

AV '23 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2023

Něco málo úvodem
– poselství od těch,
co štěstí neměli

<https://www.youtube.com/watch?v=MO7Dnhc40iY>



Udržitelnost a digitalizace u asfaltových vozovek (generální zpráva)

Jan Valentin

28. – 29. listopadu 2023, České Budějovice

Motto: Po asfaltu z krize ven

AV '23 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2023

Svižná rozcvička....



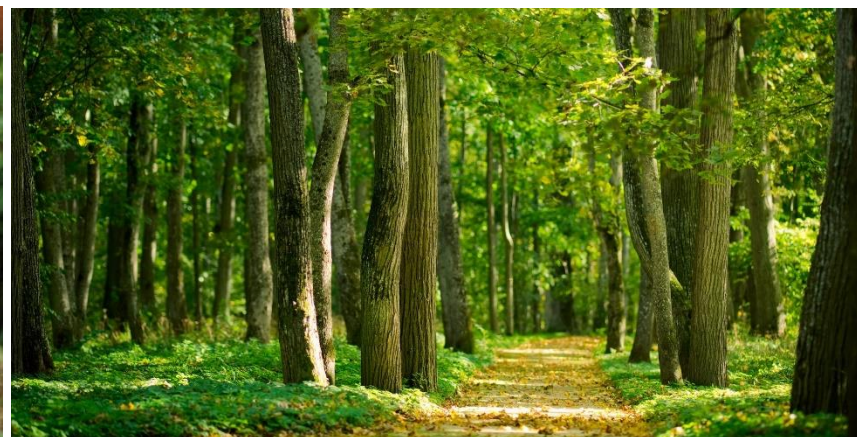
O co dneska vlastně hrajeme?



Co člověk pro sebe a prostředí, ve kterém žije, udělá, je jen a jen jeho volba.

Důsledky potom taky.

Může tedy blbnout, chytračit a nekonečně růst nebo vzít rozum do hrsti a dělat věci líp.



AV '23 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2023

Pro připomenutí....

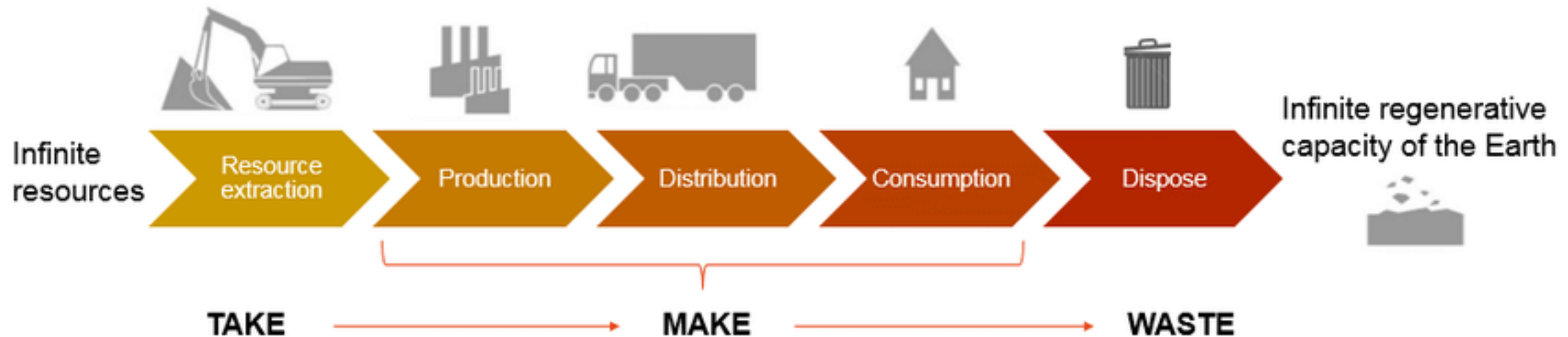


MAIN PART OF THE CALL FOCUSING ON INNOVATIVE SOLUTIONS
Total budget up to 1bn – division between areas not yet established

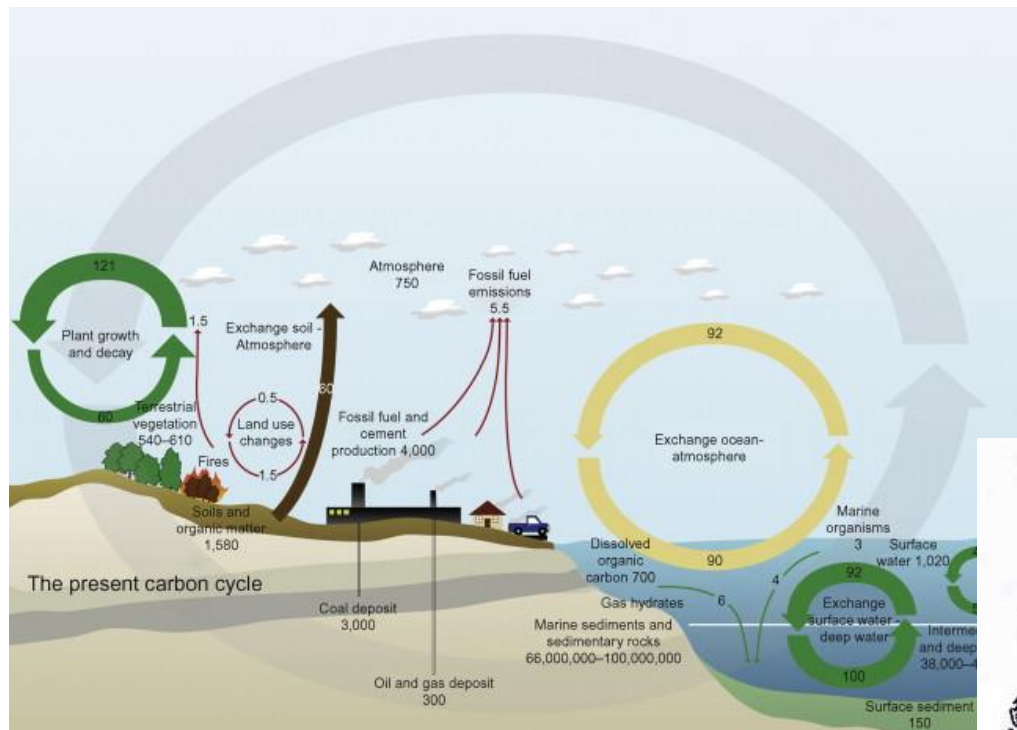


	E Environmental	S Social	G Governance
Strategic	Water management, quality of disclosure, etc	Health and safety policy, human rights policy, etc	Business ethics policy, remuneration policy, etc
Reporting	Carbon risk reporting, waste from production, etc	Lost time incident rate, exposure to inequality, etc	Board independence, exposure to controversy, etc
Monitoring	Carbon intensity levels, renewable energy targets, etc	Number of fatalities, employee turnover rate, etc	Change in diversity score, engagement progress, etc

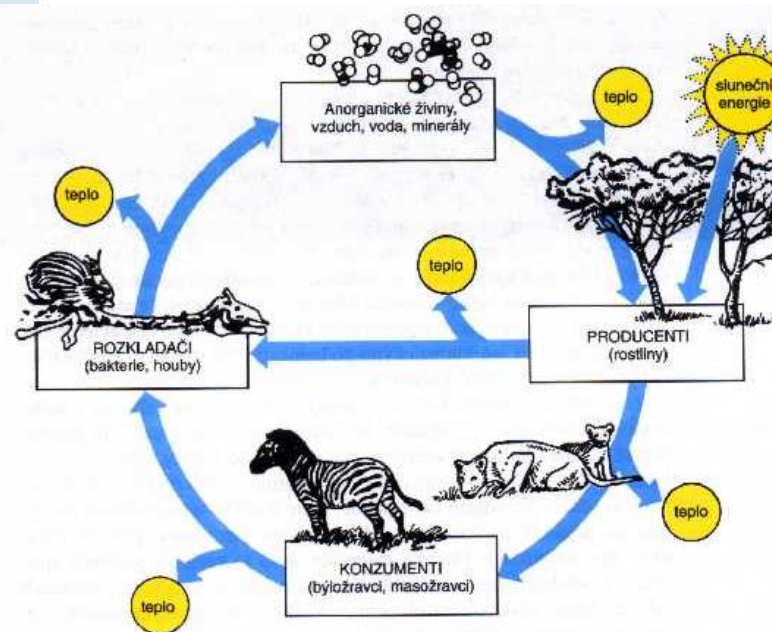
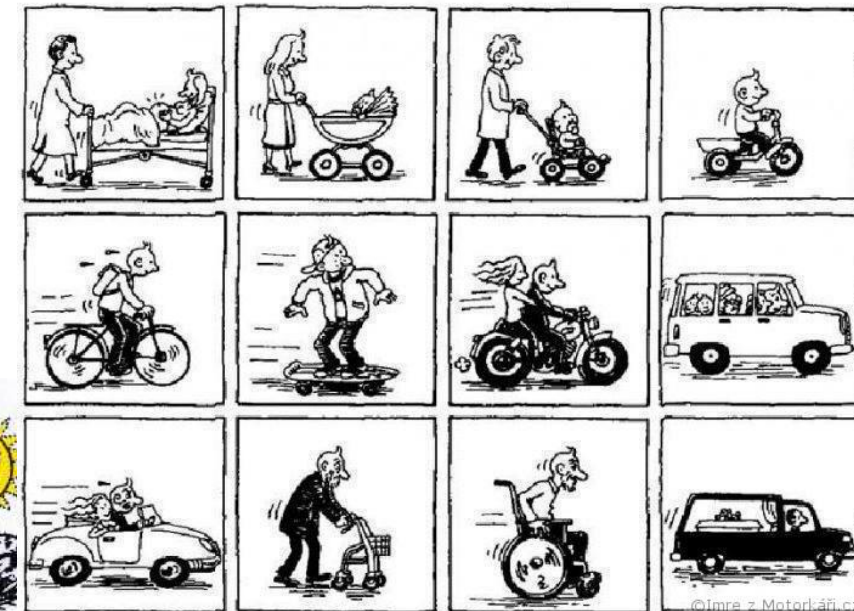
Vymysleli jsme a žili v přesvědčení, že nejlepší je....



Přitom se ALE od mala učíme a pozorujeme, že věci fungují v kruzích



Kolobeh života.



AV '23 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2023

Bud' chyba v matrixu....



.....nebo člověčí
nedomyšlení důsledků....

Recyklace, opětovné používání, oběhové hospodářství – NE greenwashing



Požadavky na kamenivo v kontextu nedostatku materiálů pro dopravní stavby (P. Svoboda et al.)



