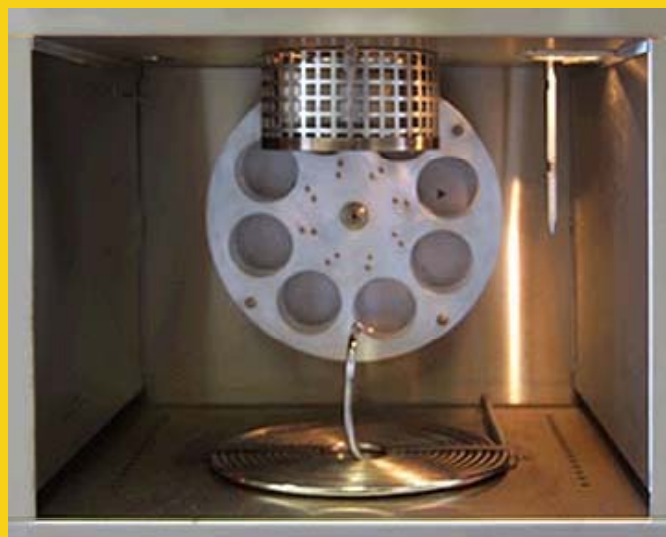




Technologický vývoj v silničním stavitelství netuhých vozovek

jak bude vypadat další
desetiletí?



vatopluk toklásek

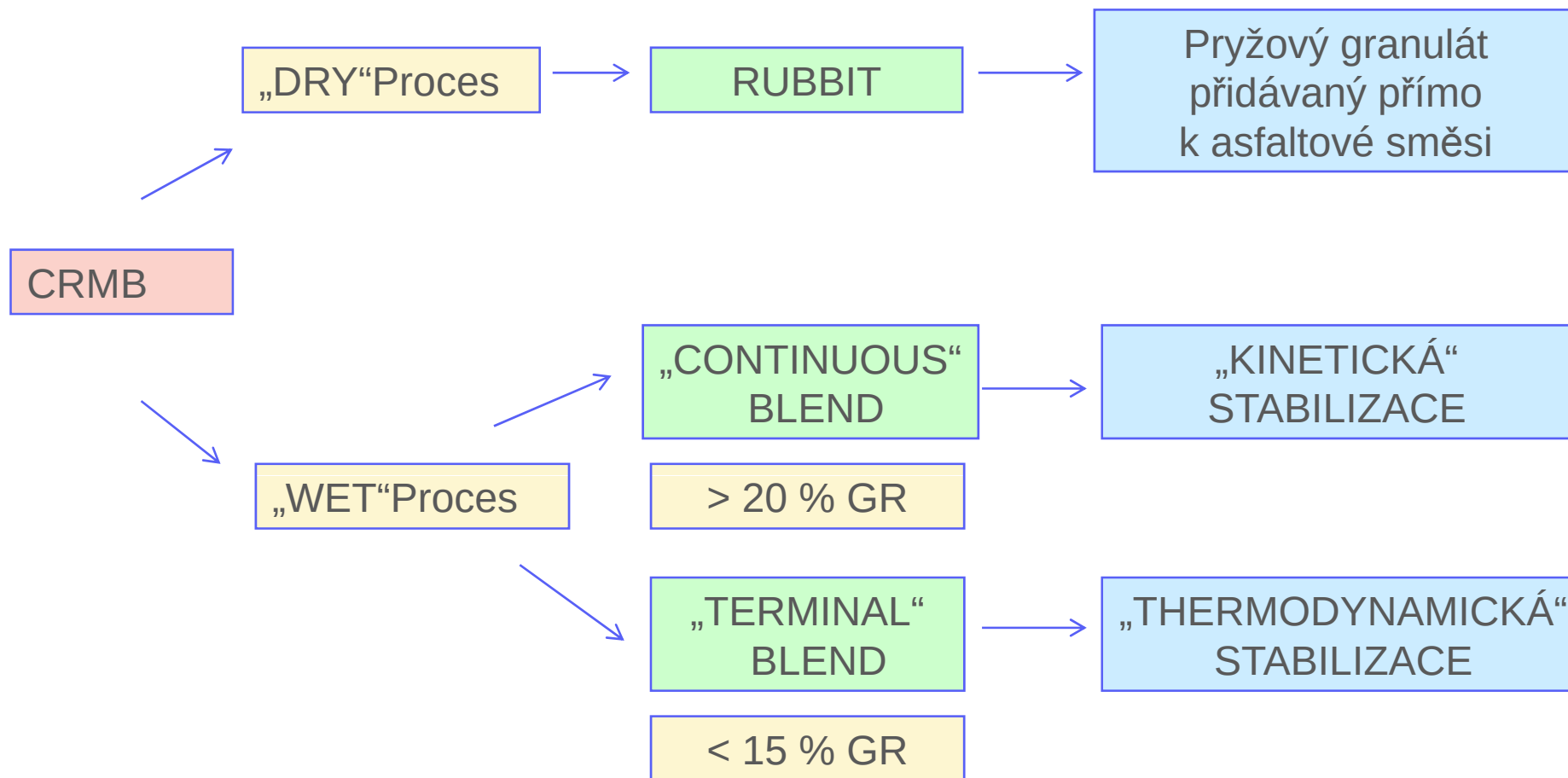
technologie a problémy dalšího desetiletí

- **Gumoasfaltová pojiva**
- **Protihlukové povrchy vozovek**
- **Nízkoteplotní směsi a úspora**
- **Recyklace asfaltových vrstev a vysoké podíly**
- **Barevné asfalty**
- **Kompakasfalt (Kompaktasphalt)**
- **Zvýšení kvality asfaltových vrstev**
- **Zajištění dlouhodobé termické stability pojiva**
- **Nové konstrukční návrhy netuhých vozovek (Pernament Pavement)**
- **SAL/CRL vrstvy**
- **Nové zkušební metody (funkční přístup)**
- **Kompakasfalt (Kompaktasphalt)**

Principiálně to nejsou úplně nové myšlenky, Ale nastává doba, kdy překonávají indukční fázi a začínají se prosazovat v evropském silničním stavitelství.

.....Á \ ŽÝ . . \ . . Á.

„HETEROGENÍ“ SMĚS (BLEND)



Vlastnosti CRMB pojiva

- asfaltové koberce jsou pružnější
 - výrazně **lepší únavové charakteristiky** (dimenzionální redukce)
 - zabraňuje **prokopírování trhlin** ze spodní části
- lepší nízkoteplotní chování (odolnost proti vzniku smršťovacích trhlin)
- prokazují vyšší odolnost proti trvalým deformacím
- snižují hlučnost povrchu, posouvají frekvenční charakteristiky
- zvyšují drsnost povrchu
- omezují vznik náledí – povrch je pružný, ledová vrstva je narušována provozem
- silnější film pojiva + antioxidanty z gumového granulátu zabraňují stárnutí pojiva
- vyšší viskozita pojiva, není třeba nosič pojiva
- zvětšuje se servisní doba životnosti vozovky
- lepší komfort jízdy nejen v otevřených úpravách

Hlavní rysy CRMB modifikace

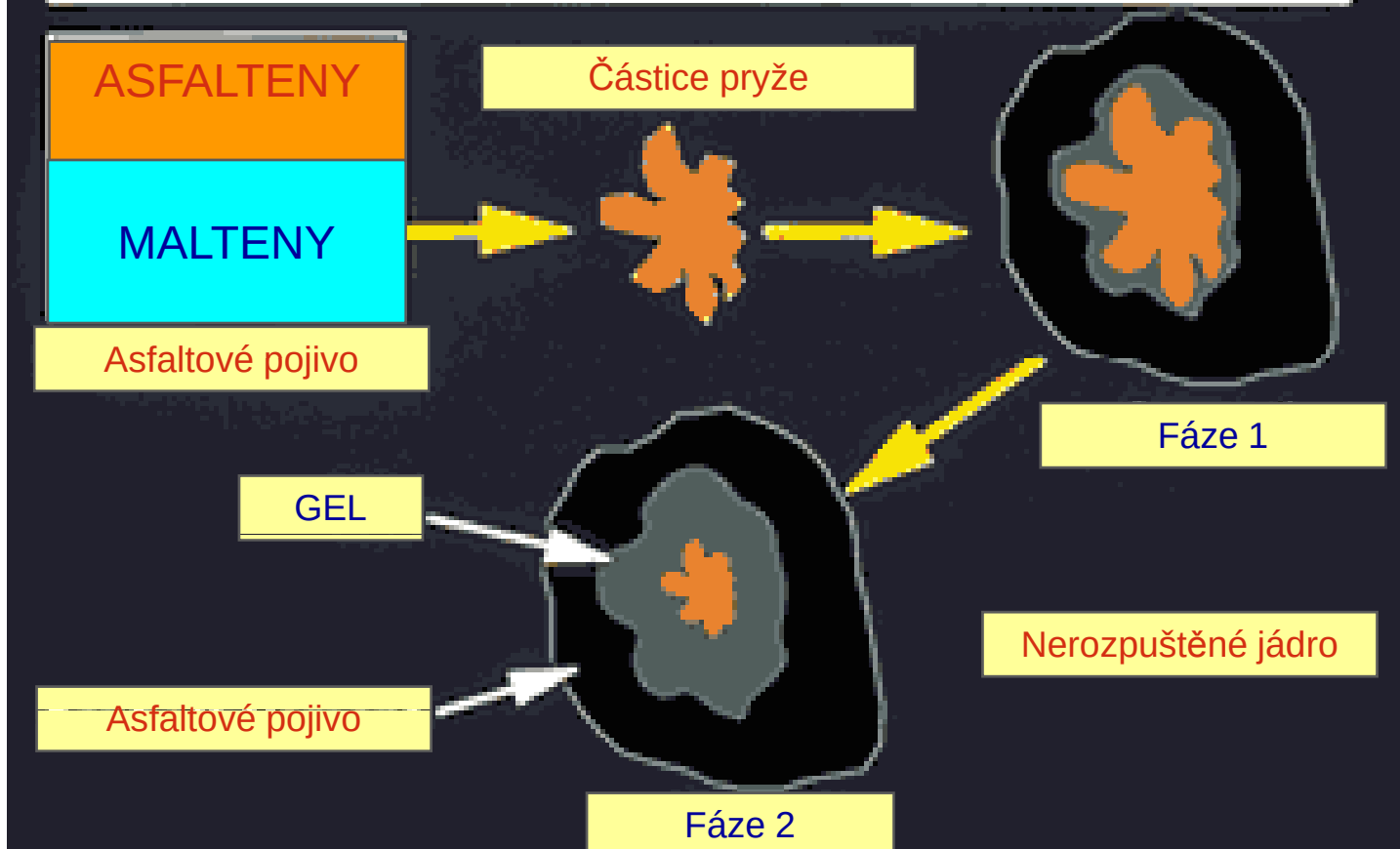
Speciální vlastnosti pojiva (10 x větší viskozita) umožňuje navrhovat směsi s podstatně vyšším obsahem pojiva

