 130/2019 Sb. v mobilním centru na zřízené a schválené mezideponii. Recyklace spočívá v principu pasivace PAU přidáním asfaltového pojiva do rozfrézovaného materiálu původních vrstev vozovky, a to obvykle AC, PM a nestmelených podkladních vrstev typu štěrkodrť (ŠD), kalené štěrky (KŠ). Lze tak vyrobit recyklovanou vrstvu s označením RS A. Mnohem více, s ohledem na vyšší parametry a lepší vlastnosti vrstvy se pak používá hydraulicky stmelená recyklovaná vrstva RS CA, kdy pasivace PAU proběhne shodně přidáním asfaltového pojiva (asfaltová emulze nebo pěna), a navíc s přidáním hydraulického pojiva (cement, směsná hydraulická silniční pojiva nebo speciální anorganická pojiva). Vzniká tak částečně tuhá vrstva s pevnostní charakteristikou ekvivalentu hydraulicky stmelené vrstvy SC C3/4. Nejčastěji se vrstvy realizují se zrnitostí 0/63 případně 0/45 či 0/32 mm. V rámci nové normy ČSN 73 6147 byly zavedeny některé změny oproti původnímu předpisu MD ČR, TP 208 reflektující technický a technologický vývoj a zkušenosti při realizaci vrstev.

Problematika laboratorních analýz PAU a potřeba vzniku mezilaboratorního porovnávání v asfaltové matrici.

Analýzy PAU provádí v ČR řada laboratoří a některé z nich jsou akreditovány i na měření PAU v asfaltových matricích. Vždy je totiž podstatné, aby laboratoř nejen uměla tyto látky měřit, ale byla schopna je i měřit v tak obtížné matrici jako je asfaltový materiál. V oboru analýz PAU v asfaltových matricích vzniká potřeba porovnání a porovnatelnosti výsledků v analytických laboratořích. Vzhledem k tomu, že asfaltové matrice představují specifický typ vzorků, je třeba, aby laboratoře měli k dispozici porovnávací vzorek se známým obsahem PAU pro účely mezilaboratorního porovnávání. Bohužel se dosud nenašla instituce, která by byla ochotna spolufinancovat vývoj takovéhoto materiálu.

Konkrétní zkušenosti s výsledky analýz PAU v asfaltové matrici ve vztahu k zatřídění dle vyhlášky 130/2023 Sb. a posouzení dle vyhlášky 273/2021 Sb.

V současné době se mimo technických podmínek MD ČR (TP) posuzuje obsah PAU v asfaltové matrici dle vyhlášky MŽP 130/2019 Sb., která je sice neplatná, ale ve vyhlášce o nakládání s odpady (273/2021 Sb.) je uvedeno, že se bude používat do doby, než ji nahradí vyhláška nová. Tato vyhláška klasifikuje asfaltové materiály dle obsahu sumy PAU do čtyř tříd ZAS-T1 až ZAS-T4. V návrhu nové vyhlášky se předpokládá, že u materiálů třídy ZAS-T3 a ZAS-T4 se následně budou provádět analýzy výluhu těchto vzorků dle tab. 10.1 třída IIa vyhlášky 273/2021 Sb. V případě, že by testované materiály požadavkům limitů uvedeným v tab. 10.1 nevyhověly, byl by materiál pasivován, jak je uvedeno výše.

K této problematice jsme z databáze výsledků naší laboratoře statisticky zpracovali výsledky více než 3000 ks vzorků pro stanovení PAU v asfaltových matricích. Vzorky jsme rozčlenili dle jednotlivých vrstev vozovky (obrusná – ACO, ložná – ACL, podložní – ACP a penetrační makadam – PM) a provedli porovnání výsledků se zatříděním do jednotlivých tříd vyhlášky 130/2019 Sb. Výsledkem tohoto porovnání je, že pro vzorky z vrstev ACO, ACL a ACP je více než 75 % vzorků zařazeno do třídy ZAS-T1, ostatní třídy odpovídají jednotkám %. Pouze pro penetrační makadam bylo 53 % vzorků zařazeno do třídy ZAS-T4. Jinými slovy z hlediska výskytu vysokých koncentrací PAU je nejčasnějším místem výskytu právě vrstva PM.

Vzorky odpovídající zařazení do ZAS-T3 a ZAS-T4 byly poté podrobeny analýzám ve výluhu dle tab. 10.1 výluhová třída IIa vyhlášky 273/2021 Sb. Tato analýza je třeba v případě, že by se daný materiál měl ukládat na skládku jako odpad. Nebo v budoucnu dle nové vyhlášky, která nahradí v. 130/2019 Sb., mohou tyto rozbory sloužit pro účely posouzení, zda je třeba materiál pasivovat na místě. Kritický ukazatel, u nějž lze předpokládat, že by mohl vykazovat nadlimitní výsledky je sumární ukazatel vyluhovaného organického uhlíku (DOC). Z cca 350 ks provedených výluhů byl jediný, který pro tento ukazatel dosáhl koncentrace 86 mg/l. Z tohoto výsledku vyplývá, že tento materiál by musel být uložen na skládku nebezpečného odpadu (limit pro DOC 100 mg/l) a nikoliv jako všechny ostatní vzorky na skládku ostatního odpadu (limit 80 mg/l). Jen pro ilustraci vzorek s výsledkem pro DOC 86 mg/l obsahoval sumu PAU více než 10000 mg/kg a obsah benzo(a)pyrenu byl přes 500 mg/kg.