

Symposium BASF – FUTURE ASPHALT

Ve dnech 7.–8. března 2023 se konalo v Ludwigshafenu v sídle společnosti BASF symposium zaměřené na budoucnost asfaltu a asfaltových směsí. Symposia se zúčastnilo cca 150 odborníků z několika evropských zemí (Německo, Itálie, Rakousko, Švýcarsko, Francie, Velká Británie, Belgie, Holandsko, Česká republika).

Jak napovídá samotný název, byl obsah zaměřen na budoucnost asfaltu a asfaltových pojiv při respektování všech aktuálních výzev (klimatické změny, vývoj dopravy, požadavky na ochranu zdraví, životnost, cirkulární hospodaření, ekonomické faktory atd.). Velmi pozitivním překvapením tak byla skutečnost, že se ani jednou v průběhu celého symposia neobjevila, byť jen náznakem, jakákoliv propagace konkrétního výrobku nebo reklama konkrétního výrobce. Prostor tak byl dán novým vědeckým poznatkům a výsledkům studií z různých univerzit v Evropě. Aktuální výstupy z projektů a studií byly prezentovány vesměs mladými kolegyněmi a kolegy z těchto univerzit, což opět patřilo k pozitivnímu dojmu z celého jednání.

Pokud se týká auditoria, toto bylo skutečně „pestrobarevné“ – kromě již zmíněných zástupců univerzit byli mezi posluchači a diskutujícími zástupci různých úrovní zadavatelské i dodavatelské sféry, zástupci laboratoří, výrobci asfaltových emulzí i zástupci jiných výrobců různých chemických přísad či výrobci laboratorních přístrojů. Nelze v této souvislosti opomenout ani zástupce evropských sdružení Eurobitume a EAPA.

Program symposia byl rozdělen do dvou půldnů. První odpoledne zahájil viceprezident společnosti BASF pan Christoph Hansen, který stručně představil společnost BASF včetně rozložení výrobních kapacit po celém světě. Současně informoval, že následující den před vlastním zahájením druhého dne symposia se mohou účastníci zúčastnit exkurze do největší chemické výroby společnosti v Ludwigshafenu. Tato exkurze formou projíždky autobusem trvala následující den cca 1,5 hodiny a obsahovala samozřejmě nezbytný doprovodný výklad vč. odpovědí na dotazy některých účastníků.

Vlastní zahájení symposia doplnila zástupkyně Eurobitume paní Anja Sörensen a dále i zástupce EAPA pan Breixo Gomez. Úvodem do vlastní náplně symposia byla prezentace dalšího člena vedení společnosti BASF pana Roberta Hegera o nezbytnosti inovativních řešení v asfaltovém průmyslu (**Asphalt industry: Five minutes to Midnight for Innovations**). V prezentaci definoval témata a výzvy, kterým se asfaltový průmysl nevyhne a která je nutné akutně řešit:

- ▶ Trvale klesající kvalita asfaltů. Jak lze zlepšit kvalitu znovupoužívaných pojiv a lze asfaltu využívat efektivněji?
- ▶ Trvalý růst dopravního zatížení, pro které nejsou vozovky koncipovány. Jak tedy zvýšit jejich životnost, únosnost a jakým způsobem lze vozovky v budoucnosti snáze udržovat a opravovat?
- ▶ Rostoucí regulace EU. Je možné snížit spotřebu asfaltů, lze snížit emisní zatížení a jak můžeme přispět k cirkulární ekonomice?

Je proto nezbytné přinášet nové myšlenky a nápady, byť ne všechny mohou být využitelné. Velkým problémem je stále implementování výsledků vývoje a studií, protože se řada lidí a institucí bojí rizika, které ale neumějí jasně definovat.

Po tomto cca 30minutovém „rozehrívacím kole“ následoval již odborný program, který měl jasně vymezená pravidla – cca 15 minut prezentace + následně 10 minut na dotazy z pléna. Je nutné podotknout, že všichni vystupující stanovený limit dodrželi, a proto mohly být dodrženy i stanovené přestávky pro širší diskuse v kuloárech, které byly skutečně intenzivní.