- speciální křivky (gap graded – open graded) vyšší mezerovitost směsi kameniva
- zvyšují tloušťku asfaltového filmu

Kompozitní materiál vykazuje (není to kontinuální fáze)

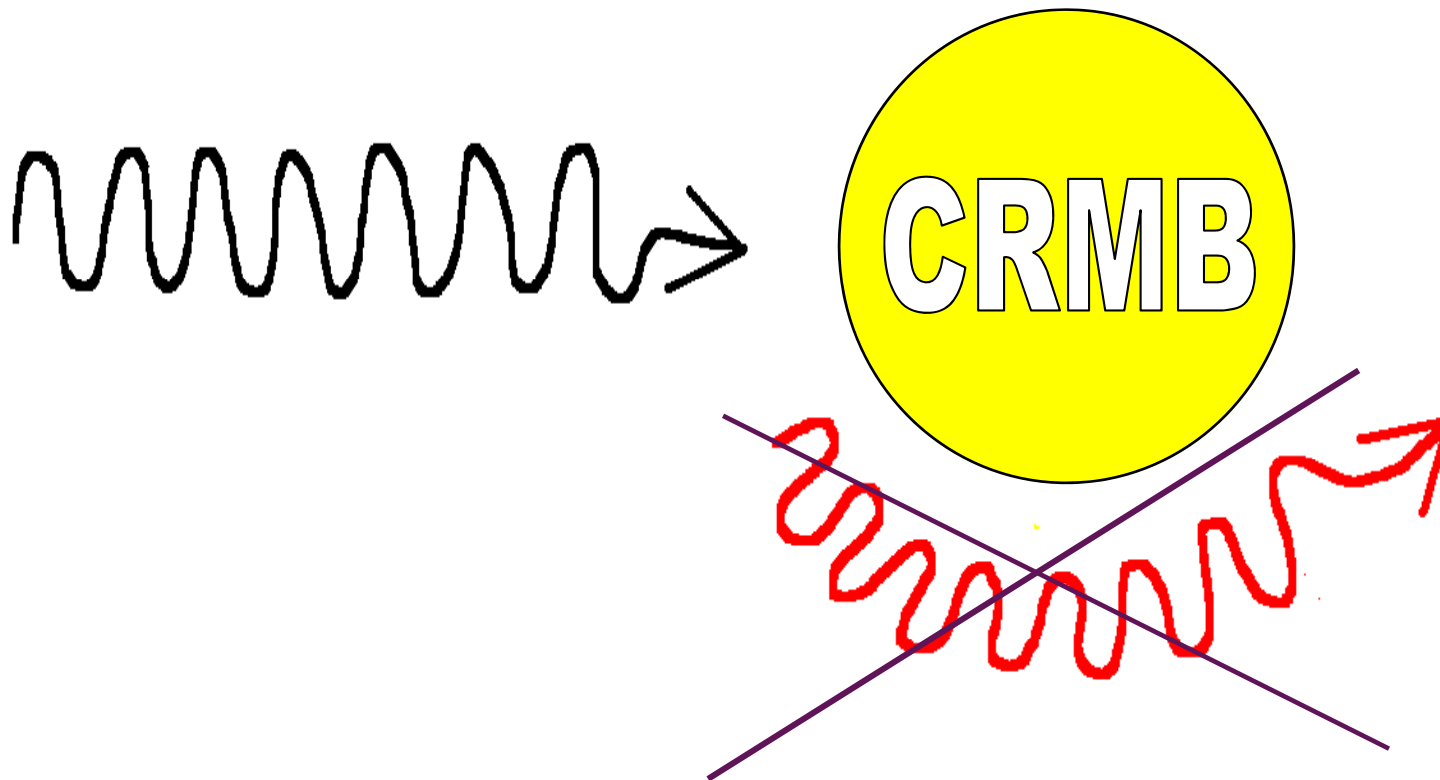
- větší pružnost ovlivňující únavové charakteristiky směsi (v kombinaci s větším asfaltovým filmem)
- **jiný mechanismus relaxace (zastavování trhlin) než v kontinuální fázi**

Reakční stupně vzniku gumoasfaltového pojiva



Princip záruvzdorných plastů

$\approx 1 \mu\text{m}$



Fyzikálně chemické pozadí procesu

- během doby **zrání** pronikají komponenty maltenové fáze do částech gumy
- je vytvářena gelová mezivrstva
- vzrůstá viskozita
- viskozita a vlastnosti směsi jsou kontrolovány teplotou
- suspenze je principiálně termodynamicky nestabilní

Zásadní rozdíl
proti procesu
RUBBIT®



- Morfologie má vliv na vlastnosti produktu
- obecně lze říci, že hrubší směsi vykazují lepší únavové charakteristiky

Fyzikálně chemické pozadí procesu

Co se děje s pojivem během procesu zrání

- vzrůstá viskozita – *je regulovaná teplotou a časem, nesmíme se dostat do degradační fáze*
- vzrůstá bod měknutí pojiva
- zlepšuje se nízkoteplotní flexibilita
- zlepšuje se teplotní susceptibilita pojiva
- elastické vlastnosti pojiva (DSR)
- klesá náchylnost ke stárnutí a strukturálnímu tvrdnutí

Oblasti potenciálního použití CRMB pojiva

- v otevřených kobercích při **redukci hluku z dopravy** (tiché silnice)
- v **tenkých kobercích** jako forma rehabilitace stávajících komunikací
- v konvenčních úpravách pro omezení **reflexních a mrazových trhlin** a **zvýšení trvanlivosti**
- v speciálních **kompensačních** vrstvách SAL/CRL/RBL



Protihlukové koberce - Decibel - jednotka hladiny intenzity

- lidské ucho nevnímá zvukové podněty lineárně
- nejnižší hladina akustického tlaku v akustické mrtvé komoře $p_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$
- Jednotka BEL (poprvé používána v Bellových laboratořích 1923)
- Používá se jednotka DECIBEL
- Korekce na vnímání lidského ucha (Fletcher-Munsonovy korekční křivky)

$$L_p = 10 \log \left(\frac{p^2}{p_0^2} \right) = 20 \log \left(\frac{p}{p_0} \right)$$

L_p - hladina akustického tlaku (dB(A), Pa, Pa)

p_0 - minimálně slyšitelný akustický tlak $2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$