7

Počet let kdy podle České geologické služby budou vytěženy zásoby z 40 % našich více jak 207 kamenolomů

2060

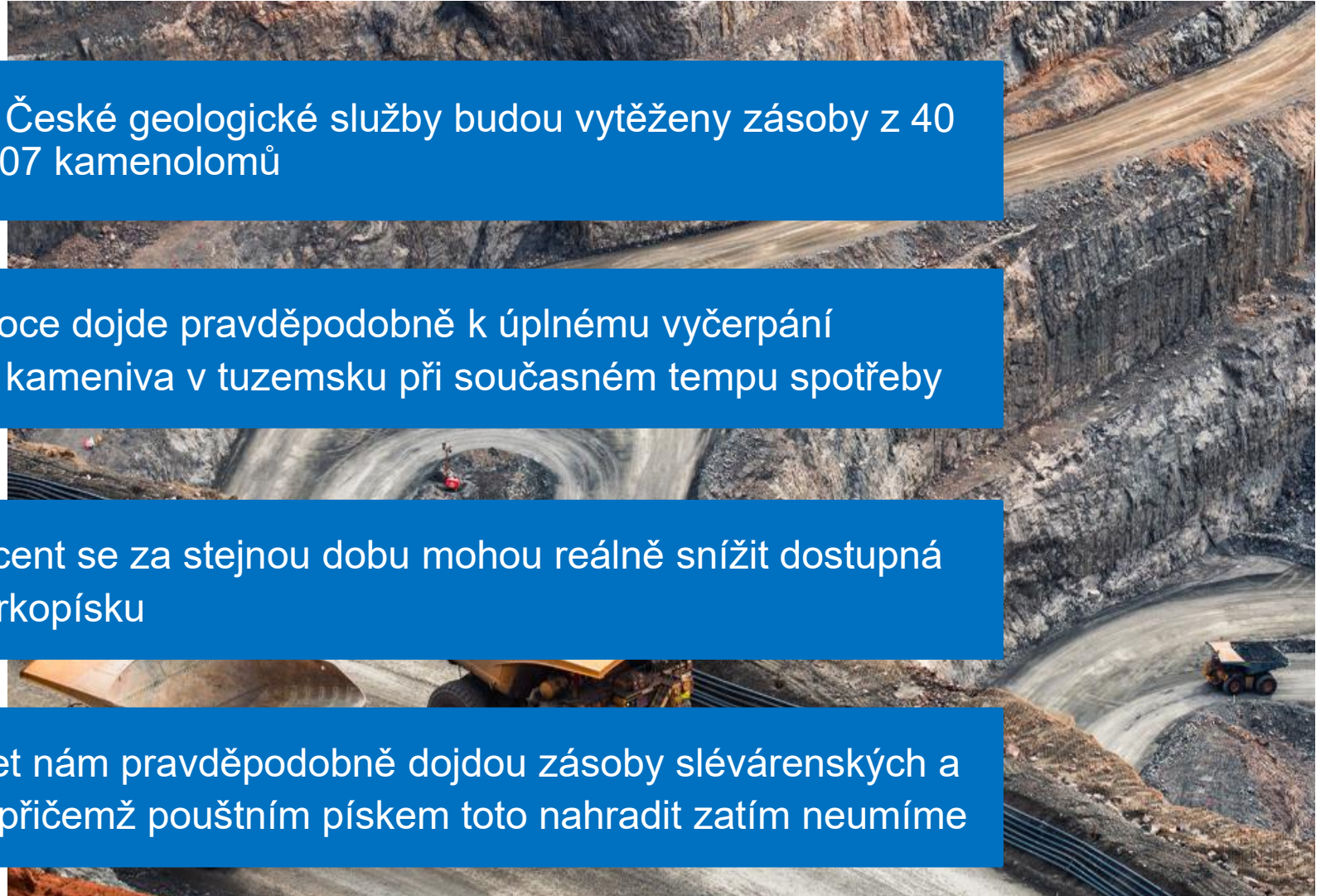
Po tomto roce dojde pravděpodobně k úplnému vyčerpání přírodního kameniva v tuzemsku při současném tempu spotřeby

70

O tolik procent se za stejnou dobu mohou reálně snížit dostupná ložiska šterkopísku

30

A za tento počet let nám pravděpodobně dojdou zásoby slévárenských a sklářských písků, přičemž pouštním pískem toto nahradit zatím neumíme



Požadavky na kamenivo v kontextu nedostatku materiálů pro dopravní stavby (P. Svoboda et al.)



Příspěvek shrnuje:

- ➔ nejnovější poznatky komplexní studie ČGS se stavem kameniva a štěrkopísku
- ➔ výhled dostupnosti těchto surovin v dalších letech
- ➔ provázanost s plánem výstavby a obnovy (potřeby nejen stavebnictví)
- ➔ zdůraznění míry průšvihů, ve kterém jak holubičky létáme

Co je východiskem – poznámka zpravodaje:

- ➔ přestat stavět a udržovat?
- ➔ usilovat všemi prostředky o navýšení kapacit (ložisek)?
- ➔ nebo najít nové cesty, změnit přístupy, poučit se?

Aktuální stav využívání rejuvenátorů z pohledu Německa

(S. Miesen al.)



Příspěvek shrnuje:

- ➔ množství spotřebovávaného R-materiálu se v Evropě postupně zvyšuje
- ➔ v Německu tvoří R-materiál v celkové produkci asfaltových směsí přibližně 25 %, zatímco například v Rakousku se tento podíl pohybuje přibližně okolo 15 %
- ➔ pojiva v R-materiálu jsou vždy zestárnutá a mají sklon ke křehkému chování
- ➔ používání chemických nebo přírodních přísad v podobě rejuvenátoru pro vylepšení výkonnosti zdegradovaného asfaltového pojiva v R-materiálu
- ➔ v Německu zaveden nový systém ověřování účinnosti těchto přísad (předpis H Re WA)
- ➔ u poжив zavedeno pětistupňové ověření B0 až B4, kdy se testuje dávkované poжив, degradované poживo, vliv rejuvenátoru a účinek stárnutí
- ➔ v Německu se v současné době pozornost věnuje charakterizaci pomocí BTSV a BBR

Aktuální stav využívání rejuvenátorů z pohledu Německa

(S. Miesen al.)



Příspěvek shrnuje:

- ➔ obdobně je zavedeno pět stupňů A0 až A4 ověření vlivu rejuvenátoru ve směsi s RA:
 - stanovení vlastností asfaltové směsi
 - zkoušení asfaltové směsi zpracované podle podmínek metodiky stárnutí TU Braunschweig
 - stanovení množství přidávaného rejuvenátoru
 - stanovení vlastností asfaltového pojiva zpětně získaného z regenerované asfaltové směsi
 - zkoušení regenerované asfaltové směsi s přidáním asfaltové směsi upravené podle metody BSA
- ➔ příspěvek prezentuje poznatky s použitím daného systému ověření pro rejuvenátor RheoFalt® HP-AM

Asfaltové směsi pro obrusné vrstvy s nadlimitním množstvím R-materiálu a jejich trvanlivost (T. Koudelka et al.)

Zaměření příspěvku:

- ➔ revize ČSN 73 6121 umožňuje 30-35 % RA u směsí typu ACO 11
- ➔ ověření bezrizikovosti na funkční chování (trvalé deformace a vznik trhlin) při použití zvýšeného množství RA a nesprávného dávkování oživovací přísady
- ➔ **PRAVIDLO:** množství rejuvenátoru má být takové, aby oživené asfaltové pojivo splnilo stanovené požadavky před i po aplikaci stárnutí. Je nežádoucí, aby oživovací přísada zlepšila nízkoteplotní vlastnosti na úkor odolnosti proti trvalým deformacím.
- ➔ experimentálně porovnána směs ACO 11+ s 0 % a 40 % RA
- ➔ funkční vlastnosti směsí před stárnutím a po stárnutí (9 dní 85°C)
- ➔ podrobné analyzování tuhosti, včetně master curve
- ➔ zjištění I: chování je velmi podobné při správné volbě množství oživovací přísady
- ➔ zjištění II: jiné hutnicí charakteristiky u některých rejuvenátoru v porovnání se směsí bez R-materiálu => mohou se chovat podobně jako NTA

Asfaltové směsi pro obrusné vrstvy s nadlimitním množstvím R-materiálu a jejich trvanlivost (T. Koudelka et al.)

Pro připomenutí – jaká dávkování RA možnosti výroby máme:

Dávkování	Rozmezí dávkování	Použitá technologie	Teplota R-materiálu
Konvenční	< 15 %	Dávkování do míchačky	Za studena
Nízké	15–30 %	Technologie variátoru Dvojitý plášť	Za studena Za tepla
Střední	30–50 %	Dvojitý plášť Paralelní buben	Za tepla
Vysoké	50–70 %	Paralelní buben	Za tepla
Velmi vysoké	> 70 %	Paralelní buben s nepřímým ohřevem	Za tepla

Asfaltové směsi pro obrusné vrstvy s nadlimitním množstvím R-materiálu a jejich trvanlivost (T. Koudelka et al.)

Testované přísady a optimalizace dávkování:

Přísada	Bod vzplanutí	Kinematická viskozita	Doporučená teplota dávkování	Bod tuhnutí
	(°C)	(40 °C, mm ² /s)	(°C)	(°C)
A (přísada na bázi rostlinných olejů)	> 280	53	x	x
B (polyol ester)	> 280	40	> 10	-48
C (deasphalted vacuum residue solvent)	> 230	2000	50	3-9

Oživovací přísada	Množství oživovací přísady (%)		Dávkování z hlediska BM oproti penetraci (%)	Očekávaný BM při dávkov přísad dle penetrace (°C)
	Penetrace (0,1 mm)	Bod měknutí (°C)		
A	5,6	8,0	142	52,3
B	6,0	9,1	151	51,6
C	15,0	19,6	131	51,1

^{a)} Pojivo před stárnutím bylo gradace 50/70, penetrace – 56 (0,1 mm) a BM 48,0 °C
 Pojivo gradace 50/70 po dlouhodobém stárnutí, penetrace – 23 (0,1 mm) a BM 61,6 °C

Asfaltové směsi pro obrusné vrstvy s nadlimitním množstvím R-materiálu a jejich trvanlivost (T. Koudelka et al.)

Ověření parametrů užití přísady A:

- ➔ pojivo z R-materiálu je smícháno pouze s pojivem 70/100.
- ➔ pojivo z R-materiálu je smícháno pouze s oživovací přísadou.
- ➔ pojivo z R-materiálu je smícháno s pojivem 50/70 a oživovací přísadou

Materiál	Vstupní parametry (-)				Vypočítané hodnoty		Naměřené hodnoty	
	70/100	50/70	Přísada A ^{a)}	R-mat. pojivo	KK (°C)	PEN (0,1 mm)	KK (°C)	PEN (0,1 mm)
Pojivo 1	0,7			0,3	50,9	59	51,2	59
Pojivo 2			0,06	1,00	53,4	65	52,0	64
Pojivo 3		0,7	0,06	0,3	51,2	55	52,6	59
R-mat. poj.				1,0			63,3	28
50/70		1,0					50,2	51
70/100	1,0						45,6	81

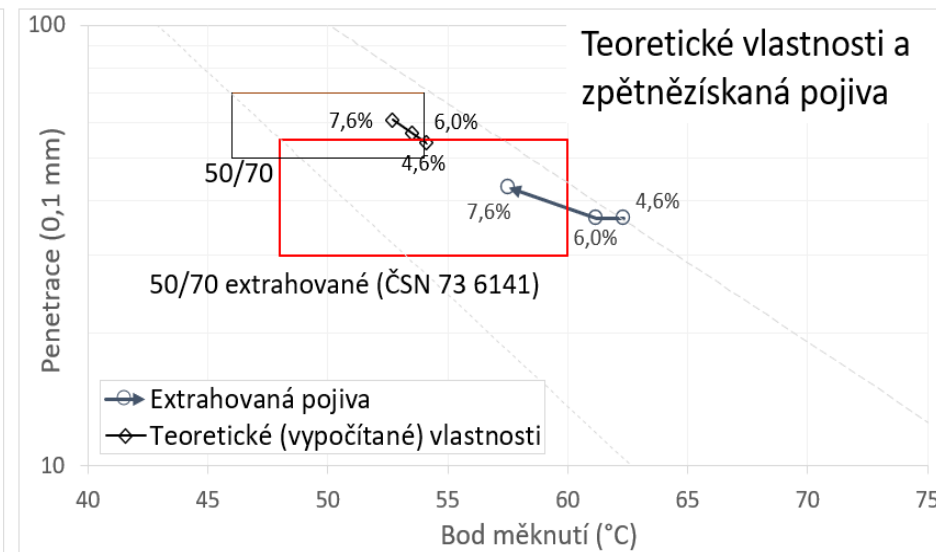
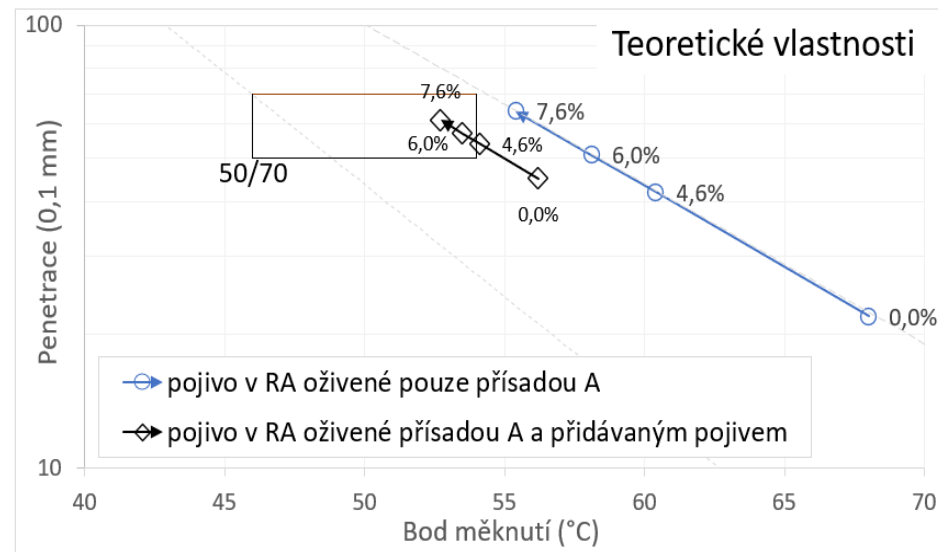
^{a)} Při dávkování přísady bylo zestárlé pojivo, do kterého se přísada dávkovala, uvažováno jako 100 %.