První prezentací, kterou uvedla paní Tess Sigwarth z Technické univerzity Braunschweig, byla problematika komplexní charakterizace asfaltového pojiva s využitím reologických zkušebních metod a praktické využití výsledků (**Rheological test methodology for practice-oriented full characterization of complex bituminous binders**). V této prezentaci byl představen projekt BEZIBIT, v jehož rámci bylo posuzováno více než 100 typů asfaltových pojiv (silničních i modifikovaných). Pro sledování byl využit přístroj DSR s několika modifikacemi:

- a) pro ověření odolnosti proti vlivu nízkých teplot a vzniku mrazových trhlin (relaxační test) při teplotách -20 °C a -15 °C byla využita geometrie 4 mm s tl. mezery 2 mm;
- b) pro ověření odolnosti proti únavě (únavový test) při teplotách $+10\text{ °C}$ a $+20\text{ °C}$ byla využita geometrie 8 mm a tl. mezery 2 mm;
- c) pro ověření odolnosti proti vzniku trvalých deformací (creep test) při $+60\text{ °C}$ byla využita geometrie 25 mm a tl. mezery 1 mm;
- d) současně byl proveden i test rychlé charakterizace pojiva BTSV.

Pojiva byla měřena ve všech stádiích – pojivo originální, pojivo po RTFOT a pojivo po RTFOT+PAV. Dosažené výsledky ukazují, že přístroj DSR lze využít k měření skutečně relevantních vlastností v celém rozsahu servisních teplot. Je zřejmé, že ekvismykový teplotní modul bude hrát v budoucnosti stále významnější roli při charakterizaci pojiva. Současně se ukazuje, že reologické výkonové zkoušky jsou skutečně zásadní pro komplexní charakterizaci asfaltu a jejich využití umožňuje vybrat optimální pojivo i vhodnou modifikační přísadu.

Následovala prezentace pana Mahmouda Khadijeha z technické univerzity Delft na téma využití neuronové sítě pro zjištění strukturálních vlastností asfaltových pojiv s využitím chemiko-reologických souborů dat (**Deep neural network for mining structure-property relationship from chemo-rheological experimental datasets**). Tento projekt se zabývá statistickým vyhodnocováním vstupních dat pro různá měření a jejich statistickým posouzením. Cílem projektu je možnost predikce předpokláda-

Tabulka 1: Parametry jednotlivých typů zkoušek

Charakterizace pojiva (zkouška BTSV)	Ověření vzniku trvalých deformací (creep test SSCT)	Únavový test (zkouška SAFT)	Relaxační test
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Zkušební geometrie: 25 mm, paralelní destičky, mezera 1 mm ▶ Zkušební teplota: startovní teplota 20 °C, gradient 1,2 K/min ▶ Frekvence: 1,59 Hz ▶ Smykové napětí: 500 Pa (oscilační modus) ▶ Charakteristické hodnoty: teplota T_{BTSV} pro $G^* = 15$ kPa a odpovídající úhel fázového posunutí δ ▶ Trvání zkoušky včetně předeřtání: 1,5 hod. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Zkušební geometrie: 25 mm, paralelní destičky, mezera 1 mm ▶ Zkušební teplota: 60 °C ▶ Doba zatěžování: 10 min. deformace ▶ Zkušební napětí: 0,1 kPa (deformační modus) ▶ Charakteristická hodnota: rychlost tečení ▶ Trvání zkoušky včetně předeřtání: 30 min. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Zkušební geometrie: 8 mm, paralelní destičky, mezera 2 mm ▶ Zkušební teplota: 20 °C ▶ Frekvence: 10 Hz ▶ Startovní napětí: 0 kPa (oscilační modus) ▶ Zvyšování po 1 kPa každých 10 sec. ▶ Charakteristická hodnota: číslo zatěžovacích cyklů do porušení vzorku N_{ROWE} ▶ Trvání zkoušky včetně předeřtání: 2,5 hod. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Zkušební geometrie: 4 mm, paralelní destičky, mezera 2 mm ▶ Zkušební teplota: -20 °C ▶ Kontrolní deformace: 0,1 % (deformační modus) ▶ Doba zatěžování: 60 min. ▶ Charakteristická hodnota: relaxace napětí po 60 min. ▶ Trvání zkoušky včetně předeřtání: 1,5 hod.