Metody měření hluku

CPX – Close Proximity Method

Metodu těsné blízkosti

SPB – Statistic PassBy Method

Statistickou metodu vzdáleného průjezdu

Statistickou metodu „kontrolovaného“ vzdáleného průjezdu



Decibel - jednotka hladiny intenzity

Zeslabení na hladinu

Hodnota v decibelech

75 % $\approx$ 2,5 dB

50 % $\approx$ 6,0 dB

25 % $\approx$ 12,0 dB

12 % $\approx$ 18,0 dB

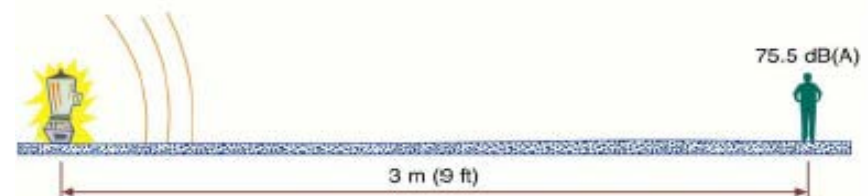
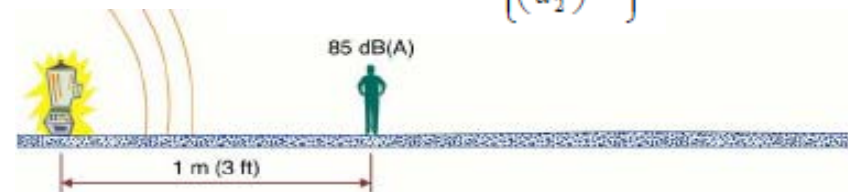
6 % $\approx$ 24,0 dB

$$dB(A)_t = 10 * \log \left[10^{\frac{dB(A)_1}{10}} + 10^{\frac{dB(A)_2}{10}} + \dots + 10^{\frac{dB(A)_n}{10}} \right]$$

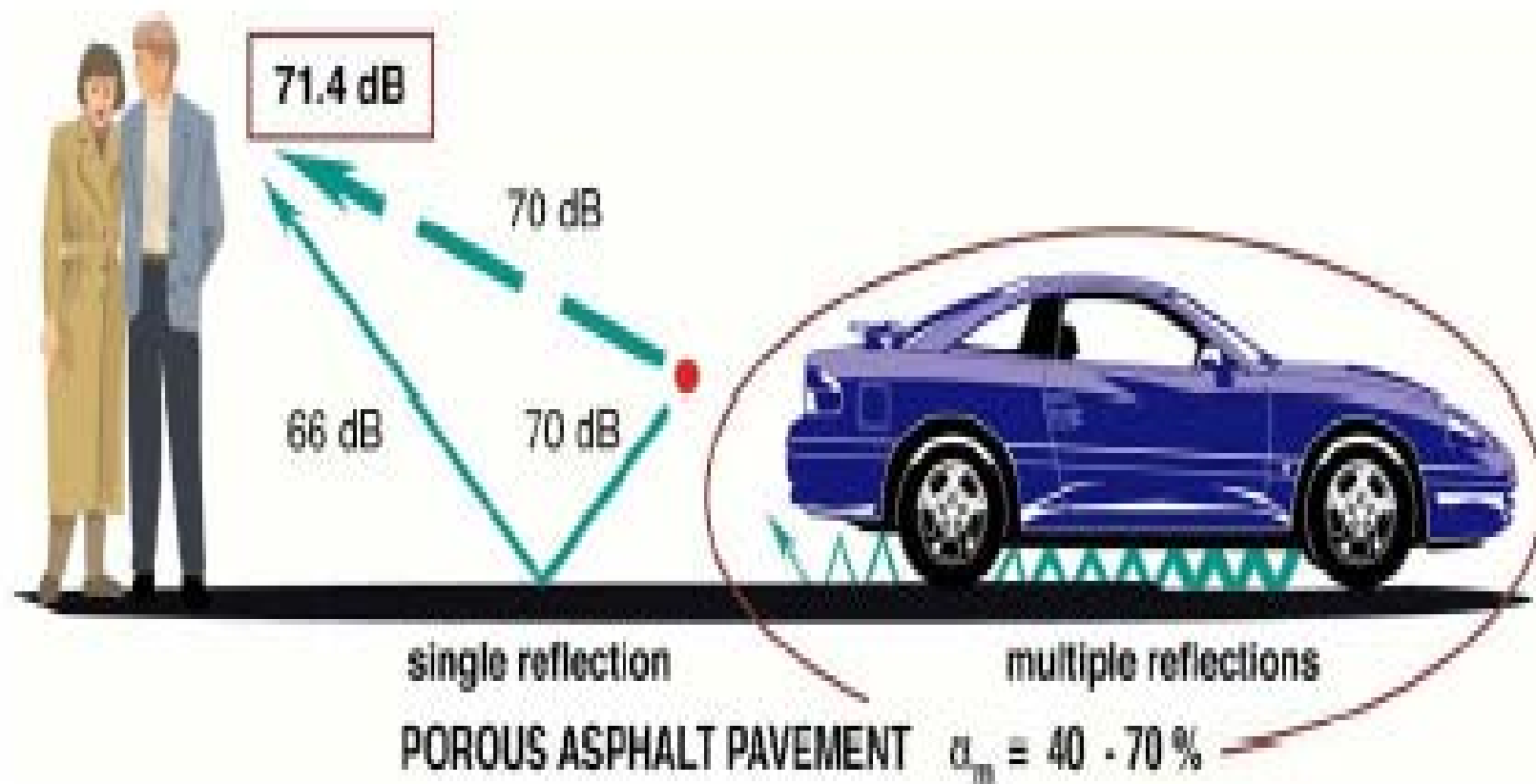


Zeslabení intenzity zvuku o 6 decibelů znamená, že tato veličina klesne o polovinu předešlé hodnoty v procentech.

$$dB(A) = 10 * \log_{10} \left\{ \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^{1+\alpha} \right\}$$