Asfaltové směsi pro obrusné vrstvy s nadlimitním množstvím R-materiálu a jejich trvanlivost (T. Koudelka et al.)

Ověření vlivu rozpouštědla a zpětné destilace:

Materiál	Vstupní parametry (%)			RTFOT pojivo		RTFOT pojivo po destilaci	
	50/70	přísada A	R-mat. pojivo	KK (°C)	PEN (0,1 mm)	KK (°C)	PEN (0,1 mm)
Pojivo 3	0,7	0,06	0,3	57,5	37	58,3	37

Ověření pře- nebo poddávkování rejuvenátoru:



Asfaltové směsi pro obrusné vrstvy s nadlimitním množstvím R-materiálu a jejich trvanlivost (T. Koudelka et al.)

Testování na směsi ACO 11+:

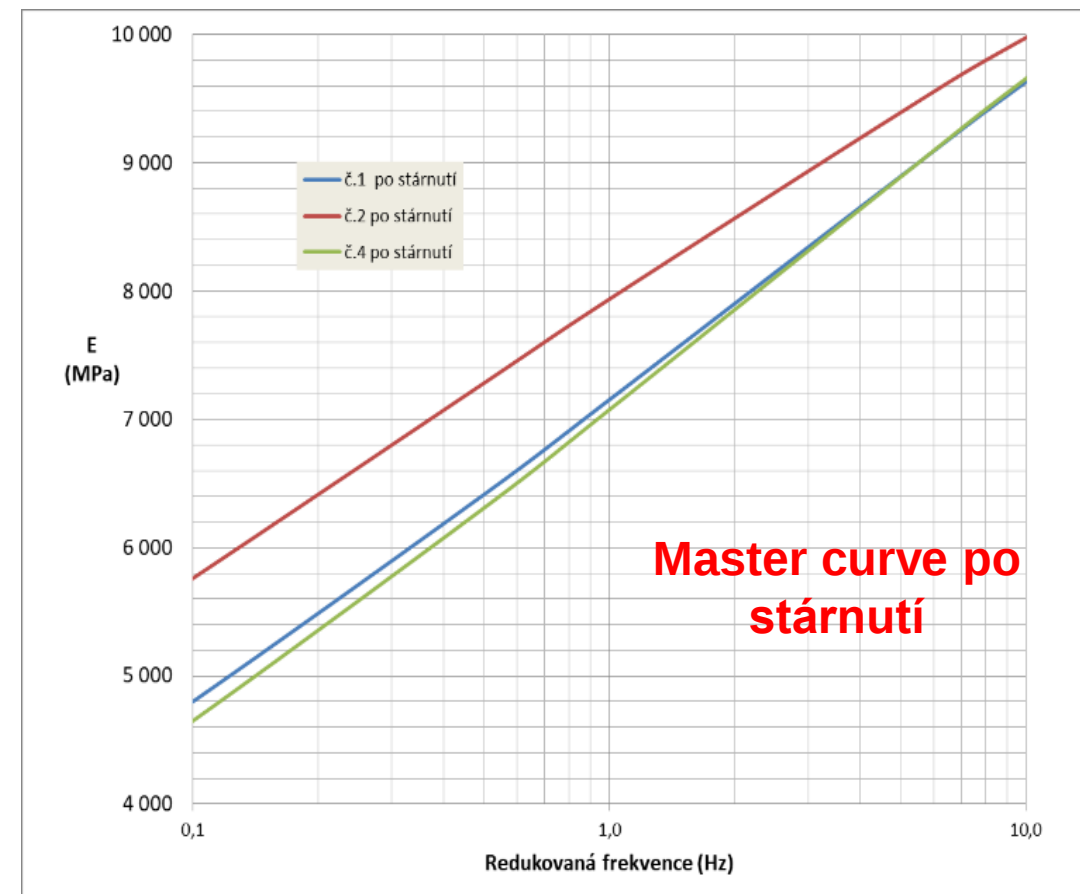
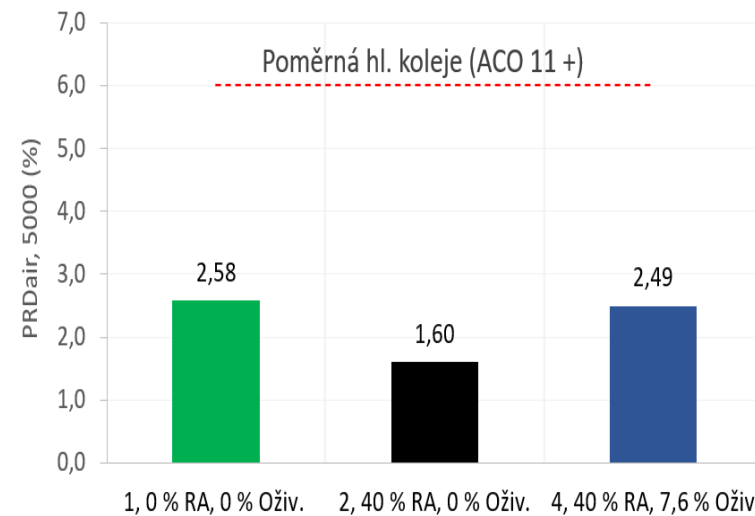
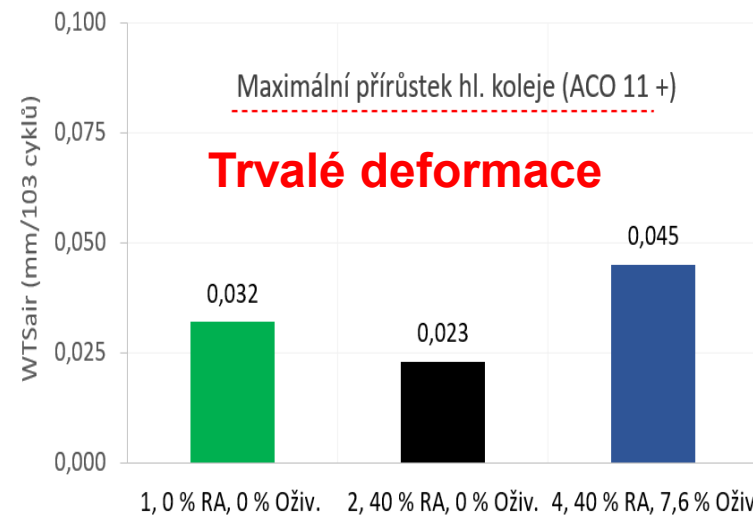
Směs	Číslo směsi	Přidávané pojivo	22 RA 0/16 %	Oživovací přísada % z hm. zestárlého pojiva
ACO 11+	1	50/70	0	0,0
	2	50/70	40	0,0
	4	50/70	40	7,6

Posuzované varianty

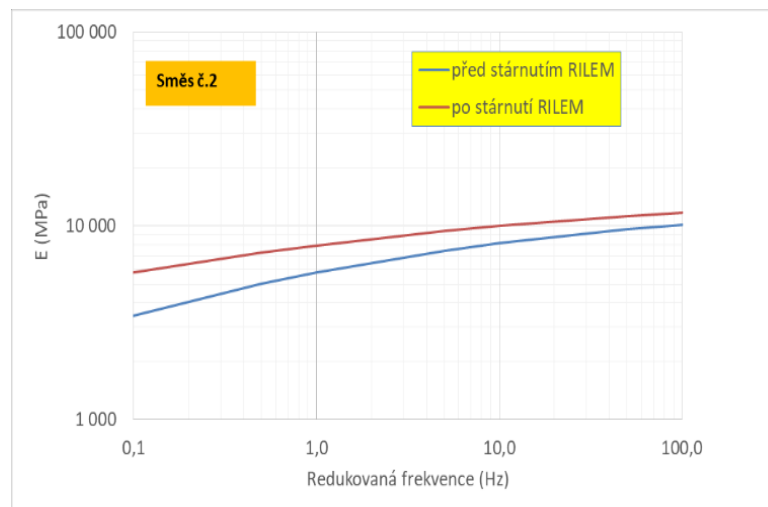
Vlastnosti pojiva ve směsi

Směs	Teoretické vlast. pojiva (výpočet)		Zpětné získání po výrobě		rozdíl	
	KK (°C)	PEN (0,1 mm)	KK (°C)	PEN (0,1 mm)	KK (°C)	PEN (0,1 mm)
směs 1	51,6	59	56,0	36	4,4	-23
směs 2	56,2	45	62,2	25	6,0	-20
směs 4	52,7	61	56,0	40	3,3	-21

Asfaltové směsi pro obrusné vrstvy s nadlimitním množstvím R-materiálu a jejich trvanlivost (T. Koudelka et al.)



Tuhost před a po stárnutí (2PB-TR)



Posouzení vlivu a ověření účinnosti nového typu bio oživovací přísady ve směsích s vyšším % obsahem R-materiálu (D. Matoušek et al.)

Příspěvek shrnuje:

- ➔ posouzení nového typu rejuvenační přísady na bázi bio-složek (ANOVA 1817)
- ➔ aplikace ve směsi AC 16+ s vyšším obsahem R-materiálu (50%)
(porovnání s variantou měkčího pojiva 70/100)
- ➔ použití 11 RA 0/8 mm a dávkování 6 %, 10 % a 14 % přísady k pojivu v RA
- ➔ výsledek: u směsi optimální množství oživovací přísady pro daný typ R-materiálu dle výsledků v rozmezí 6 % až 10 %.
- ➔ samostatně posouzen vliv přísady na vyextrahovaném RA pojivu s uplatněním 4 %, 8 % a 12 % přísady
- ➔ analýza vlivu na mechanické a funkční zkoušky
- ➔ vymezení indexu rejuvenace



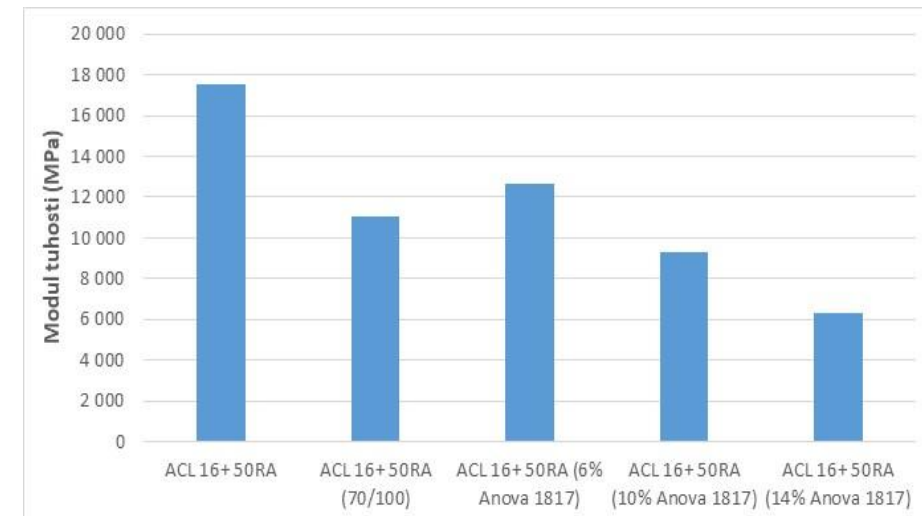
AV'23 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2023

Posouzení vlivu a ověření účinnosti nového typu bio oživovací přísady ve směsích s vyšším % obsahem R-materiálu (D. Matoušek et al.)