ného komplexního modulu G^* a odpovídajícího úhlu fázového posunutí asfaltového pojiva optimalizací rozhodujících prvků. Soubory dostupných dat tvoří:

- ▶ podmínky stárnutí (teplota, tlak, čas);
- ▶ chemické složení (skupinové složení SARA);
- ▶ fyzikální vlastnosti (penetrace, bod měknutí);
- ▶ hodnoty DSR (teplota a frekvence).

Pro vyhodnocování vlivu jednotlivých dat byly vybrány 4 statistické metody (PCA, Anova, Chi-Square, Random Forest).

V rámci projektu bylo provedeno rozdělení a standardizace prvků. K dispozici je 11 vstupních prvků, z nichž je vytvořena neuronová síť pro statistické vyhodnocení (celkem 32 prvků). Výstupy ze statistického hodnocení byly porovnávány s výsledky měření DSR na modelovém vzorku (geometrie 8 mm, tl. mezery 2 mm).

Dosažené výsledky ukazují, že na predikci hodnot G^* a úhlu δ mají zásadní vliv (v uvedeném pořadí):

- ▶ teplota při stárnutí;
- ▶ zkušební teplota;
- ▶ frekvence (ot/s) při provádění zkoušky;
- ▶ penetrace pojiva;
- ▶ doba stárnutí;
- ▶ obsah asfalténů.

Studie nyní pokračuje dalším měřením modelového vzorku na DSR pro získání dalších souborů dat.

Další prezentace paní Mariam Abedraba Abdall z technické univerzity Nottingham uvedla jednu z možností, jak prodloužit plnou servisní funkčnost povrchu vozovek (**Ravelling mitigation by the addition of colapsible porous particles**). Na povrchu obrusné vrstvy dochází ke ztrátě kameniva v důsledku mechanického namáhání, degradace pojiva jeho stárnutím a nedostatečné přilnavosti mezi kamenivem a pojivem v důsledku stárnutí asfaltové směsi. Odolnost proti ravellingu zlepšují pochopitelně

modifikovaná pojiva, v některých případech lze využít buněčné porézní materiály, které zvyšují reaktivitu mezi zrny kameniva a proces ztráty kameniva na povrchu vozovky tak zpomalují. V rámci studie byly ověřovány materiály, které mají vlastnosti pěny a absorbují energii. Částičky tohoto materiálu jsou přidány do směsi a poměrně homogenně distribuovány v průběhu výroby asfaltové směsi mezi jednotlivá zrna kameniva. V rámci studie byly ověřovány speciálně vyrobené materiály, které byly vyráběny ve formě emulze voda + olej, do níž byl následně přidán algenát sodný. Tato báze je následně postupně přidávána do vody, kde dochází k polymerizaci a vznikají kapsle buněčné struktury. Takto připravené kapsle byly následně přidány do směsi SMA 10 vyráběné při teplotě 165 °C v množství 0,5 %. Provedená obrusná vrstva byla následně pravidelně sledována – ověřována byla tuhost, mezerovitost, hloubka podélných kolejí a ztráta kameniva. Výsledky ukázaly minimální změny v případě tuhosti, mezerovitosti nebo deformací. Vliv buněčných struktur měl však pozitivní vliv na ztrátu kameniva, kde došlo k posunutí / zpoždění až o 50 %.

V další části studie jsou hledány cesty jedna pro efektivnější způsob výroby buněčné struktury a současně pro její integraci do skeletu kameniva. Současně je nezbytné ověřit, zda rozdílná geometrie má vliv na vývoj mechanicky kontrolovaných materiálů.