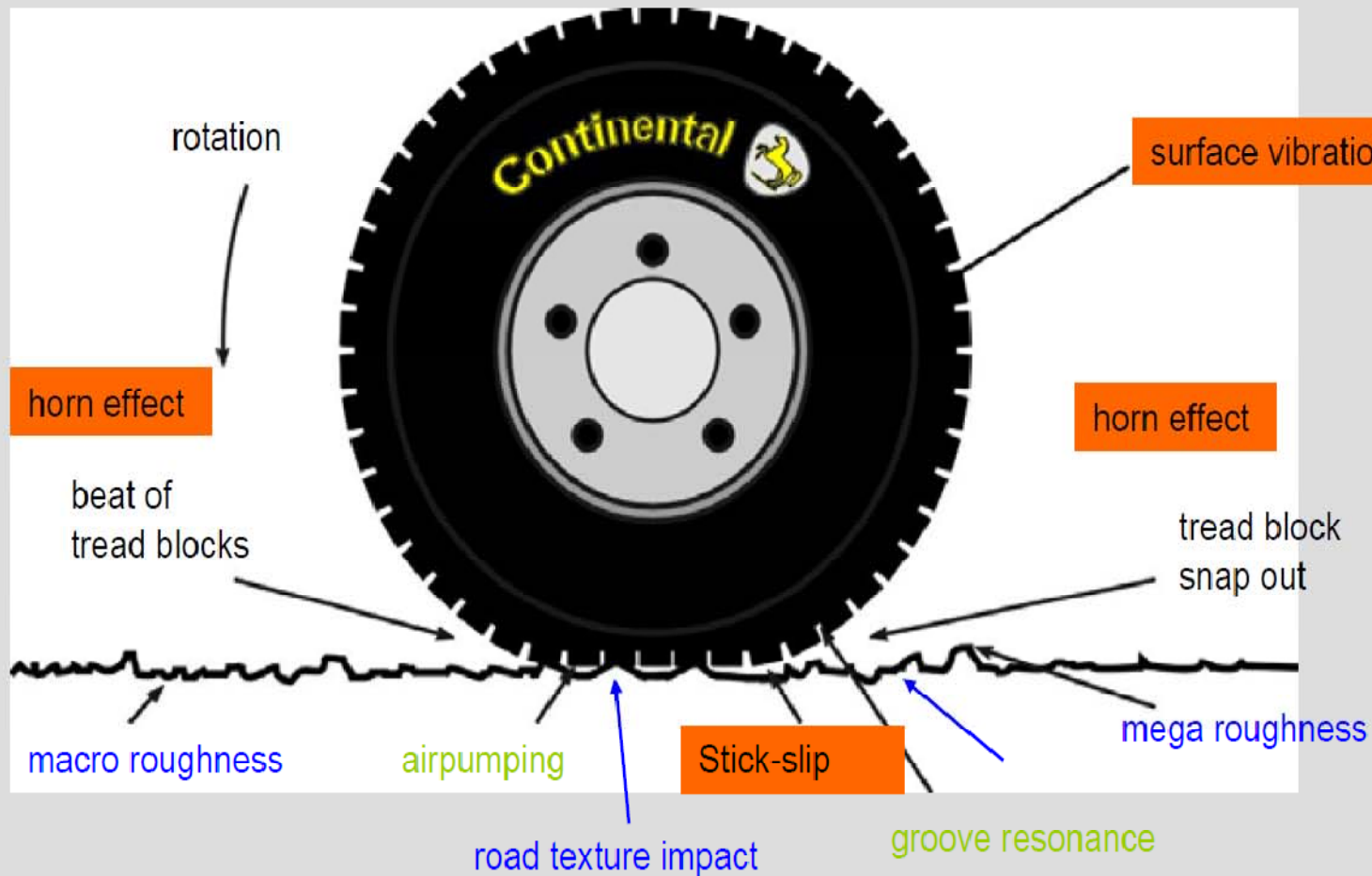


Efekt porézního povrchu a absorpce

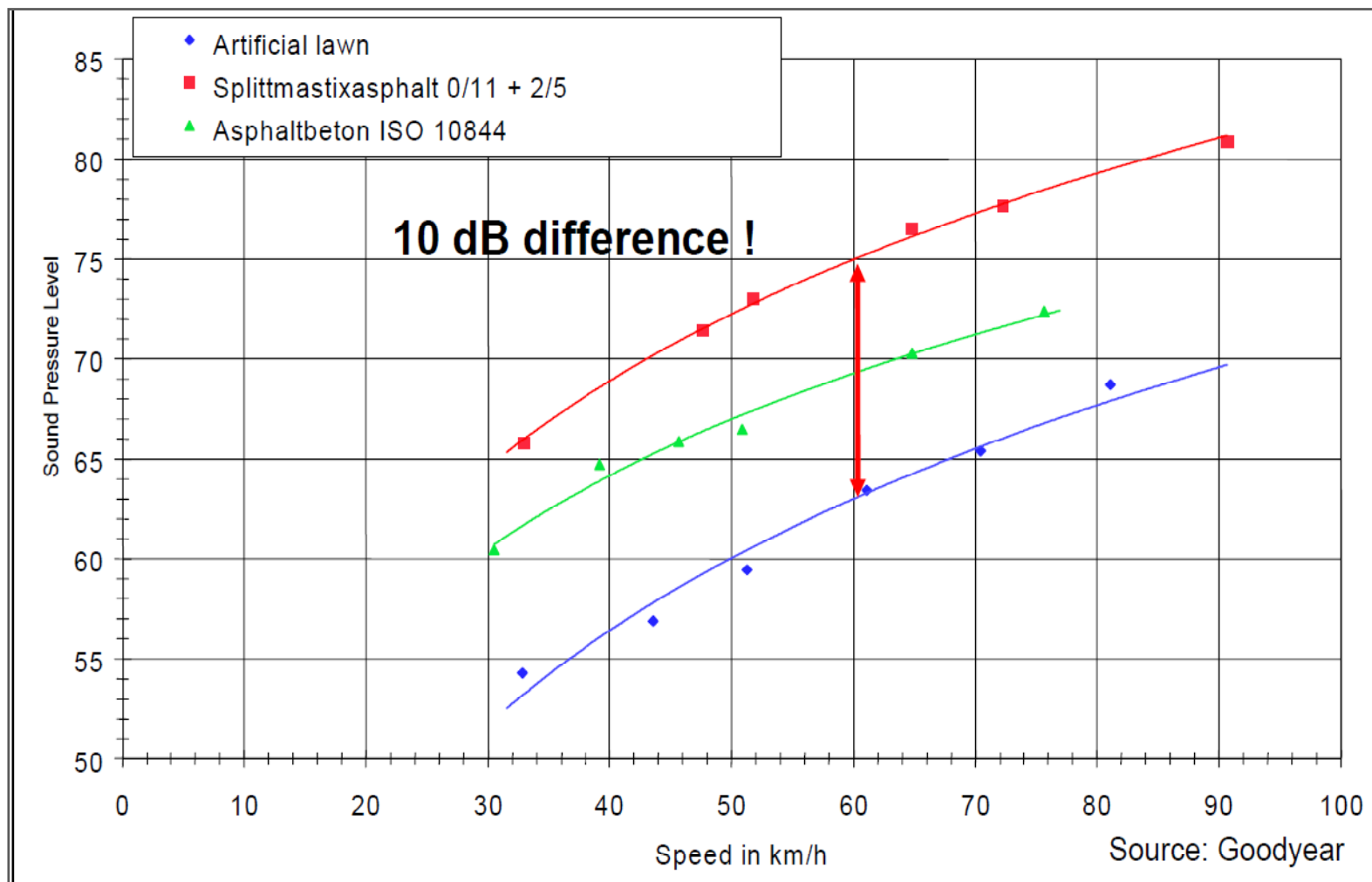


Zdroje hluku

 -influenced by the road



Závislost na rychlosti



Zdroje hluku

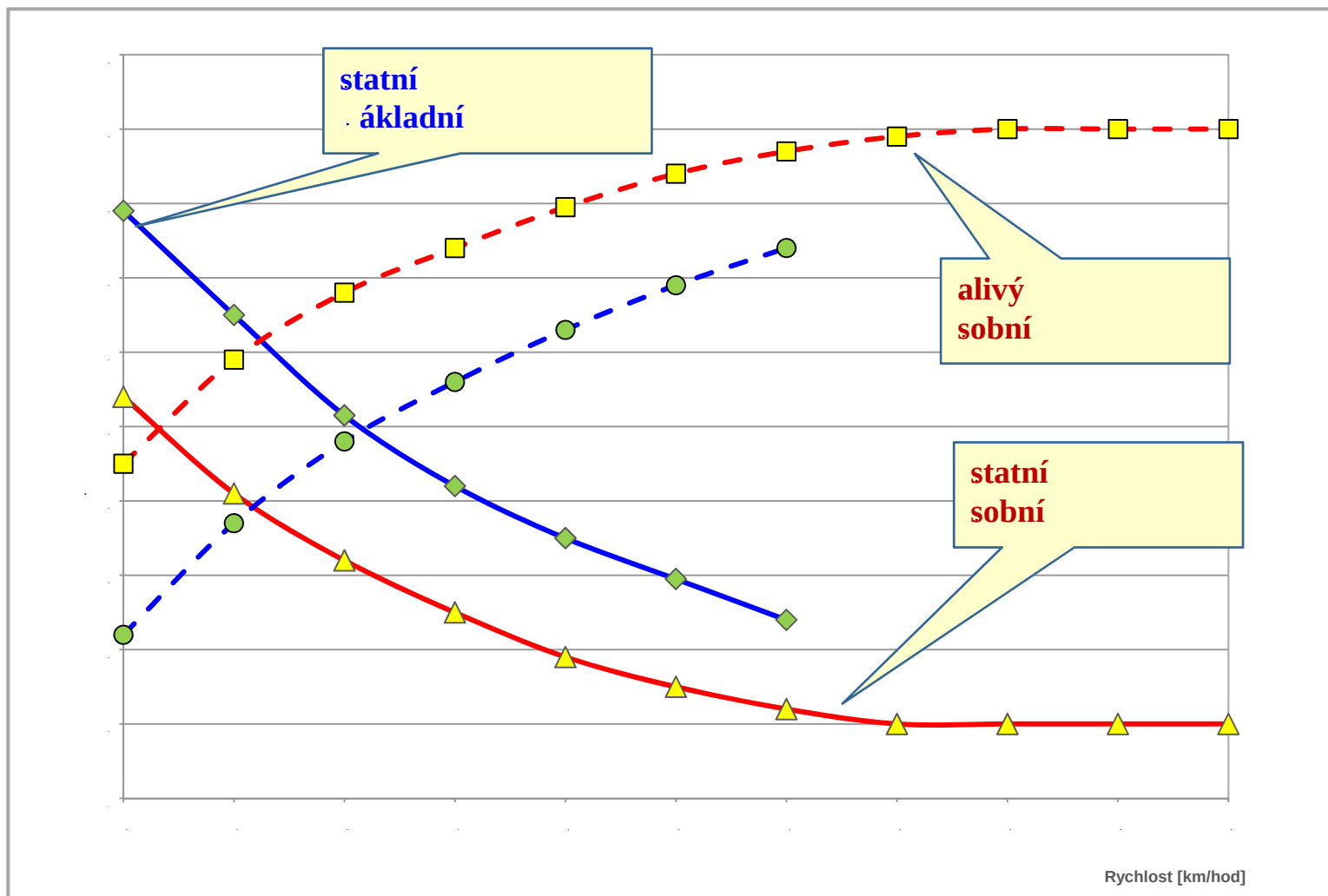
Při rychlostech nižších než 50 km převládá hluk motoru než akustický hluk z pneumatik

Při rychlostech nižších nad 50 km převládá až ze 75 % akustický hluk z pneumatik

Německo – nové povrchy

- Litý asfalt se speciální úpravou (PMA)**
- SMA-LA mezerovitost okolo 10 %**
- Helmholtzovy rezonátory ve vozovce**