Asfaltová směs	Objemová hmotnost zhutněné směsi	Mezerovitost	Pevnost v příčném tahu (suchá tělesa)	ITSR
	(g.cm ⁻³)		(MPa)	(%)
ACL 16+ 50RA	2,390	6,40	3,05	79,6
ACL 16+ 50RA (70/100)	2,358	5,94	2,23	78,4
ACL 16+ 50RA (6 % ANOVA 1817)	2,388	6,23	2,01	79,3
ACL 16+ 50RA (10 % ANOVA 1817)	2,388	4,43	1,76	94,4
ACL 16+ 50RA (14 % ANOVA 1817)	2,436	2,46	1,26	97,8



Asfaltová směs	Modul tuhosti (MPa)			Teplotní citlivost
	0 °C	15 °C	27 °C	
ACL 16+ 50RA	27 407	17 497	8 991	3,05
ACL 16+ 50RA (70/100)	20 712	11 039	4 021	5,15
ACL 16+ 50RA (6 % Anova 1817)	21 048	12 669	6 278	3,35
ACL 16+ 50RA (10 % Anova 1817)	21 637	9 292	3 792	5,71
ACL 16+ 50RA (14 % Anova 1817)	16 678	6 289	2 768	6,02



Posouzení vlivu a ověření účinnosti nového typu bio oživovací přísady ve směsích s vyšším % obsahem R-materiálu (D. Matoušek et al.)

Směs	Modul tuhosti – zestárnutá tělesa (MPa)		Index stárnutí (-)	
	0 °C	15 °C	0 °C	15 °C
ACL 16+ 50RA	27 734	21 378	1,01	1,22
ACL 16+ 50RA (70/100)	24 838	16 259	1,20	1,47
ACL 16+ 50RA (6 % Anova 1817)	22 724	15 119	1,08	1,19
ACL 16+ 50RA (10 % Anova 1817)	21 346	11 625	0,99	1,25
ACL 16+ 50RA (14 % Anova 1817)	16 250	7 548	0,97	1,20

➔ jedna z několika skutečností, proč používání měkčích silničních asphaltů u směsí s více RA nemusí být ideální řešení

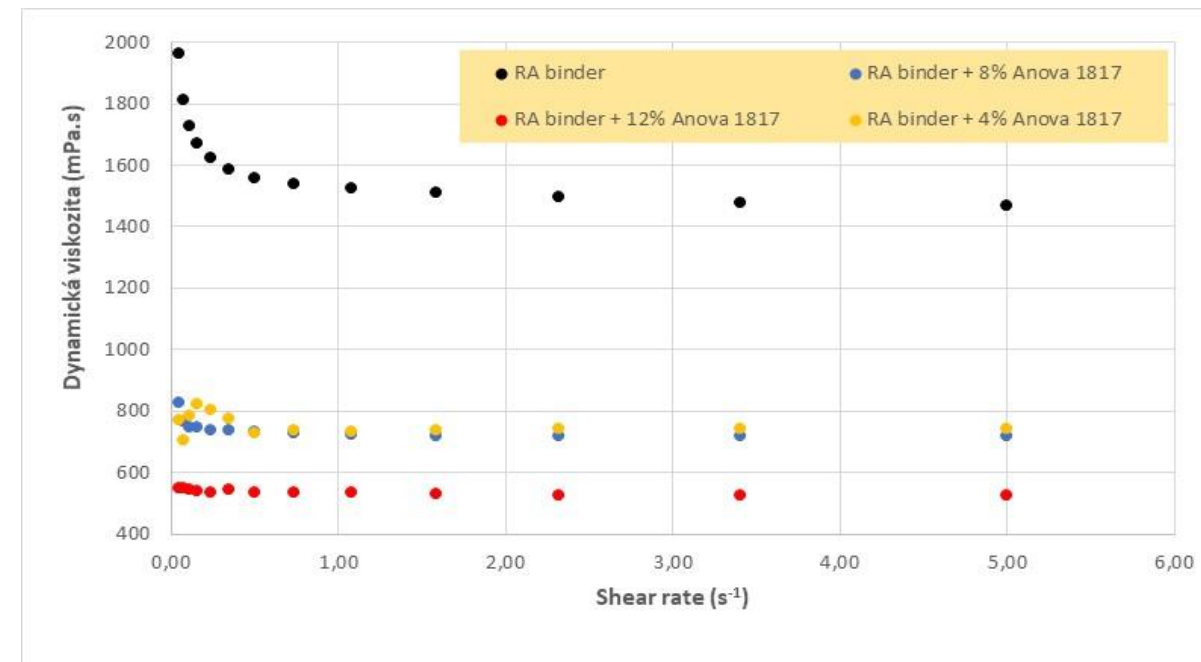
Asfaltová směs	Lomová houževnatost		Lomová energie do F_{max}		Celková lomová energie	
	K_{IC} (N/mm ^{1,5})		$G_{f,max}$ (J/m ²)		G_f (J/m ²)	
	nezestárnutá	zestárnutá	nezestárnutá	zestárnutá	nezestárnutá	zestárnutá
ACL 16+ 50RA	30,3	34,4	558,0	546,7	953,2	680,0
ACL 16+ 50RA (6 % ANOVA 1817)	35,3	46,6	993,3	1460,0	1115,3	1795,1
ACL 16+ 50RA (10 % ANOVA 1817)	48,4	36,7	1736,2	1354,6	2240,3	2004,2
ACL 16+ 50RA (14 % ANOVA 1817)	45,9	42,3	1469,0	1586,7	1824,3	2059,0



Posouzení vlivu a ověření účinnosti nového typu bio oživovací přísady ve směsích s vyšším % obsahem R-materiálu (D. Matoušek et al.)

Vzorek	Bod měknutí KK (°C)	Penetrace při 25 °C (dmm)	Penetrační index
RA	60,2	18	-1,02
RA + 4 % ANOVA 1817	53,8	32	-1,25
RA + 8 % ANOVA 1817	48,6	51	-1,52
RA + 12 % ANOVA 1817	44,6	76	-1,69

Vzorek	Teplota (°C)	Nevratná smyková poddajnost		Elastické zotavení		J _{nr diff} (%)	R _{diff} (%)
		J _{nr 0,1 kPa}	J _{nr 3,2 kPa}	%R _{0,1 kPa}	%R _{3,2 kPa}		
RA	60	0,199	0,218	26,2	21,7	9,4	16,9
	70	0,678	1,140	15,4	4,8	16,5	61,3
RA + 4 % ANOVA 1817	60	0,555	0,655	19,8	10,7	17,9	46,2
	70	2,318	2,380	8,8	1,6	22,1	81,9
RA + 8 % ANOVA 1817	60	1,417	1,742	13,0	3,2	23,0	75,4
	70	5,474	6,895	4,8	-0,7	4,8	114,1
RA + 12 % ANOVA 1817	60	2,735	3,447	9,6	1,1	26,0	88,7
	70	9,757	12,460	3,2	-0,8	27,7	124,1



Posouzení vlivu a ověření účinnosti nového typu bio oživovací přísady ve směsích s vyšším % obsahem R-materiálu (D. Matoušek et al.)

Index rejuvenace:

- ➔ jedná se o index, který byl definován pro účely zpracovaného posouzení rejuvenátoru ANOVA 1817 a přístup se neopírá o poznatky zahraniční literatury
- ➔ určuje míru vlivu množství rejuvenátoru na dané vlastnosti pojiva

$$Rel = \frac{\text{vlastnost zdegradovaného pojiva} - \text{vlastnost rejuvenovaného pojiva}}{\text{vlastnost zdegradovaného pojiva}}$$

Vzorek	Index rejuvenace (Rel)				
	penetrace	bodů měknutí	dynamické viskozity při 135 °C	T(G* =50 kPa)	deformační energie při protažení 20 cm
RA + 4 % ANOVA 1817	0,78	-0,11	-0,48	-0,11	-0,63
RA + 8 % ANOVA 1817	1,83	-0,19	-0,53	-0,13	-0,85
RA + 12 % ANOVA 1817	3,22	-0,26	-0,66	-0,19	-0,93

Recyklace za horka s vysokým podílem R-materiálu: případové studie ve Španělsku a v České republice (S. Eskandarsefat et al.)



Shrnutí příspěvku:

- ➔ poznatky z ověření využití dvou typů rejuvenátoru v praxi v kombinaci s AC s podílem 50% R-materiálu
- ➔ provedena charakterizace R-materiálu a stanoveno optimální dávkování přísady ve vazbě na dosažení co nejlepší trvanlivosti směsi
- ➔ chování asfaltové směsi posouzeno i na směsích odebraných na stavbě (v případě španělské případové studie doplněno i po později odebrané jádrové vývrty)
- ➔ výhody recyklace RA v asfaltových směsích za horka jsou optimalizovány, když se použije vyšší množství R-materiálu (RA) v kombinaci s rejuvenátory



„100 % recyklace“ asfaltových směsí na obalovně – první zkušenosti z ČR (T. Koudelka et al.)



Východiska:

- ➔ rostoucí ceny surovin (především asfaltových pojiv)
- ➔ dostupnost surovin
- ➔ tlak na udržitelnost a oběhová řešení
- ➔ normové možnosti pro konvenční směsi
- ➔ technologické možnosti dnešních obaloven (paralelní bubny s přímým a nepřímým ohřevem); v prvním případě 60-70 % RA v druhém až 100 % RA

Zacílení:

- ➔ provozní výroba a experimentální studie s funkčními zkouškami směsí s až 100 % RA
- ➔ porovnání s požadavky ČSN 73 6148
- ➔ zařaditelnost směsí se 100 % RA dle této normy?
- ➔ přiměřené účely užití – méně zatížené komunikace

„100 % recyklace“ asfaltových směsí na obalovně – první zkušenosti z ČR (T. Koudelka et al.)

Co máme za sebou:

- ➔ řadu výzkumných projektů s ověřením a vymezením možností zvyšování RA a používání rejuvenačních přísad a obdobných řešení
- ➔ normu na správnou manipulaci a ověřování R-materiálu (ČSN 73 6141)
- ➔ normu na recyklaci za horka na místě (ČSN 73 6148)
- ➔ zvyšující se limity R-materiálu v konvenční směsi (ČSN 73 6121:2023)

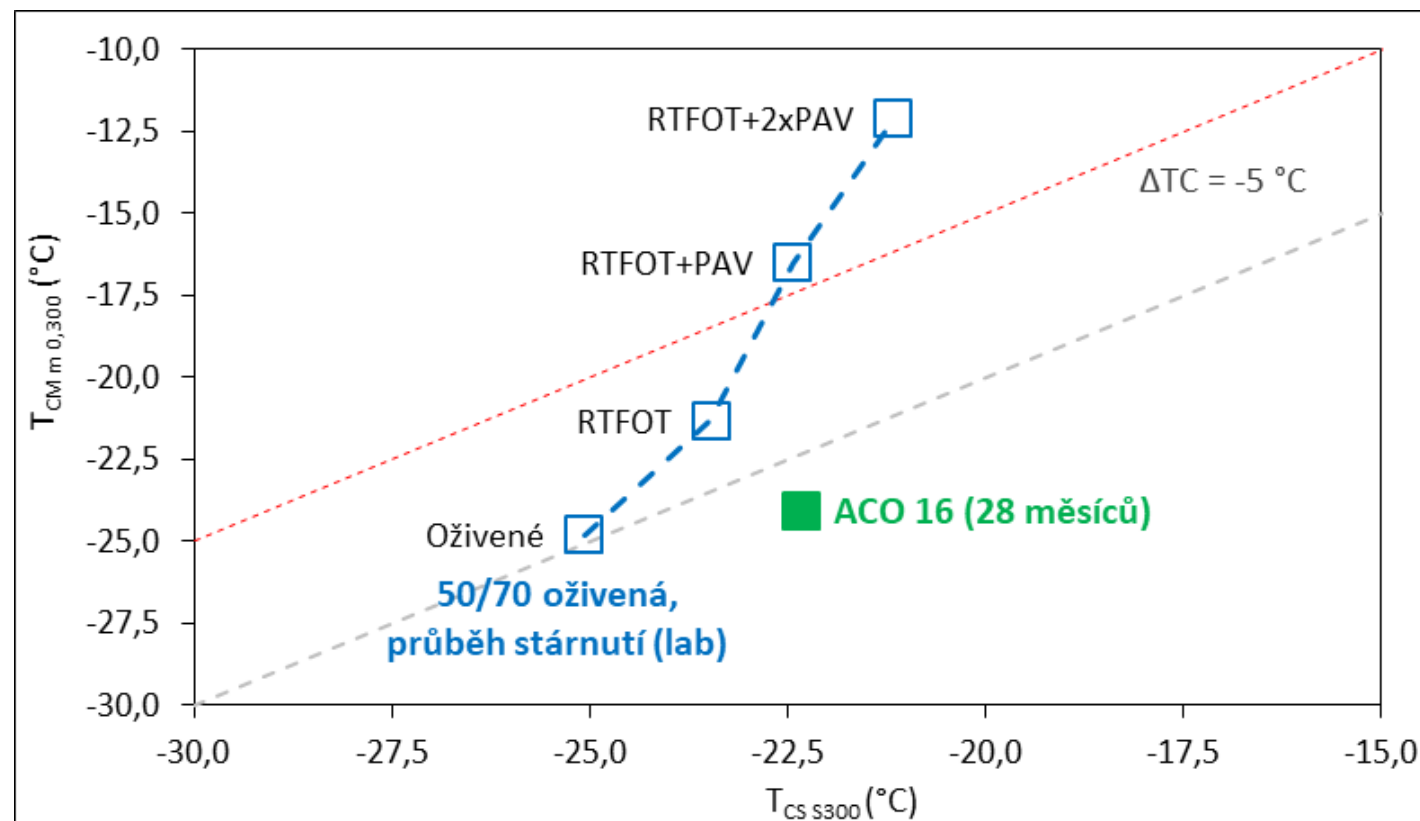
A když porovnáme tyto dva podobné přístupy?