Čtvrtou prezentací prvního půldne symposia byl projekt technické univerzity Antverpy, který představil pan Georgios Pipintakos. Výzkumný projekt se zabývá možností vzájemného propojení chemických procesů a reologie při laboratorním stárnutí asfaltů (**Do chemistry and rheology follow the same laboratory ageing trends in bitumen?**). V rámci studie jsou ověřovány experimentální hypotézy mechanismu stárnutí asfaltových pojiv s následným propojením chemického složení asfaltů a jeho reologie. Pro tento účel jsou sledovány procesy na mo-

lekulární úrovni pomocí metod FTIR (infračervená spektroskopie) a EPR (elektronová paramagnetická rezonance). Sledovány jsou karbonové radikály a přechodové body oxidačních fází. Touto cestou je možné propojit chemismus asfaltového pojiva s jeho reologií a výrazně lépe posuzovat tendence ke stárnutí pojiva. Dosavadní výstupy zahrnují pouze několik vzorků asfaltových pojiv a pro další hodnocení je třeba ověřované vzorky rozšířit o další typy pojiv (modifikovaná pojiva, parafinická pojiva, pojiva s visbreakingovými zbytky apod.).

První půlden uzavřel svým vystoupením pan Ersun Görener ze společnosti InfraTest. Šlo o poněkud rozvernější, ale velmi aktuální a působivé vystoupení na téma, zda si můžeme dovolit luxus nebýt inovativní (***Do we have the luxury of not being innovative?***). Toto vystoupení náplně mírně vybočilo z ostatních prezentací, protože nebyl představen žádný výzkumný projekt, ale věnovalo se inovacím obecně. E. Görener na příkladech ukázal, že inovací v oblasti asfaltového průmyslu je celá řada (např. rejuvenátory, vosky, povrchově aktivní přísady, různé typy polymerů atd.), stále však narážíme na otázku, zda je i náš zákazník inovativní. Zde je nutné připomenout, že každý z nás je v určitém okamžiku prodejce či zákazníka. Řada problémů však vzniká z lenosti nebo neochoty riskovat. Pro úspěch je nutné opustit tzv. komfortní zónu a přesunout se do výrazně rizikovější zóny růstové. Tento přesun vyžaduje snahu naplnit představy a ideje i s rizikem, že se některé kroky nemusí podařit a ti, kteří neopustili svoji komfortní zónu, se budou posmívat nebo pranýřovat. Současně je nezbytné najít vhodného „zákazníka“ a toho přesvědčit ke spolupráci.

Prezentující uvedl i působivý příklad ze současnosti – v Německu je nově stanoven termín 1. 1. 2025, od něhož bude možné provádět asfaltové vrstvy výhradně jako nízkoteplotní WMA. Asfaltový průmysl propadl mírně panice, protože na přípravu je stanoven údajně krátký a nereálný čas. Skutečnost je ale jiná – první rámcový předpis pro asfaltové směsi WMA byl v Německu vydán v roce 2009! Protože ale celá společnost žila dlouhodobě v komfortu s růstovými trendy, nebyla dalšímu rozvoji

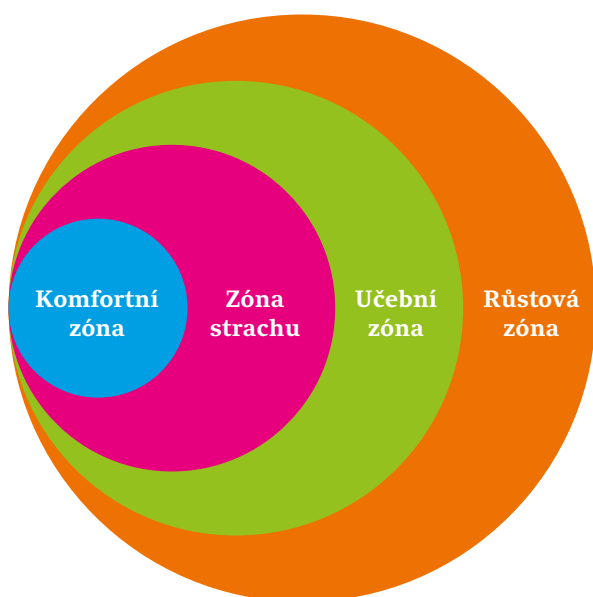
technologie věnována téměř žádná pozornost, a to i přes revizi předpisu v roce 2012. Aktuální podmínky nás nyní donutily opustit pohodlnou komfortní zónu a rychle hledat cesty, jak stanovený termín splnit a na trhu se tak poměrně rychle ukazují další inovativní řešení a přístupy.