Závislost na rychlosti

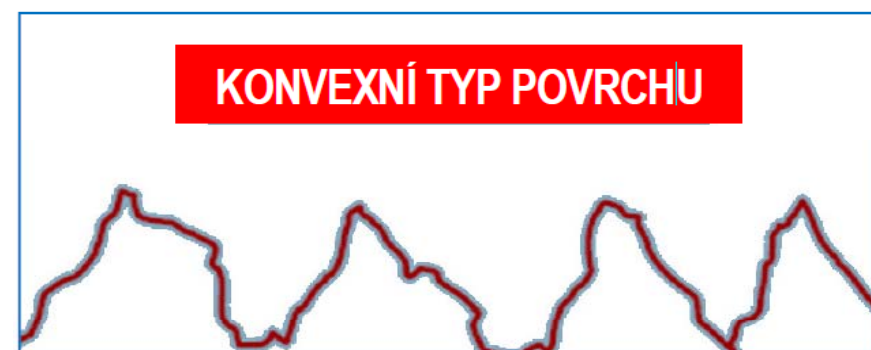
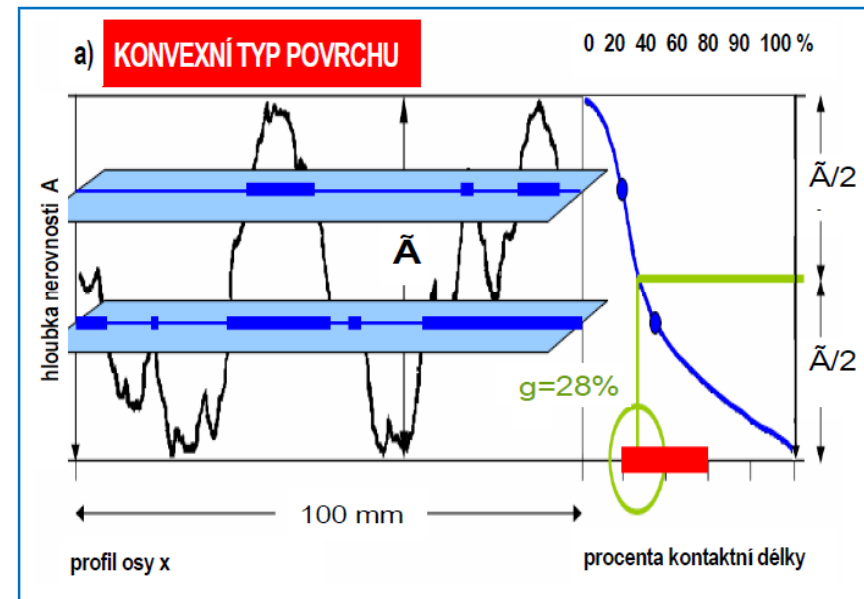
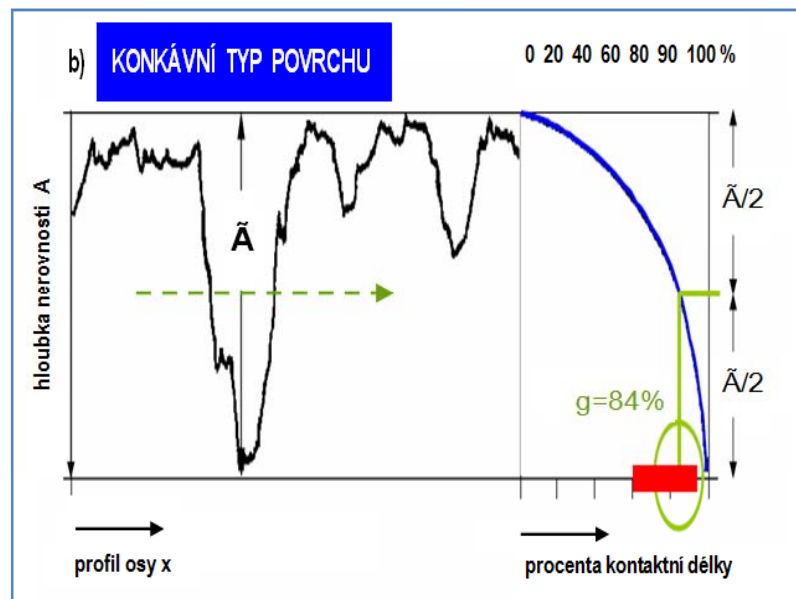


Beckenbauer T.: "Physik der Reifen-Fahrbahn-Geräusche, Geräuscentstehung, Wirkungsmechanismen und akustische Wirkung unter dem Einfluss von Bautechnik und Straßenbetrieb", 4. Informationstage Geräuschkindernde Fahrbahnbeläge in der Praxis - Lärmaktionsplanung 11. – 12. 6. 2008 (GER)

METODY SNÍŽENÍ HLUKU

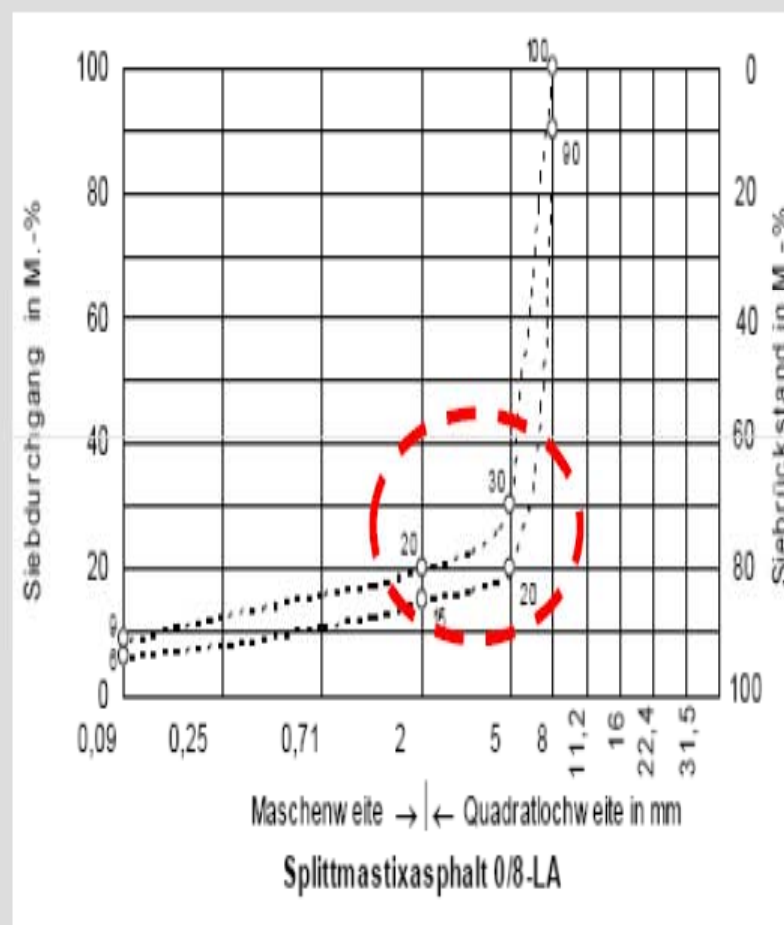
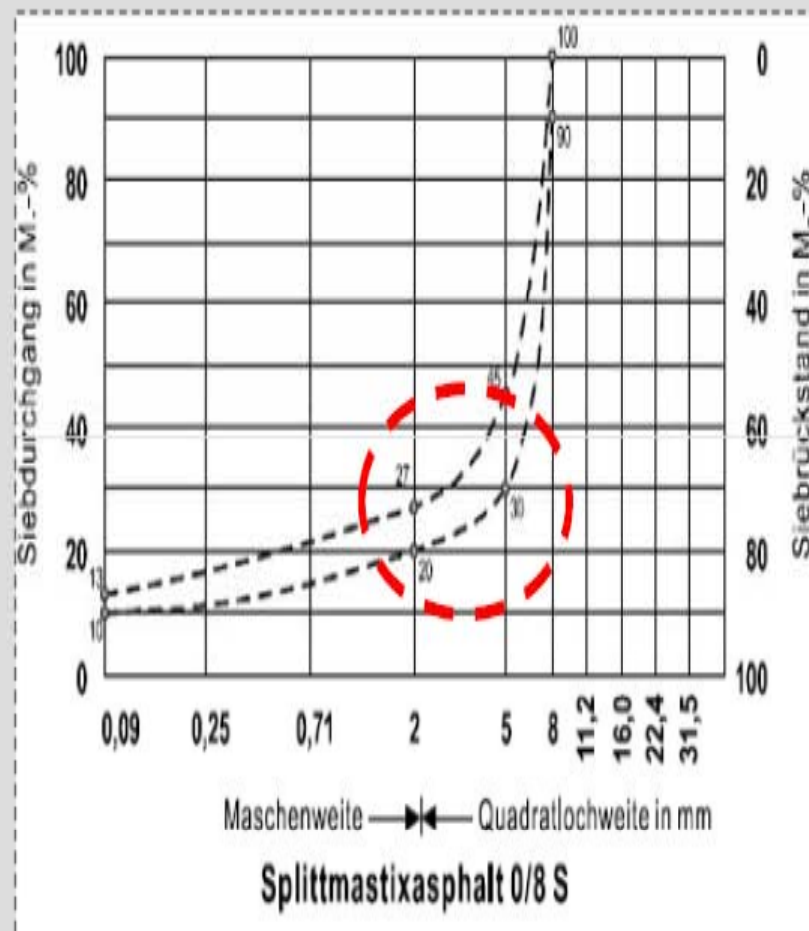
- Opatření první volby redukce maximální velikosti zrn kameniva v asfaltové směsi.
- Zvýšení mezerovitosti vrstvy
- Zajištění maximální homogenity povrchu použitím frakcí kameniva s nízkým tvarovým indexem (SI), nejlépe do hodnoty SI maximálně 15 %.
- Jednotný a výrazně kubický tvar zrn kameniva napomáhá vytvoření zvukově příznivé textury povrchu.
- **Dosažení maximální rovinatosti obrusné vrstvy.** Jemnozrnné asfaltové koberce se pokládají ve srovnání s jinými směsmi v redukováných tloušťkách, které nedovolují kompenzaci nerovnosti ložné vrstvy.
- Omezení prvků napojování, strukturálních nerovností (kanály, šoupata atd.) na minimum.