- ➔ požadavky na směsi jsou mírnější v případě výroby směsí na místě
- ➔ maximální použití RA je výrazně vyšší u směsí vyrobených na místě
- ➔ homogenita materiálu ve vozovce je nižší, než ta po jeho odfrézování a zpracování
- ➔ Požadavky na kontrolní zkoušky u směsí z obalovny obsahují zkoušky zpětně získaných poživ, zatímco u směsí vyrobených na místě se toto nepožaduje.

„100 % recyklace“ asfaltových směsí na obalovně – první zkušenosti z ČR (T. Koudelka et al.)

Ověření zkušebním úsekem:

- ➔ ACO 16 s 80% RA vyrobená a položená v roce 2020;
- ➔ vozovka s TDZ V-VI (příjezd do výrobního areálu);
- ➔ sledování po dobu 2,5 roku (vozovka bez zjevných poruch);
- ➔ zpětné získání pojiva a jeho analýza: PEN 43 dmm, KK 57,7°C



„100 % recyklace“ asfaltových směsí na obalovně – první zkušenosti z ČR (T. Koudelka et al.)

Laboratorní studie:

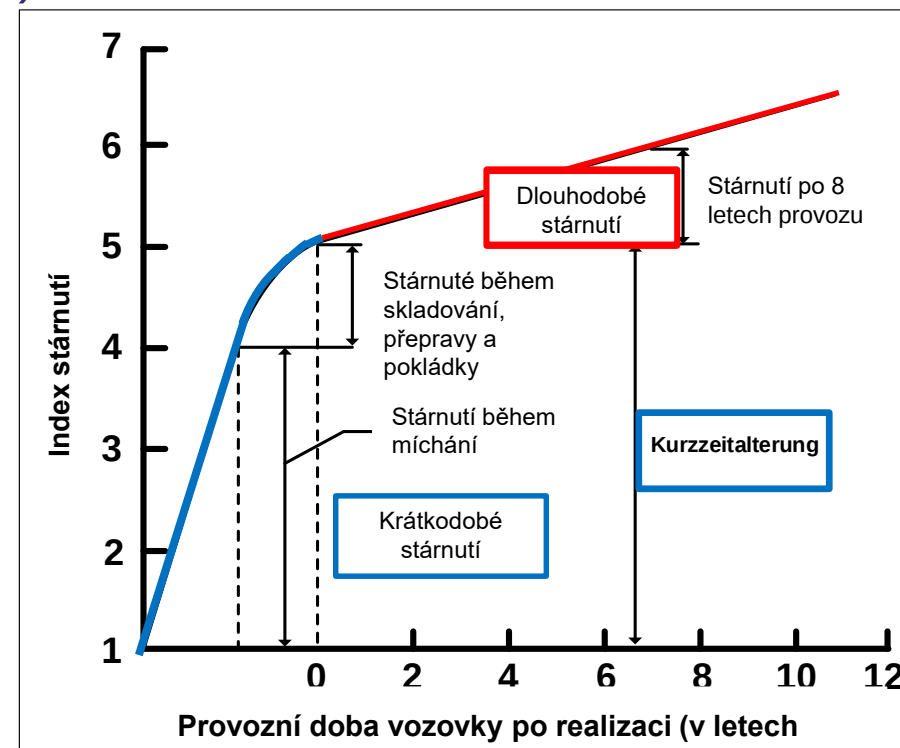
- ➔ ACP 16S se 100% RA ve dvou variantách (různá tuhost výsledného pojiva);
- ➔ R-materiál 32 RA 0/16;
- ➔ porovnání s běžnou asfaltovou směsí stejného typu (bez RA).

			Experimentální	Experimentální	Konvenční	Požadavky	
Směs			1. ACP 16 F	2. ACP 16 F	ACP 16 S	ACP 16R	ACP 16+
Výroba			Lab. výroba	Lab. výroba	Obalovna	ČSN 73 6148	ČSN 73 6121 TP170
Obsah R-materiálu 32 RA 0/16		%	100	100	0	100	max 60
Tuhost S	EN 12697-26	MPa	13 929	9 614	10 749		min 7 500
Únava ϵ_6	EN 12697-24	$10^{-6}(\mu\text{m}/\text{m})$	106				min 100
Mezerovitost	EN 12697-8	%	6,3		5,1	4,0-7,0	4,0-7,0

Odhalení plného potenciálu R-materiálu (S. Irzayev et al.)

Shrnutí příspěvku:

- ➔ v ideálním případě využívat vyšší podíl R-materiálu získaného z materiálu asfaltových obrusných vrstev s vysoce kvalitním kamenivem a pojivem v nových asfaltových vrstvách vozovek (princip "**horizontální recyklace**")
- ➔ shrnut princip správné volby R-materiálu
- ➔ zdůrazněn negativní dopad stárnutí asfaltu
- ➔ řešení přes použití rejuvenačních přísad
- ➔ zdůrazněno, že rejuvenační přísada je skutečně efektivní, pokud kromě změkčení pojiva obnovuje fyzikální a reologické vlastnosti pojiva
- ➔ představen rejuvenátor VIATOP RC

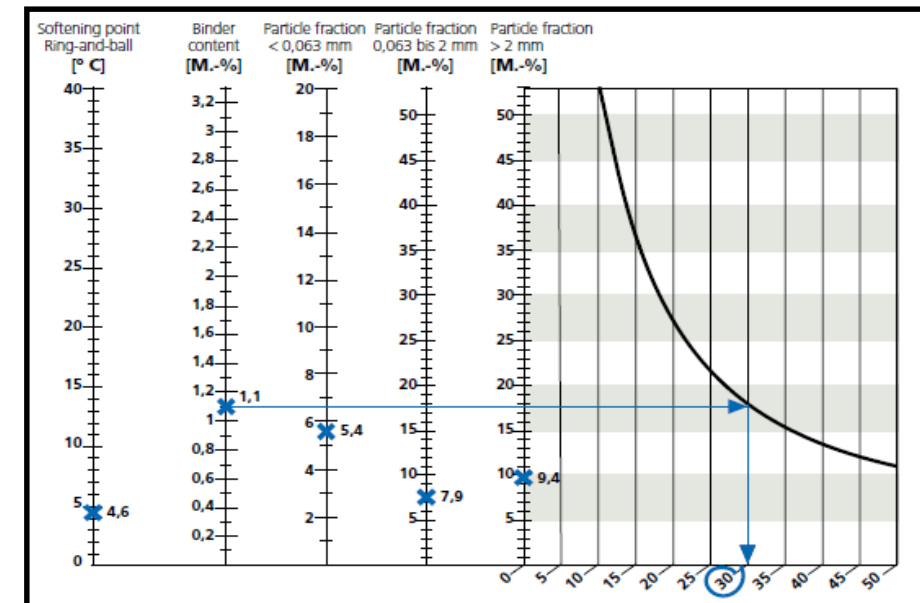


Odhalení plného potenciálu R-materiálu (S. Irzayev et al.)

Německý přístup k výběru co nejkvalitnějšího R-materiálu:

- ➔ ze skládek se obvykle odebírá 5 vzorků z každých 500 tun
- ➔ homogenita se určuje podle obsahu asfaltového pojiva (% hm.), bodu měknutí (°C) a obsahem jemných částic, drobného kameniva a nakonec hrubého kameniva o velikosti > 2 mm (% hm.)
- ➔ nejnižší hodnota z těchto 5 parametrů předurčuje maximální obsah R-materiálu

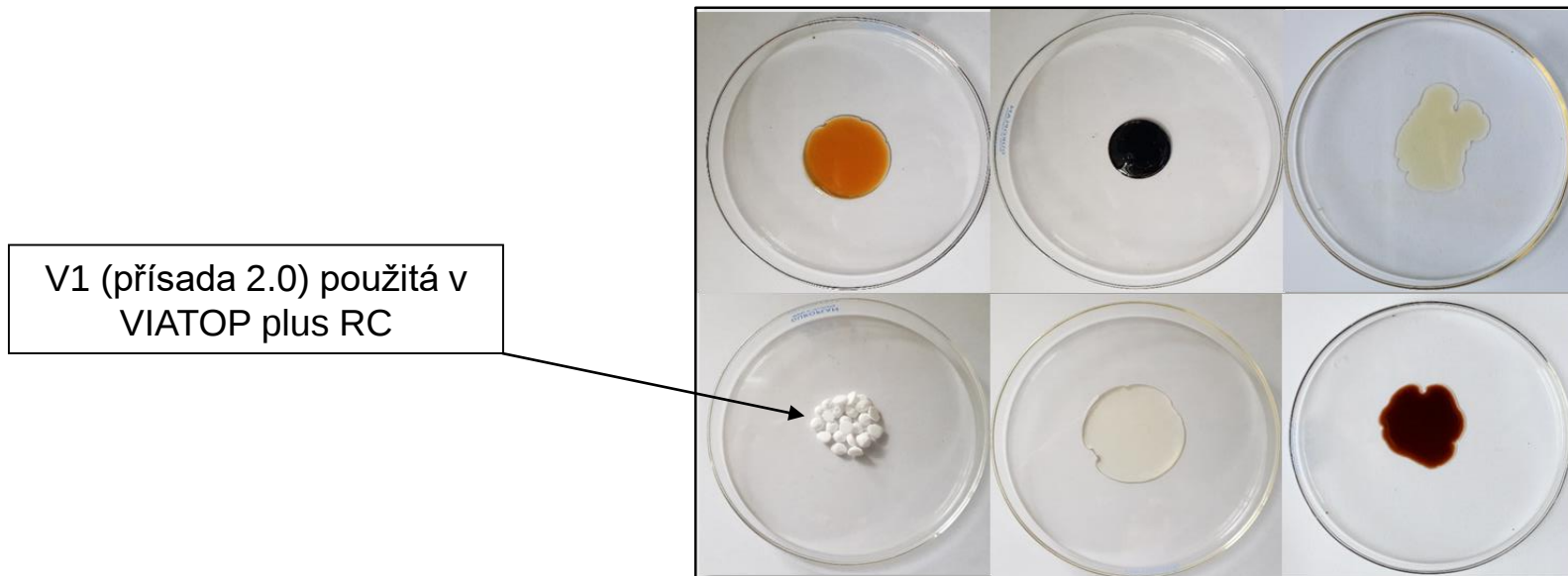
Vlastnost	Bod měknutí „KK“ (°C)	Obsah pojiva (%-hm.)	Podíl filerických složek <0,063 mm (%-hm.)	Drobné kamenivo 0,063-2 mm (%-hm.)	Zrna kameniva > 2 mm (%-hm.)
Vzorek č. 1	68,6	5,8	9,8	27,7	62,4
Vzorek č. 2	64,0	5,8	11,3	25,2	63,5
Vzorek č. 3	64,8	5,2	9,2	19,8	70,9
Vzorek č. 4	68,0	4,7	6,7	21,5	71,8
Vzorek č. 5	66,4	5,1	12,1	23,8	64,1
Střední hodnota	66,4	5,3	9,8	23,6	66,5
Variabilita	4,6	1,1	5,4	7,9	9,4



Odhalení plného potenciálu R-materiálu (S. Irzayev et al.)