Po tomto vystoupení následovala všeobecná diskuze nejen k prezentacím. Zde zazněla řada zajímavých informací, myšlenek a podnětů. Jedním z diskutovaných bodů byla problematika transferu výsledků laboratorních výzkumů do provozního ověření a sledování pokusných úseků. Zkušenosti všeobecně ukazují řadu problémů, na které praktické ověřování výzkumných výstupů naráží.

Součástí prvního dne sympozia byla společná večeře v objektu společnosti BASF (*Feierabendhaus*), kde byla možnost k dalším neformálním diskusím na řadu různých témat.

Druhý den sympozia byl zahájen dobrovolnou autokarovou projíždkou výrobním areálem BASF, která umožnila vytvořit si alespoň orientačně představu o rozsáhlém výrobním komplexu BASF v Ludwigshafenu.

Poté následovala druhá řada prezentací, která byla zahájena vystoupením paní Kristiny Hofer z Technické univerzity ve Vídni na téma proces stárnutí asfaltového pojiva při působení reaktivního kyslíku (***Influence of selected reactive oxygen species on the aging of bitumen***). Proces stárnutí asfaltu a jeho simulace v laboratořích je předmětem dlouhodobé diskuze. Používaná metoda stárnutí v tlakové nádobě PAV vykazuje efektivní výsledky, při porovnání s výsledky pojiva, které stárne ve standardních provozních podmínkách na vozovce, ukazuje vliv dalších faktorů, které v PAV nelze simulovat (kontakt s O_3 , NO_2 , mechanické namáhání, teploty $< 80\text{ }^\circ\text{C}$ atd.). Studie univerzity ve Vídni se zabývá zejména kombinovaným vlivem vzduchu, reaktivního kyslíku O_3 a NO_2 na proces stárnutí, protože bylo prokázáno, že tato kombinace uvedených vlivů se liší od simulace i po 5násobném stárnutí v PAV. Proto byla vyvinuta metoda „Vídeňského stárnutí pojiva – VBA“, která kombinuje působení



Obrázek 1: Jednotlivé zóny a jejich obsah

Komfortní zóna – pocit jistoty, vše pod kontrolou

Zóna strachu – nedostatek sebevědomí, hledání výmluv, pocit napadení v případě jiných možností a variant

Učební zóna – rozšíření komfortní zóny, získávání nových dovedností, dělení se o výzvy a problémy

Růstová zóna – hledání smyslu a cílů, stanovení nových cílů a jejich dobývání, plnění životních snů

vzduchu, argonu s kyslíkem O₂ a kysličníku dusíku NO a NO₂. Tato směs tvoří vnitřní atmosféru v talkové nádobě s ohřevem a připojenou injektáží vody a působí tak na vzorky asfaltového pojiva.

Měřené výstupy (5 dnů v atmosféře vzduch + 600 ppm NO₂ při 80 °C) korelují s reologickými a chemickými změnami pojiva (sledováno na DSR a FTIR). Výsledky získané ze sledování pokusného úseku (asfaltové pojivo stárnuté v tloušťce 1 cm na venkovní ploše po dobu 5 let) ukazují, že výsledky chemického složení korelují více s hodnotami, které byly získány ze stárnutí vzorků po 5 x PAV (= 100 hodin), výsledky nové vídeňské metody VBA korelují výrazně lépe s hodnotami tuhosti, které byly získány sledováním pokusného úseku.