Makrotextura - Typy povrchů

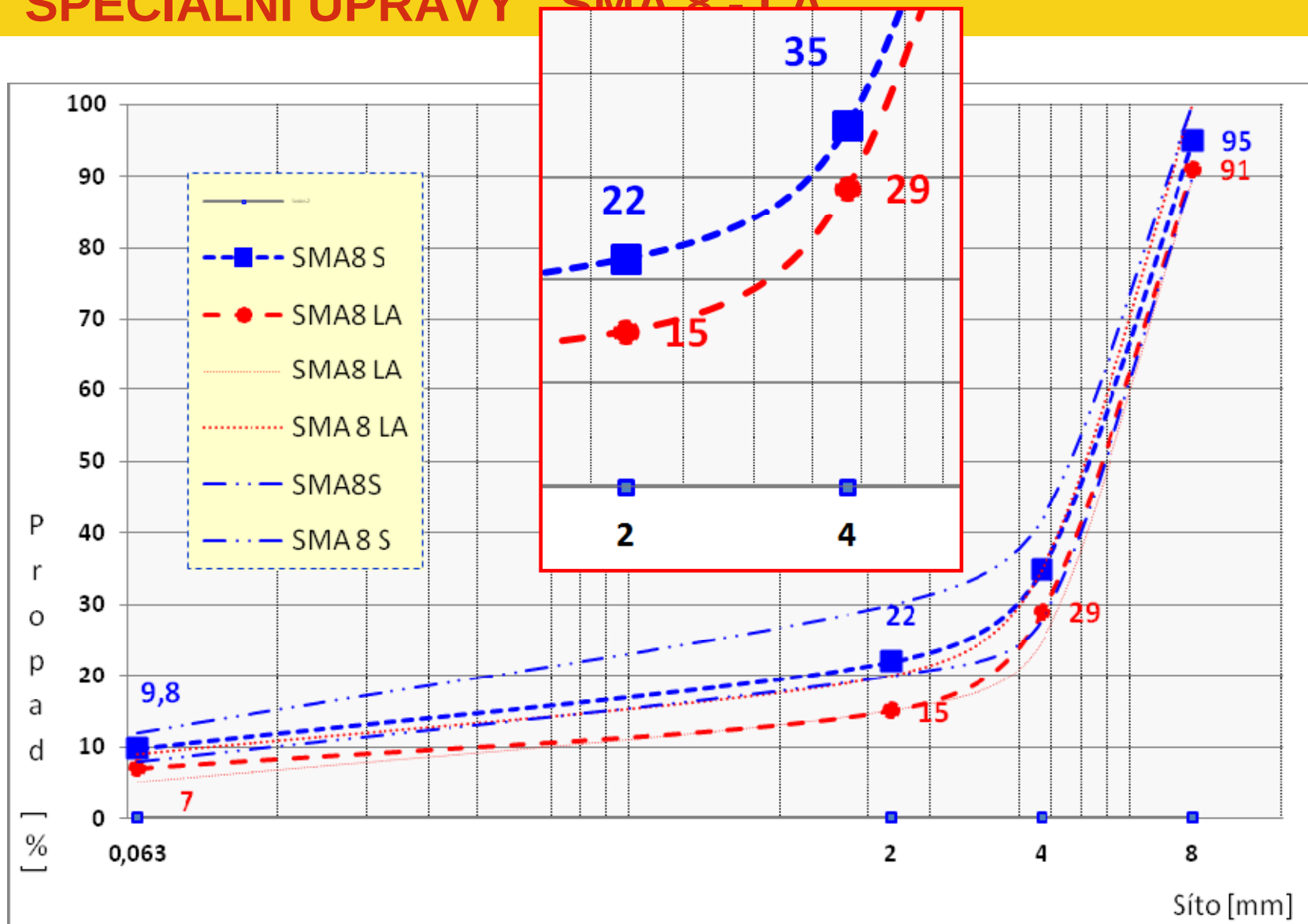


Beckenbauer T.: "Physik der Reifen-Fahrbahn-Geräusche, Geräusentstehung, Wirkungsmechanismen und akustische Wirkung unter dem Einfluss von Bautechnik und Straßenbetrieb", 4. Informationstage Geräuschkindernde Fahrbahnbeläge in der Praxis - Lärmaktionsplanung 11. – 12. 6. 2008 (GER)

SPECIÁLNÍ ÚPRAVY SMA 8 - LA



SPECIÁLNÍ ÚPRAVY SMA 8 - LA



SMA 8 LA

Typ směsi		SMA 8 S	SMA 8 LA	LOA 5 D	PA 8
Parametr/ Specifikace	Jednotka	(GER)	(GER)	(GER)	(GER)
Typ pojiva		25/55-55 (50/70)	40/100-65 A	25/55-55 C	40/100-65
Asfaltová směs					
Čára zrnitosti					
Propad zrn sítím - 22 mm	% hm.	100	100	100	100
16 mm	% hm.	100	100	100	100
11,2 mm	% hm.	100	100	100	100
8 mm	% hm.	90 – 100	90 – 100	100	100
5,6 (4) mm	% hm.	35 – 55	25 – 35	90 – 100	90 – 100
2 mm	% hm.	20 – 30	15 – 20	30 – 40	5 – 15
0,063 mm	% hm.	8 – 12	6 – 8	10 – 13	5 – 10
Obsah pojiva – hmotnostně	% hm.	7,2	min. 6,6	–	min. 6,5
Obsah pojiva – objemově	% obj.	TBR	TBR	13 – 14	TBR
Nosič pojiva	% hm.	0,3 – 1,5	min. 0,3	–	min. 0,5
Asfaltová směs vlastnosti					
Teplota hutnění Marsh. těles	°C	145 (135) ± 5	135 ± 5	145 ± 5	135 ± 5
Mezerovitost	% obj.	2,5 – 3,0	10 – 12	5,0 – 6,5	24 – 28
Stupeň vyplnění mezer	%	TBR	TBR	65 -70	TBR
Asfaltová hutněná vrstva					
Tloušťka	mm	30 – 40	25	1,5 – 2,5	45 – 50
Míra zhutnění	%	min. 97	min. 97	–	min. 97
Mezerovitost hotové vrstvy	% obj.	0 – 5	10 – 15	–	22 – 28

SMA 8 LA



SMA 8 LA



Dva hlavní důvody použití technologie WMA

- a) Směs je vyrobena při **snížené** teplotě a při této **snížené** teplotě je i pokládána.

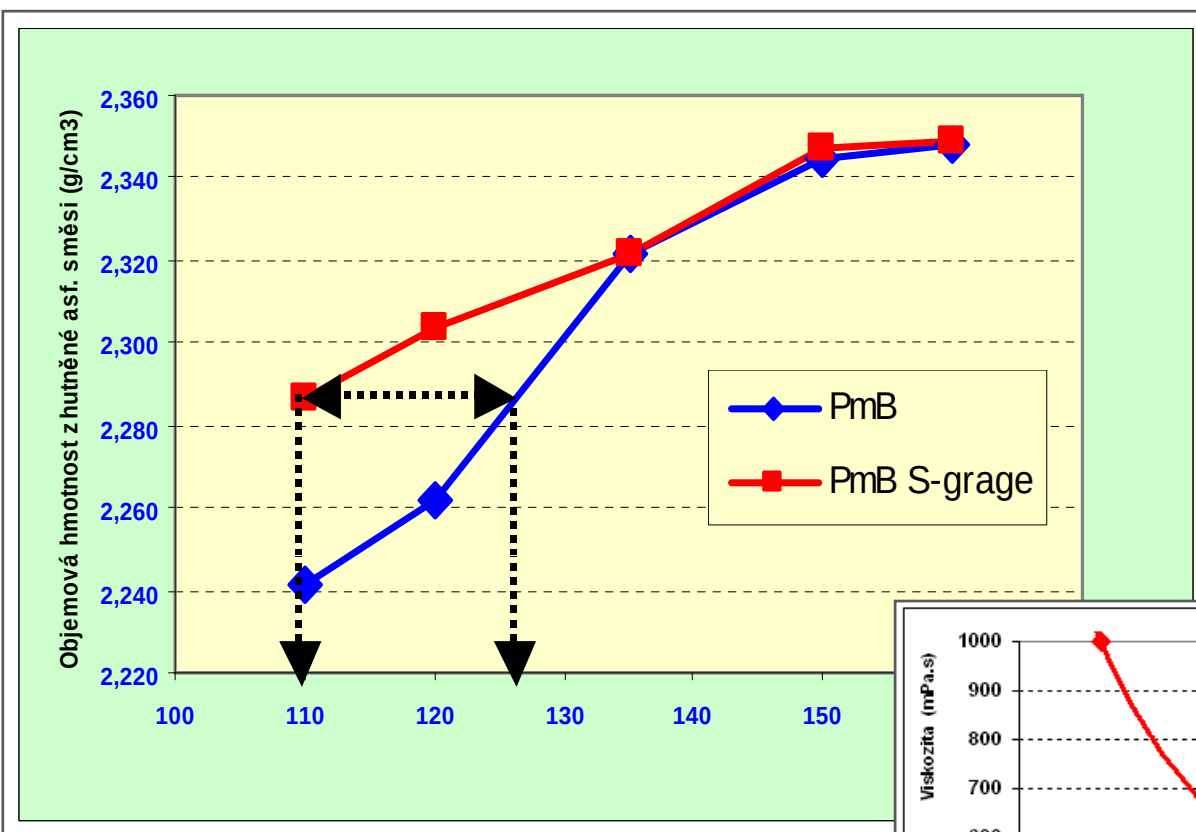
Cílem je redukce nákladů na ohřev a snížení emisí.