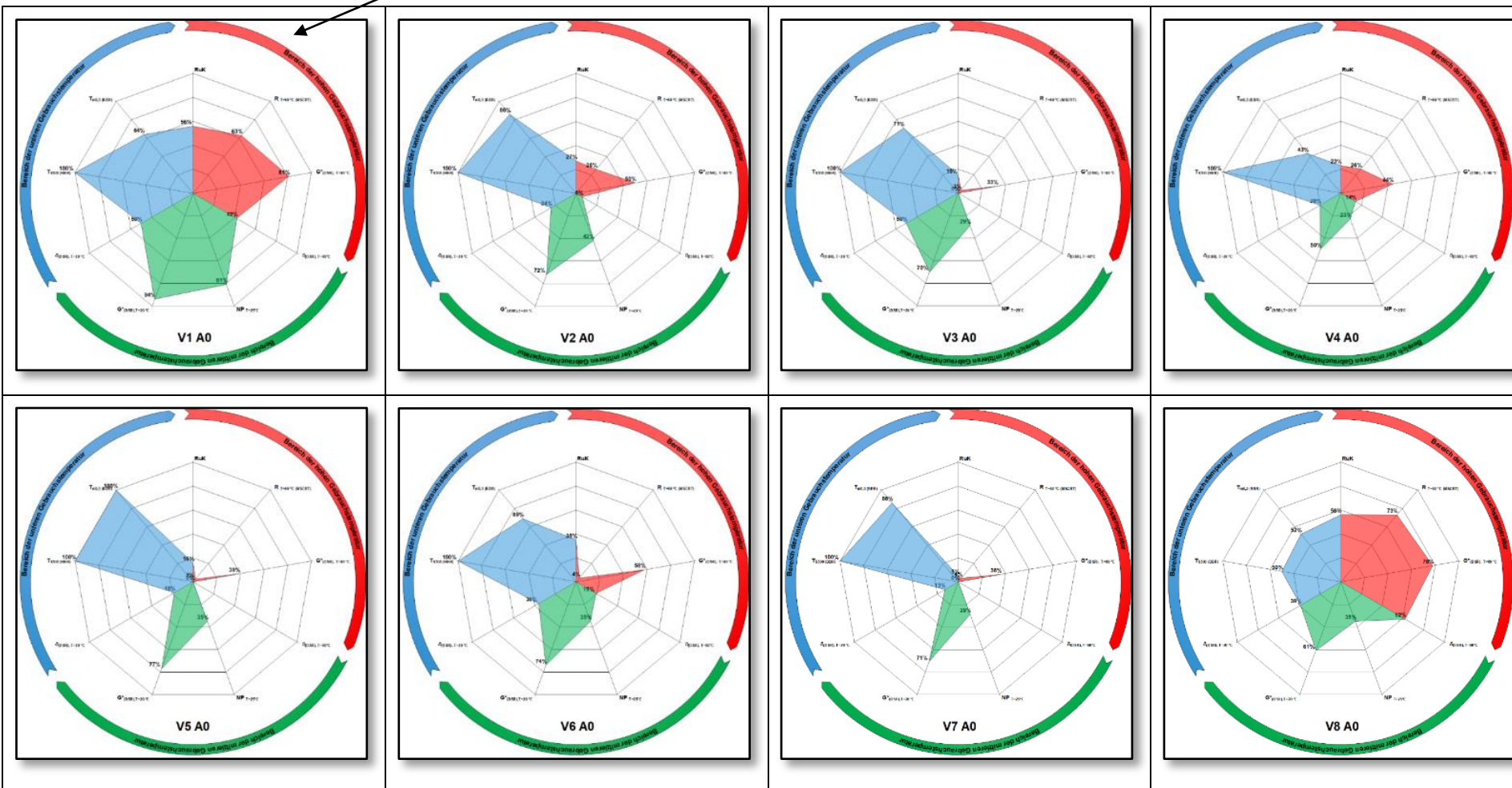
Porovnání rejuvenátorů:

- ➔ šest rejuvenátoru s dávkování 3 %-hm. pojiva (použito zestárnuté pojivo 50/70) + samostatně varianta 160/220
- ➔ aplikována německá metodika posouzení s 5 úrovněmi pojiva A0 až A4
- ➔ výsledky vyneseny do paprskových diagramů s rozdělením na teplotní rozsahy: max. (60 °C, červený), střední (20-30 °C, zelený) a min. (-10 až -25 °C, modrý)



Odhalení plného potenciálu R-materiálu (S. Irzayev et al.)

V1 (přísada 2.0) použitá v
VIATOP plus RC



**Obnovení
vlastností
pojiva 50/70 po
rejuvenaci (All)**

V8 pojivo 160/220 (30% z
celkového pojiva)

Využití R-materiálu při provádění mikrokoberců (K. Birngruber et al.)



Shrnutí příspěvku:

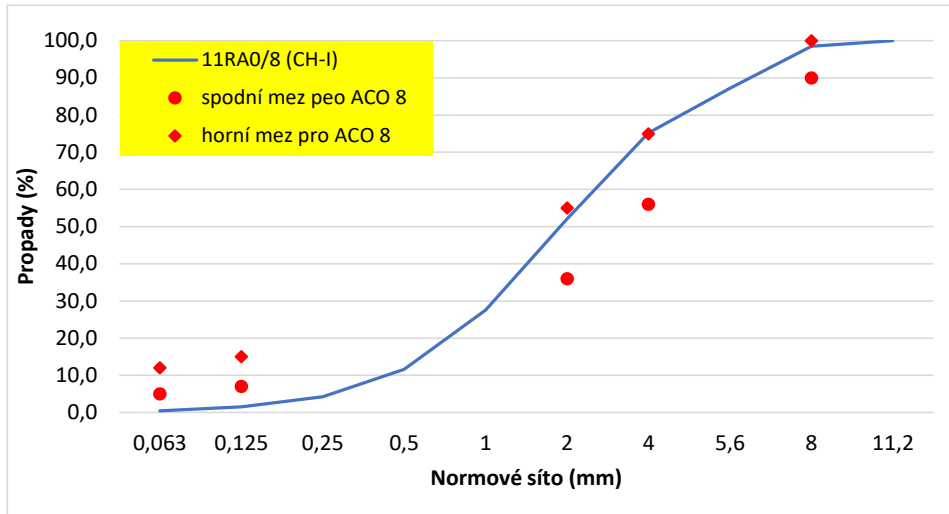
- ➔ poznatky z dalšího praktického vývoje technologie mikrokoberců
- ➔ vlastní technologie patří do skupiny efektivních řešení souvislé údržby s dlouhou životností
=> to předpokládá zvýšený důraz na materiálovou a technologickou kázeň
- ➔ ověřování a rozvoj přístupu, kdy drcené kamenivo je nahrazováno vhodně tříděným R-materiálem (zpravidla 0-5 mm nebo 0-8 mm)
- ➔ zdůrazněn význam množství pojiva v R-mat. a naladění kationaktivní emulze na tuto skutečnost
- ➔ pro vylepšení vlastností práce s přídatnými vlákny
- ➔ shrnuty přístupy tohoto řešení (např. rychlejší stabilizace, vyšší odolnost proti mrazové trhlině, možnost realizace mikrokoberce ve zvýšené tloušťce)

Řešení pro vysprávkovou asfaltovou směs se 100% R-materiálu prováděnou za studena (J. Valentin et al.)

Příspěvek shrnuje:

- ➔ experimentální studii k posouzení materiálových parametrů studené asfaltové směsi pro vysprávky i plošné aplikace
- ➔ představuje alternativní koncept k běžný vysprávkovým směsím („studeným baleným“) s využitím 100 % R-materiálu
- ➔ předkládá posouzení dvou desítek laboratorně navržených variant s novým typem rejuvenačního pojiva vs. asfaltovou emulzí
- ➔ nastiňuje možný přístup k nastavení technickým minimálních požadavků na základě inspirace přístupů zvoleného v Milaně
- ➔ upozorňuje na výhodu v podobě měřitelnosti technických charakteristik (nad rámec zrnitosti a obsahu pojiva) – tedy pevnostní či tuhostní charakteristiky, stanovení mezerovitosti

Řešení pro vysprávkovou asfaltovou směs se 100% R-materiálu prováděnou za studena (J. Valentin et al.)



Označení směsi	Použité pojivo	Pojivo (%-hm.)	Voda (%-hm.)	Rejuve-nátor (%-hm.)	Cement (%-hm.)	VP struska (%-hm.)	GVS struska (%-hm.)	Měděnec (%-hm.)	Pigment (%-hm.)
CRAM_mix 1	EM	3	3	-	-	-	-	-	-
CRAM_mix 2	RP	3	3	-	-	-	-	-	-
CRAM_mix 3	RP	2	3,5	-	-	-	-	-	-
CRAM_mix 4	EM	2	3,5	-	1	-	-	-	-
CRAM_mix 5	EM	3,5	3	-	-	-	-	-	-
CRAM_mix 8	EM	3	3	-	-	4	-	-	-
CRAM_mix 12	--	-	3,5	2	-	-	-	-	-
CRAM_mix 13	EM	2	3,5	1	-	-	-	-	-
CRAM_mix 6	RP	3	3	-	-	-	-	-	-
CRAM_mix 7	RP	2	3,5	-	-	-	-	-	-
CRAM_mix 9	RP	2	3,5	-	1	-	-	-	-
CRAM_mix 10	RP	2	3,5	-	-	-	5	-	-
CRAM mix 11	RP	2	3,5	-	-	-	-	5	-

Characteristic	Value/Description
Aspect	Fluid substance
Pour point	> 0°C
Density at 20°C	0.85 ± 0.95 g/cm ³
Viscosity	400 - 500 cP
Flash point	> 150°C



Řešení pro vysprávkovou asfaltovou směs se 100% R-materiálu prováděnou za studena (J. Valentin et al.)



Označení směsi	Použité pojivo	Modul tuhosti @ 15 °C (MPa)		Pevnost v příčném tahu (MPa)	
		7 dní zrání	28 dní zrání	7 dní zrání	28 dní zrání
CRAM_mix 1	EM	442	neměřeno	0,114	-
CRAM_mix 2	RP	90	1292	-	0,235
CRAM_mix 3	RP	64	neměřeno	0,032	-
CRAM_mix 4	RP	neměřitelné	156	0,050	0,178
CRAM_mix 5	EM	1208	neměřeno	0,266	-
CRAM_mix 8	EM	658	neměřeno	0,153	-
CRAM_mix 12	EM	951	neměřeno	0,200	-
CRAM_mix 13	--	neměřitelné	68	-	0,038
CRAM_mix 6	EM	129	neměřeno	0,058	
CRAM_mix 7	RP	neměřitelné	648	0,053	0,216
CRAM_mix 9	RP	neměřitelné	737	0,080	0,158
CRAM_mix 10	RP	244	neměřeno	0,102	-
	RP	856	neměřeno	0,276	-
	RP	609	neměřeno	0,192	-

Řešení pro vysprávkovou asfaltovou směs se 100% R-materiálu prováděnou za studena (J. Valentin et al.)