Dosavadní výstupy ukazují, že nová metoda je velmi slibná a adaptabilní, pokud se týká simulace stárnutí pojiva. Výsledku ukazují výrazný vliv reaktivního kyslíku na proces stárnutí asfaltů.

Přednáškovou část symposia uzavřela prezentace pana Pablo Orosy Iglesias z univerzity Purdue v Indianapolis (USA), která se zabývala využitím technologie studené recyklace na místě s asfaltovou emulzí jako jedním z přínosů silničního hospodářství k problematice udržitelného rozvoje a cirkulární ekonomiky (**Cold in-place recycling mixtures with bitumen emulsion: sustainability and circular economy within the paving sector**). Poslední prezentace symposia se zabývá využitím asfaltového pojiva za studena, což má výrazný pozitivní dopad na snížení emisí a je jednou z možností, jak může silniční hospodářství přispět k řešení klimatických změn a podpořit snahy o cirkulární ekonomiku. Asfalt obecně je sice 100% recyklovatelný, tato možnost není zatím dostatečně využívána. Vlastní studie se zabývá metodou studené recyklace na místě s využitím kationaktivní emulze, návrhu receptur a zejména jejich posouzení z hlediska mechanické odolnosti, volumetrických vlastností a kompatibility s využitím nových moderních metod. Pozornost je věnována jednak lepšímu pochopení vývoje vlastností v průběhu štěpení emulze vč. vlivu ztráty vody procesem štěpení, jednak i nelineárním elasticko-mechanickým charakteristikám.

Z toho důvodu byla provedena řada laboratorních zkoušek s KAE C 60 B5 REC, kterými bylo ověřeno složení frézovaného

materiálu a následně ověřována zkušební tělesa. V této souvislosti se ukázalo, že hutnění zkušebních těles gyrátorem je výrazně efektivnější při srovnání s výsledky, které byly dosaženy ve standardních provozních podmínkách. Nelineární elasticko-mechanické vlastnosti byly ověřovány triaxiálním testem, prováděným v průběhu procesu štěpení. Následně byly získané výsledky použity pro numerickou simulaci prováděné rehabilitace vozovky s různými tloušťkami R-materiálu a asfaltové emulze KAE (80 mm až 200 mm).

Dosavadní výsledky ukazují, že pro laboratorní posuzování a návrh receptury:

- ▶ je při hutnění výhodnější používat gyrátor;
- ▶ optimální přidávání vody se pohybuje v rozmezí 2 % až 3 %;
- ▶ je nezbytné sledovat čáru zrnitosti, R-materiál musí být homogenní;
- ▶ vývoj tuhosti v průběhu štěpení závisí na ztrátě vody během štěpení KAE;
- ▶ množství pojiva má výraznější vliv na tuhost než proces štěpení.

Na první část studie navazuje nyní další část, která řeší jednak optimalizaci laboratorního ověření receptur, posuzování korelací mezi laboratorními výsledky a výsledky z pokusných úseků, a současně zjednodušení kontrolního ověřování navrhovaných hodnot při vlastním provádění prací.

Po ukončení prezentace proběhla ještě krátká panelová diskuse se všemi prezentujícími, kde zazněla kromě základního tématu inovací v asfaltovém průmyslu a jejich možného urychlení (**Innovations in the asphalt industry – how can they be accelerated?**) i řada dalších otázek, z nichž některé zůstaly otevřené a představují zcela jistě výzvu pro všechny z nás do další budoucnosti.

Ing. Václav Valentin

Poznámka: Prezentace jsou v elektronické podobě k dispozici u autora příspěvku.

Inzerce

Zážitkový den
ROAD FEST

Lipník nad Bečvou • 22. září 2023

- virtuální realita → ukázka silničních strojů
- trenažér rypadla → ukázka první pomoci
- vystoupení parkouristů

Vstup zdarma

SDRUŽENÍ PRO VÝSTAVBU SILNIC
STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA STAVEBNÍ LIPNÍK N/B

[f RoadFest2023](#) www.roadfest.cz [@roadfest2023](#)