- b) Směs je vyrobena při **normální** teplotě, ale je pokládána při **snížené** teplotě.

Cílem je řešení logistických problémů dopravy nebo eliminace klimatických vlivů.

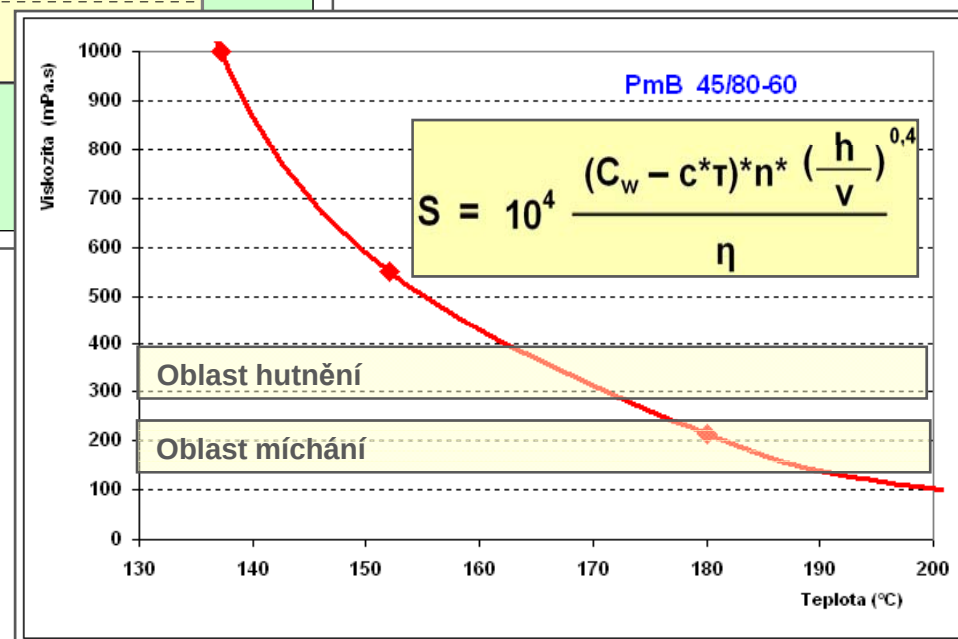


Technologie WMA



Cílem je
dosažení
**stejných
parametrů
hutnění při
redukované
teplotě.**

Celkem existuje asi **20 – 30 komerčních systémů** používající různé fyzikální nebo chemické metody k dosažení tohoto cíle.

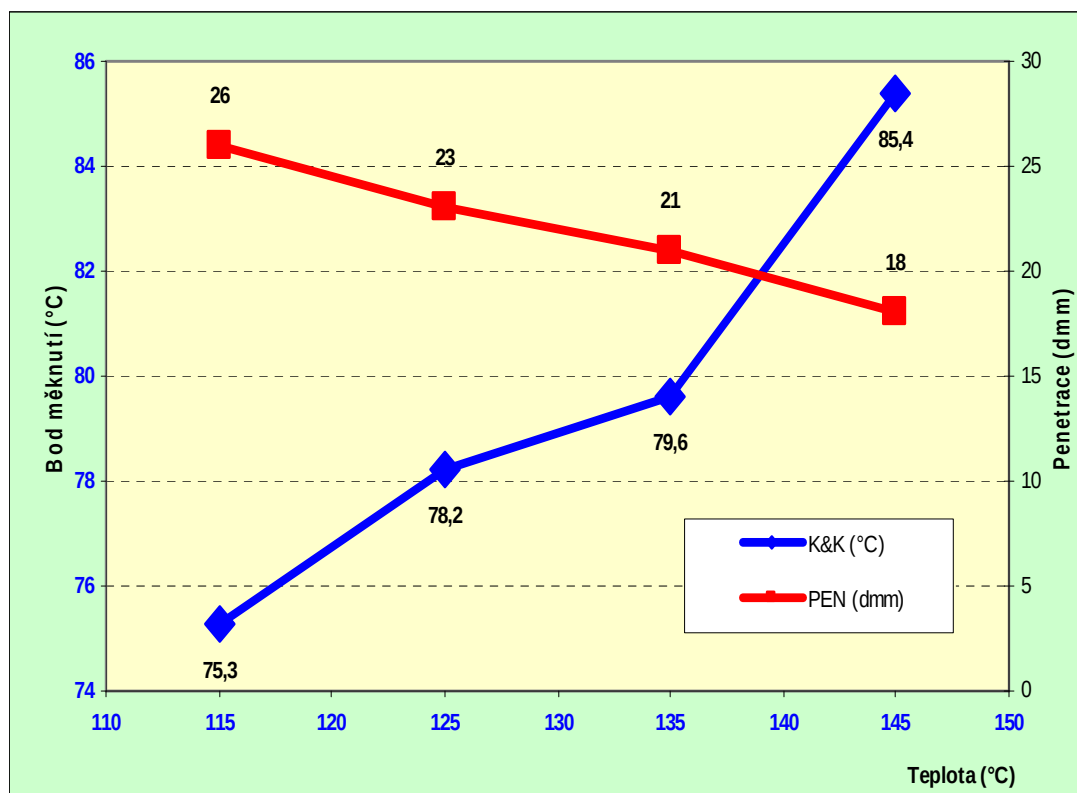


Výhody technologie WMA

- redukce teploty míchání až o 30 °C vede k menší spotřebě topného média a k nižším emisím skleníkových plynů (0,9 l topného oleje na tunu asf. směsi)
- redukce teploty pokládky vede k nižším emisím aerosolů
- delší časové rozpětí pro transport
- delší časové rozpětí pro pokládku
- dokáže eliminovat některé technologické problémy hutnění (v horších klimatických podmínkách např. rohy neizolovaných přepravních ploch)
- prodloužení stavební sezóny
- systémy zvyšují tuhost asfaltové směsi při zachování nízkoteplotních vlastností
- **umožňuje rychlejší převedení provozu na nově položenou vrstvu**
- umožňuje zvýšit obsah R-materiálu (RAP) bez paralelního bubnu

Výhody plynoucí z použití technologie WMA

Závislost PEN a K&K na teplotě přípravy směsi



**Degradační
oxidační procesy
pojiva jsou
snížením teploty
významně
zpomaleny.**

- modifikující vosky ze skupiny amidů vyšších mastných kyselin LICOMONT®
- modifikující vosky ze skupiny Fischer – Tropschových parafinů (Sasobit®)
- přísada PPA (kyselina polyfosforečná)
- přidání speciálních povrchově aktivních látek (SECABASE RT®)
- přidání speciálních polymerů (PSA/ systém Néophalte®, 3E)
- systém **ECOFLEX**
- přídavek zeolitů (Asphamin®)
- přímý přídavek vody do asfaltového pojiva v generátoru pěny ..WMA Foam
- Les enrobés basse énergie(EBE®) / enrobés basse température(EBT®)
- systém Evotherm DAT©
- systémy emulzní technologie

Fyzikální procesy měnící viskozitu pojiva

- Les enrobés basse énergie(EBE®) / enrobés basse température(EBT®)

- 40 – 50 % redukce energie
- HMA 95°C, pokládka 70 – 90°C
- vyvinuto firmou Eiffage a Fairco, patentováno v roce 2001
- nyní se označuje jako LEA (Low energy asphalt)
- třístupňový proces
- zahřátí drobného drceného kameniva na 150 °C
- obalení drobného kameniva bitumenem o teplotě 140 – 180 °C
- přidání mokrého jemného kameniva a fileru generuje bitumenovou pěnu
- rozšířeno hlavně ve Francii

- systém Evotherm DAT©

- technologie disperzního asfaltu
- vstříknutí vodní fáze do potrubí s asfaltem
- vodní roztok obsahuje 10 až 15 hm.% přísady pH 2,0±0,3
- dávkování 5 až 10 hm.%
- Snížení teploty až o 50°C (tj. výroba při 105 až 120 °C) podle typu kameniva, obalovny, směsi a gradace pojiva

Mechanismus působení

Výsledkem fyzikální interakce mezi dvěma látkami s rozdílným bodem varu je vznik pěny. (nestabilní disperzní systém plynu a kapaliny). Pěna má vždy nižší viskozitu než původní kapalina (kavitační efekt)