Poznatky:

- ➔ TPO 12 (ŘSD) jako jediný existující předpis kvalitativně nedefinuje žádné měřitelné požadavky
- ➔ Milánské stavební předpisy jako jiný příklad vymezují požadavky na M. stabilitu (7 dní) s požadavkem min. 4 kN (25°C), ITS s požadavkem min. 50 kPa (7dní, 25 °C) a odolnost proti otluku (Cantabro test) po 28 dnech zrání
- ➔ Nový typ experimentální studené vysprávkové směsi dosahuje:
 - možnost zkušební tělesa vyformovat po 30 min. od výroby bez rizika zborcení
 - měřitelnou ITS po 7 dnech při 15°C >80 kPa
 - měřitelnou tuhost po 7 nebo 28 dnech
 - zpracovatelnosti cca 48 hodin
 - nedosažitelnou rozumnou míru otlukovosti po 28 dnech
 - mezerovitost mezi 5 až 18 %-obj., což je ovlivněno zejména zrnitostí R-materiálu a množstvím pojiva

Modifikácia asfaltových zmesí odpadovými polyolefínmi ako metóda znižovania environmentálneho zaťaženia (A. Czímerová et al.)

Zaměření příspěvku:

- ➔ studie zaměřená na možnosti využití odpadních plastů z fólií v asfaltových směsích
- ➔ snaha ověřit, že tento typ modifikátoru vede k obdobným vlastnostem jako tradiční asfaltové směsi
- ➔ doplněno o ověření zkušebním úsekem

Východiska:

- ➔ plasty spadají do kategorie „geniálních“ vynálezů člověčenstva (původně pro vojenské účely)
- ➔ od 70. let minulého století roste využívání plastů jako obalového materiálu
- ➔ obecně exponenciální růst produkce a využívání – v roce 1950 se vyrobilo 1,5 milionu tun a v roce 2018 již téměř 360 milionů tun
- ➔ velké množství po konci života skončí jako odpad... tím to nekončí..... pak začíná jízda s mikro- a nanoplasty

Modifikácia asfaltových zmesí odpadovými polyolefínmi ako metóda znižovania environmentálneho zaťaženia (A. Czímerová et al.)

Experimentální studie:

- ➔ použití asfaltu 50/70 a dvou variant odpadního plastu – komerční LDPE a odpadní polyolefín z přepracování LDPE (regranulát)
- ➔ modifikátory aplikovány v pojivu a to v množství 6 %-hm.
- ➔ testováno u směsi AC 16 ložná
- ➔ zkušební úsek na komunikaci v obci Dolná Strehová (3 dílčí úseky o délce 100 m každý)

Skúšaná vlastnosť	Nameraná hodnota	Skúšobná norma	Požiadavka KLAZ
Penetrácia pri 25 °C	54,5	STN EN 1426	50 až 70
Bod mäknutia (°C)	50,6	STN EN 1427	46 až 54
Kinematická viskozita pri 135 °C; [mm ² /s]	539,1	STN EN 12595	≥ 295

LDPE



LDPE re



Modifikácia asfaltových zmesí odpadovými polyolefínmi ako metóda znižovania environmentálneho zaťaženia (A. Czímerová et al.)

Produkt	LD-PE granulát	
Farba	Farbený - čierny	
Vlastnosti	MJ	Typická hodnota
MFI (190 °C / 2,16 kg)	g/10 min	0,4–1,0
Hustota (23 °C)	kg/m3	920–925
Filtrácia	µm	110
Odporúčaná teplota spracovania	°C	170–220
Balenie v Big-Bagoch	kg	1000–1200
Primárne použitie	PE fólie, PE rúry	
Pôvod materiálu	Priemyselný odpad – odpadová PE fólia	
Poznámky	Vstupný materiál je triedený, praný a následne spracovaný na recyklačnej linke EREMA. Regranulát je štandardne zmiešaný v homogenizačnom sile (šarža = 24t).	

Poznatky:

- ➔ První poznatek: přidání LDPE a LDPEre neovlivnilo přilnavost, v případě regranulátu se dokonce zlepšila



Nízkoteplotní asfaltové směsí jako další aspekt udržitelnosti



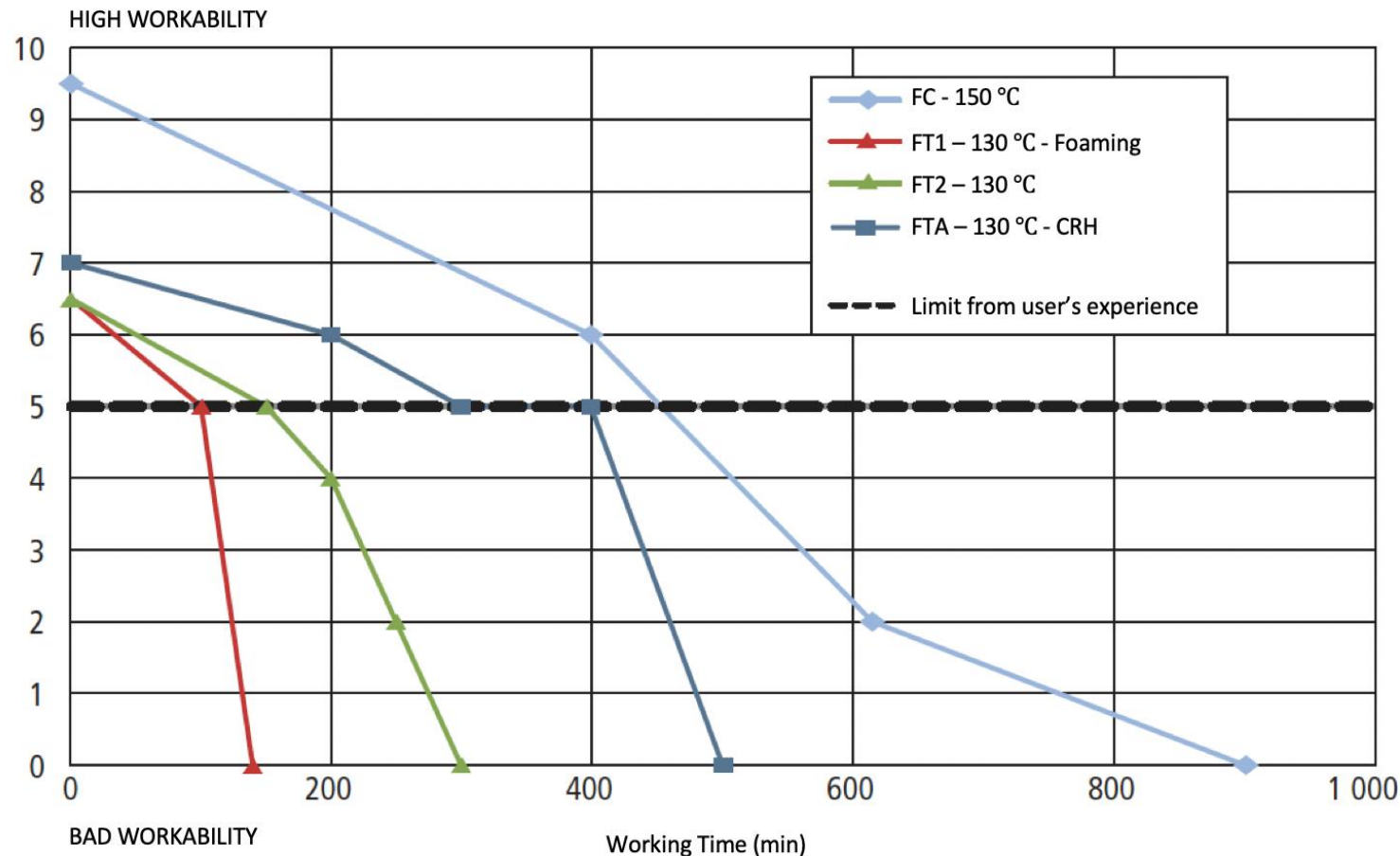
Technologie nízkoteplotních asfaltových směsí se zlepšenou zpracovatelností (B. Marcant)



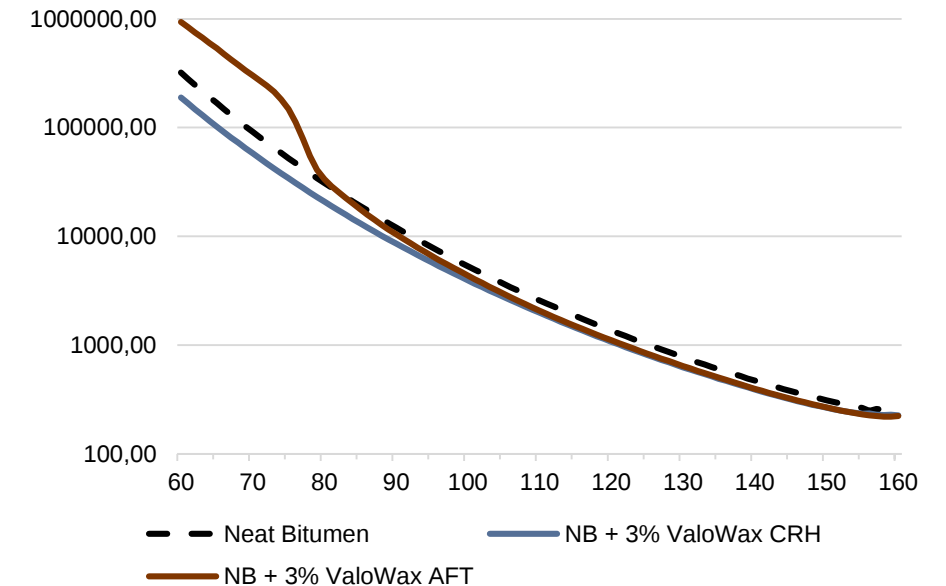
Shrnutí:

- ➔ akcentována současná snaha a potřeba snižovat CO₂ emise (energetickou náročnost)
- ➔ zdůrazněno postupné implementování environmentálních požadavků do kritérií veřejných zakázek (nezbytnost)
- ➔ zavádění LCA a postupné povinnosti environmentálních prohlášení výrobků
- ➔ upozorněno na přesahy do dostupnosti surovin i to ovlivňuje a bude ovlivňovat možnosti silničních technologií => např. snaha identifikovat možnosti ve využívání bio-surovin
- ➔ existence řady technologických řešení, která trh zná více jak 20 let
- ➔ představení nového typu vosku, který kombinuje přínosy tradičních přísad tohoto typu s povrchově aktivními látkami => vliv na zlepšení zpracovatelnosti
- ➔ laboratorní studie zaměřená na potenciál zlepšování zpracovatelnosti při nižších pracovních teplotách

Technologie nízkoteplotních asfaltových směsí se zlepšenou zpracovatelností (B. Marcant)



Průběh tokové křivky viskozity



AV '23 KONFERENCE ASFALTOVÉ VOZOVKY 2023

Digitalizace a automatizace



EDGITAL – chytré a na AI založené řešení pro hodnocení stavu vozovek (M. Brand et al.)

Shrnutí řešení:

- ➔ nový typ průběžné digitální obrazové analýzy stavu vozovky založený na nástrojích AI;
- ➔ využití dnes rozvíjených přístupů zpracování obrazu (IP) a pokročilého strojového učení (deep learning, DL) – to umí vyhodnocovat i dvourozměrné snímky vozovek
- ➔ rozpoznávání a kategorizace souboru 22 hlavních poruch
- ➔ cloudové řešení kombinované s kamerou umístitelnou na běžná vozidla
- ➔ propojení s geo-webovými aplikacemi a GIS systémy
- ➔ otevřené rozhraní (API) umožňující bezproblémový export shromážděných dat do dalších procesů a systémů
- ➔ možnosti porovnávání a hodnocení stavu úseku komunikace v čase

EDGITAL – chytré a na AI založené řešení pro hodnocení stavu vozovek (M. Brand et al.)

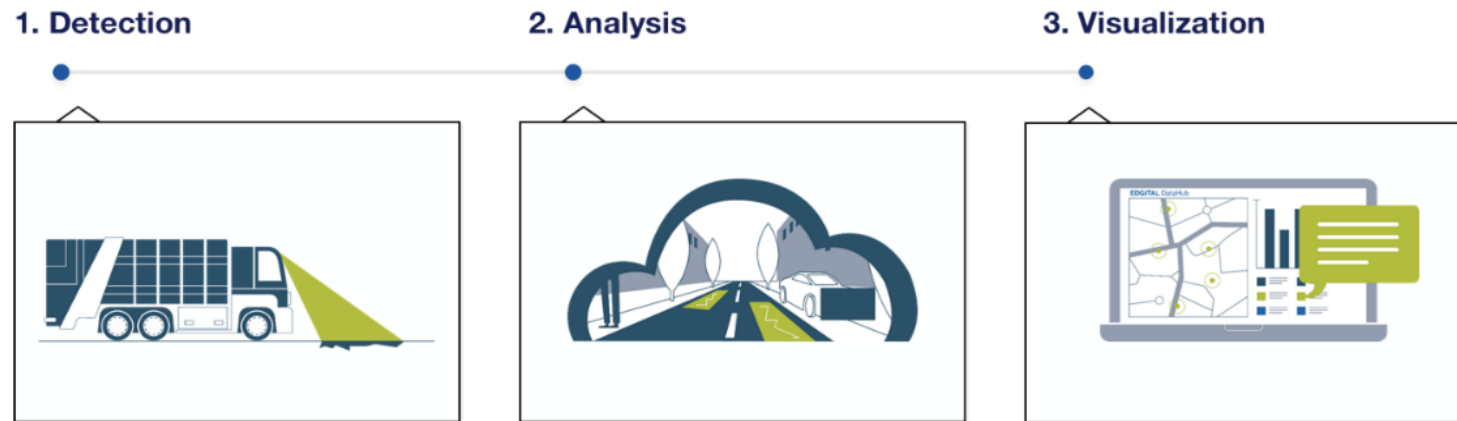
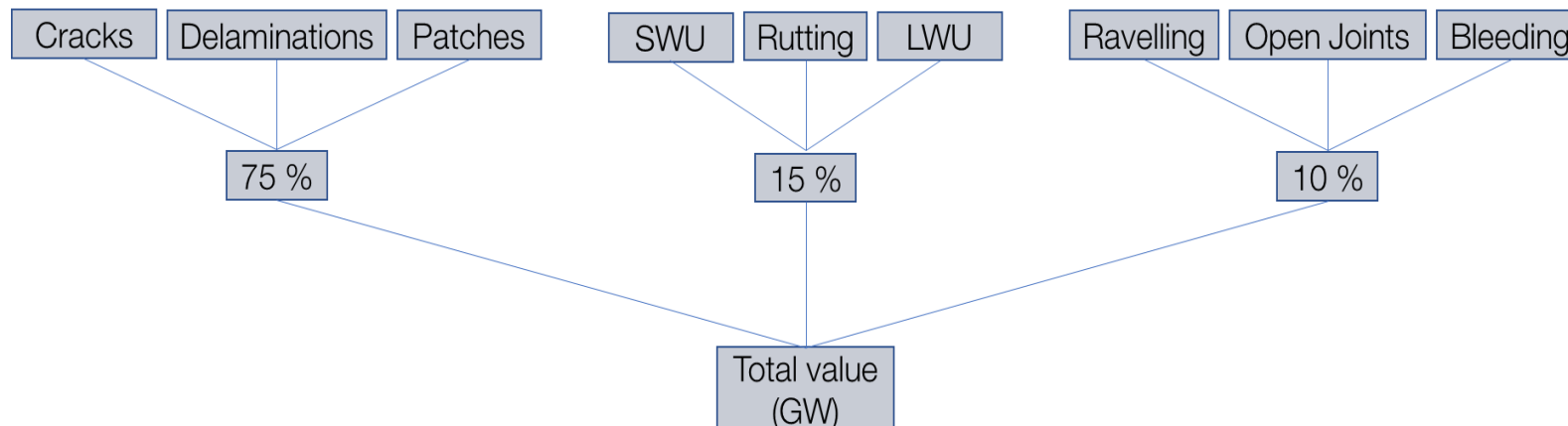


Schéma principu aplikace



Váhy pro celkové hodnocení

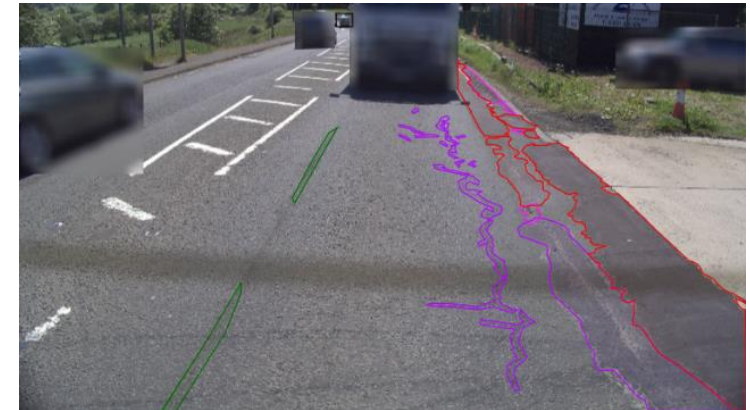
EDGITAL – chytré a na AI založené řešení pro hodnocení stavu vozovek (M. Brand et al.)



Snímek výchozí bez anotace a s anonymizací



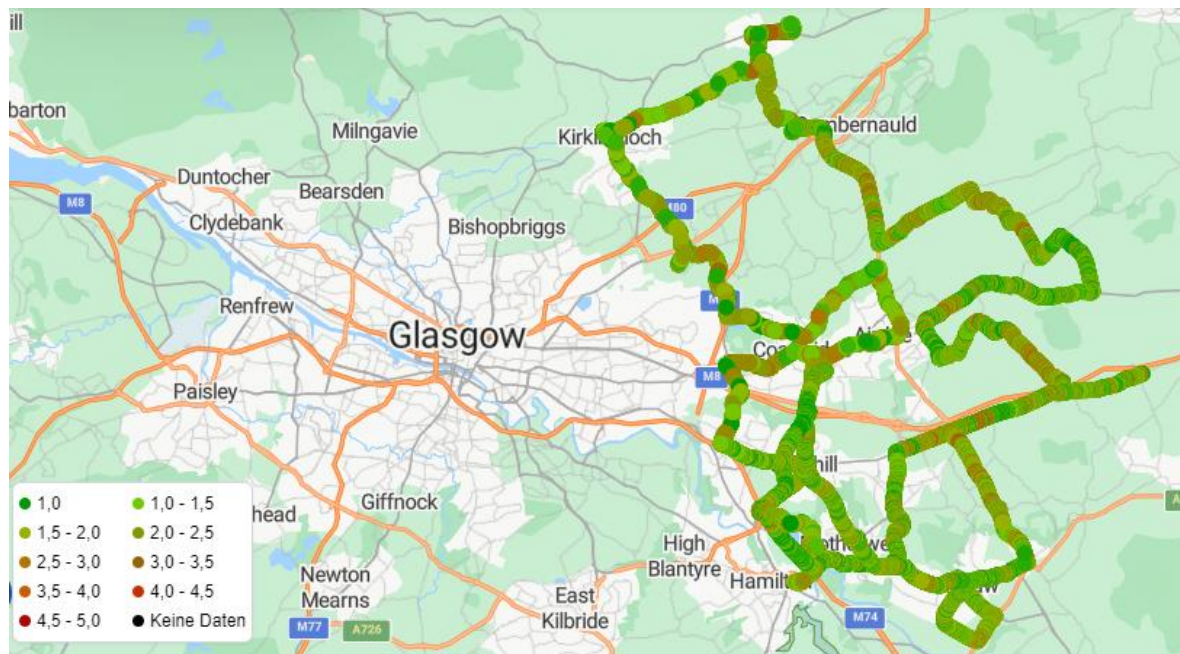
Snímek, kdy AI detekuje a zařadí poruch



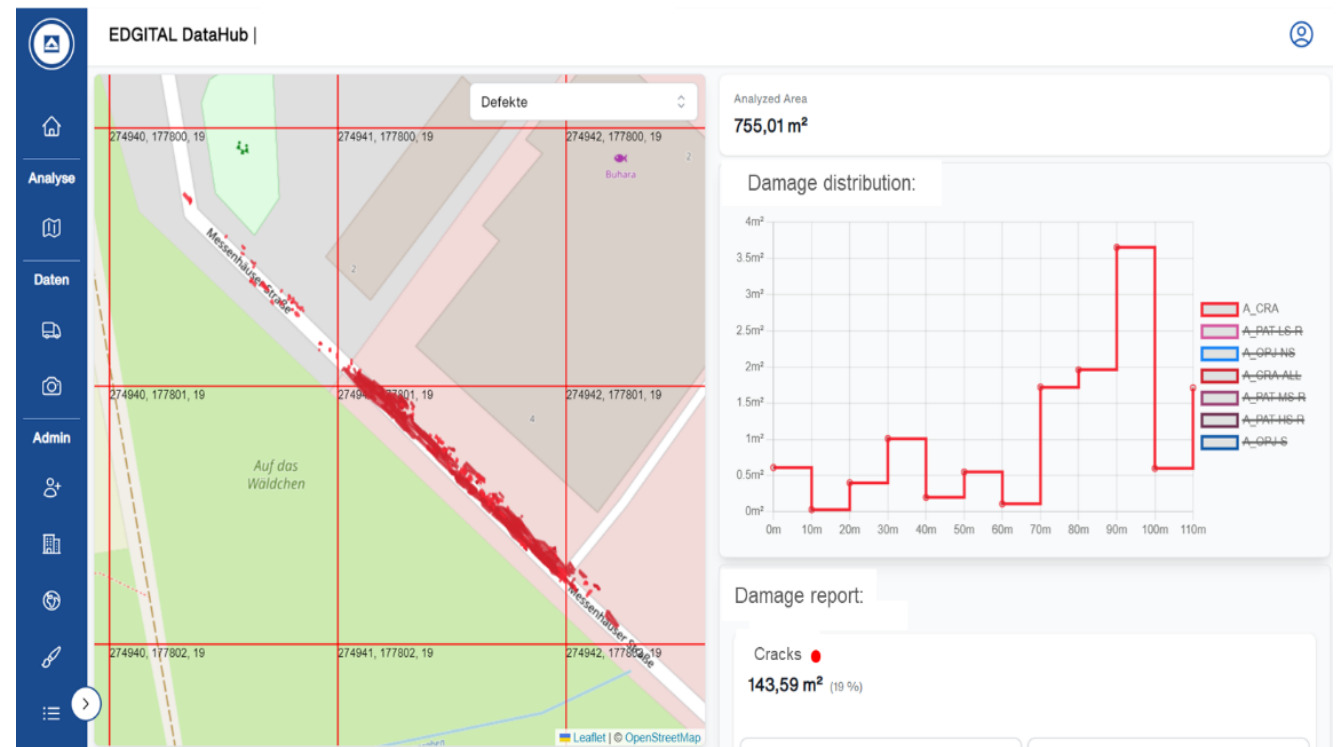
- vizualizace analyzovaných silničních úseků
- filtry podle třídy porušení, úseků silnic, typů požadovaných dat atd.
- rozložení porušení vozovky v rámci jednotlivých sledovaných úseků komunikací a vizualizace každé jednotlivé poruchy
- výpočet plochy porušení
- vývoj poruch v čase.

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| Raveling severe | Inlaypatch light severe |
| Raveling non-severe | Overlaypatch light severe |
| Open joints non-severe | Open joints non-severe |
| Delamination | |

EDGITAL – chytré a na AI založené řešení pro hodnocení stavu vozovek (M. Brand et al.)



Příklad: přehledová mapa hodnocených úseků



Příklad: rozložení konkrétní poruchy u sledované komunikace

Jak může digitalizovaný hodnotový řetězec mezi stavbou a obalovnou přispět k udržitelnému silničnímu stavitelství? (T. Leopoldseder)



Shrnutí příspěvku:

- ➔ pro účinnou implementaci udržitelnosti ve stavebních procesech je potřebné propojovat dílčí prvky celých hodnotových nebo dodavatelsko-odběratelských řetězců
- ➔ propojení s digitalizací vede k zvyšování efektivity a k dosahování takového cíle
- ➔ zaměřeno na dílčí procesy i vazby mezi procesy – jejich optimalizace ve výsledku umožní šetřit zdroje, energie, ale i čas a peníze
- ➔ příspěvek přináší poznatky **jaké předpoklady** jsou nutné pro vytvoření digitálního **hodnotového řetězce** mezi společnostmi zapojenými do výstavby asfaltových vozovek, jak se zavádí do praxe a jaké výhody z toho vyplývají pro všechny zúčastněné strany a pro ochranu životního prostředí