Mechanismus působení

Fyzikální systémy

- nedochází k chemické reakci
- za vyšších teplot krátké řetězce působí jako mazivo a separační vrstva pro pohyb dlouhých řetězců molekul - pokles viskozity
- za nižších teplot dochází k tvorbě mikrokrystallů a ztužení pojiva – lepší odolnost proti vyjíždění kolejí

Zeolity

Výsledkem fyzikální interakce mezi dvěma látkami s rozdílným bodem varu je vznik pěny. (nestabilní disperzní systém plynu a kapaliny). Pěna má vždy nižší viskozitu než původní kapalina (kavitační efekt)

Kyselina fosforečná

- výsledek chemické reakce
- kyselina fosforečná reaguje s asfaltem a modifikuje jejich vlastnosti

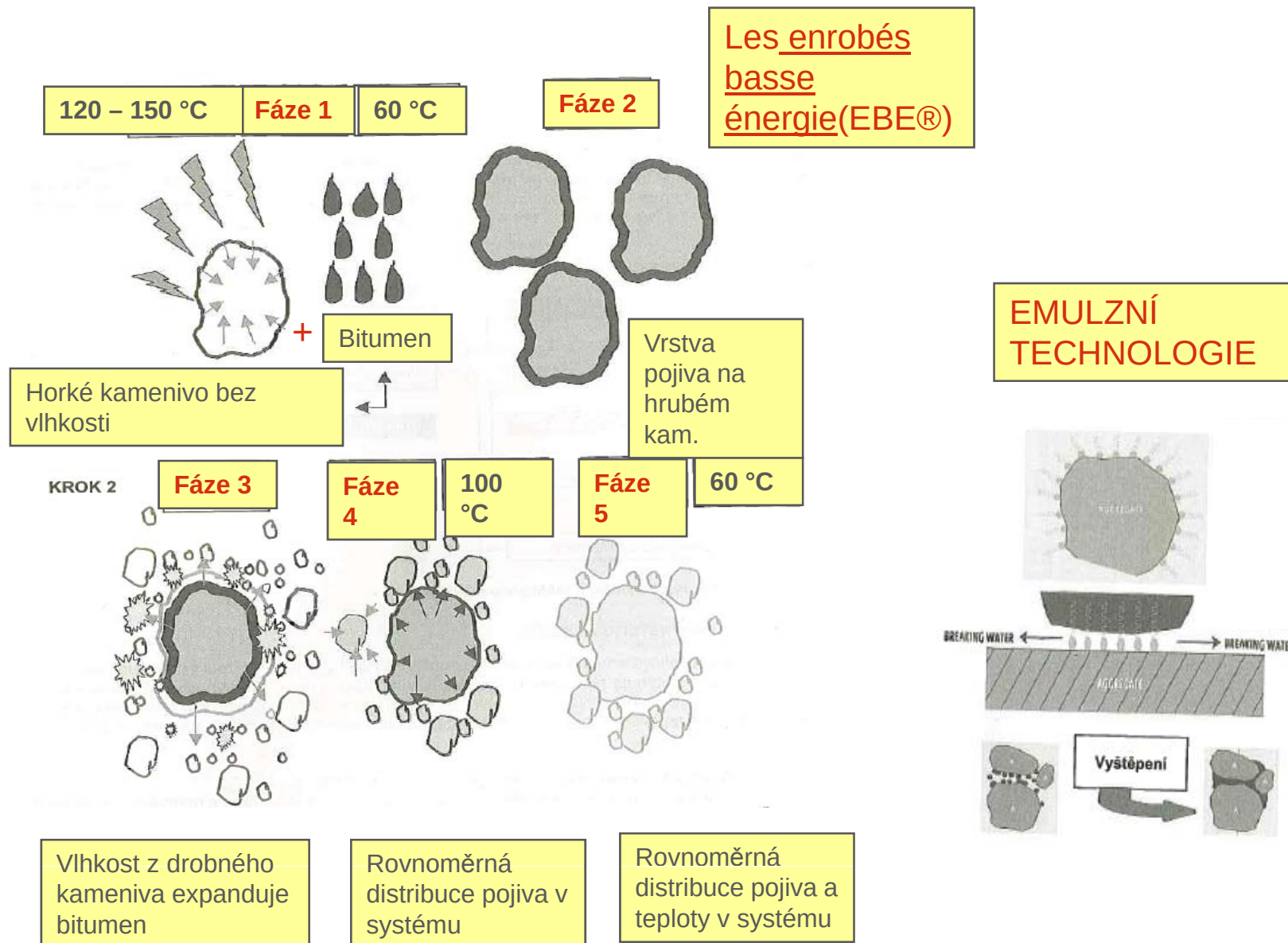
Kyselina fosforečná

- působí pouze jako inteligentní mezivrstva při interakci mezi kamenivem a bitumenem

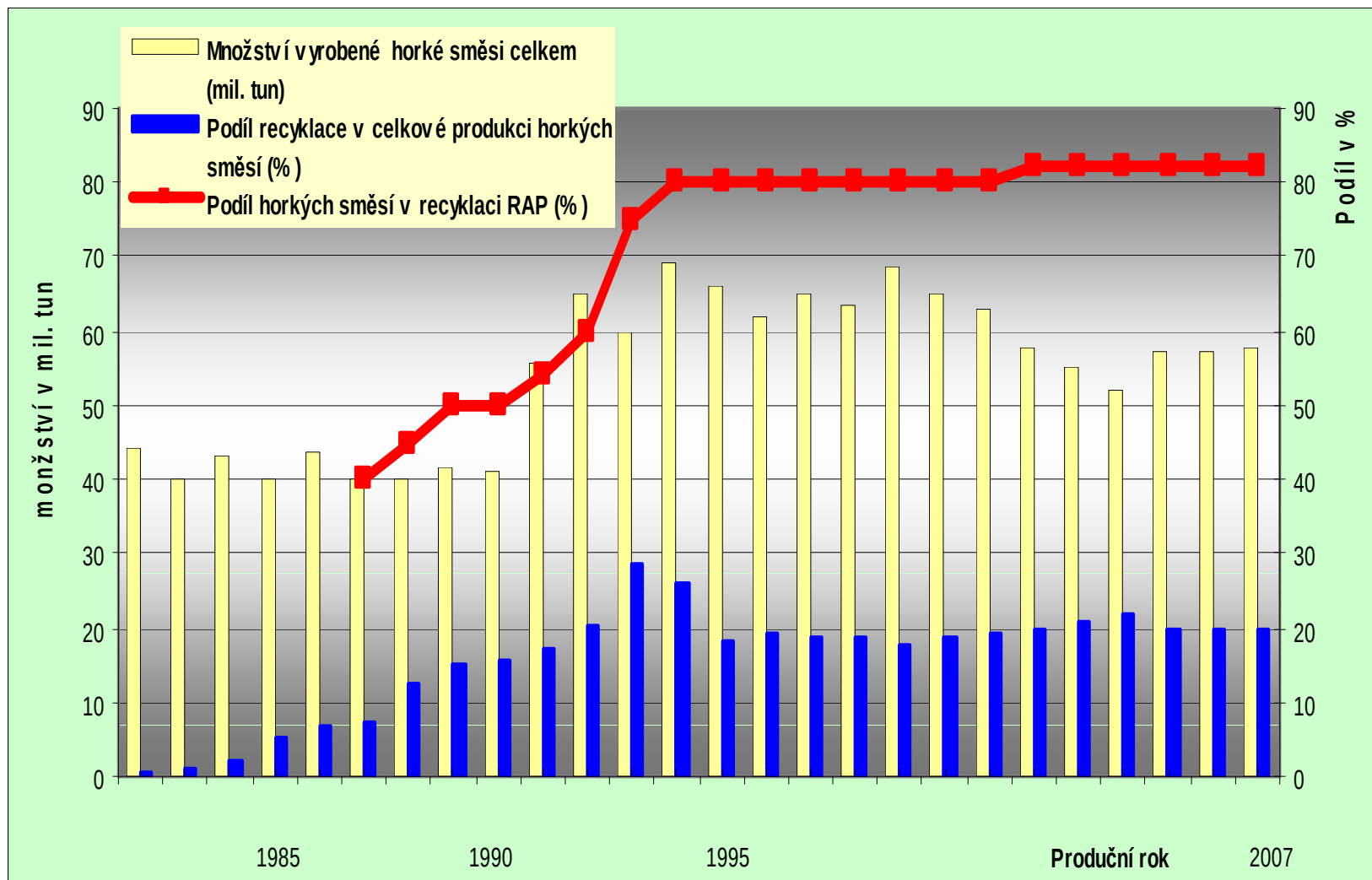
Kavitační efekt

Výsledkem fyzikální interakce mezi dvěma látkami s rozdílným bodem varu je vznik pěny. (nestabilní disperzní systém plynu a kapaliny). Pěna má vždy nižší viskozitu než původní kapalina (kavitační efekt)

Fyzikální procesy měnící viskozitu pojiva



RAP recyklace SRN

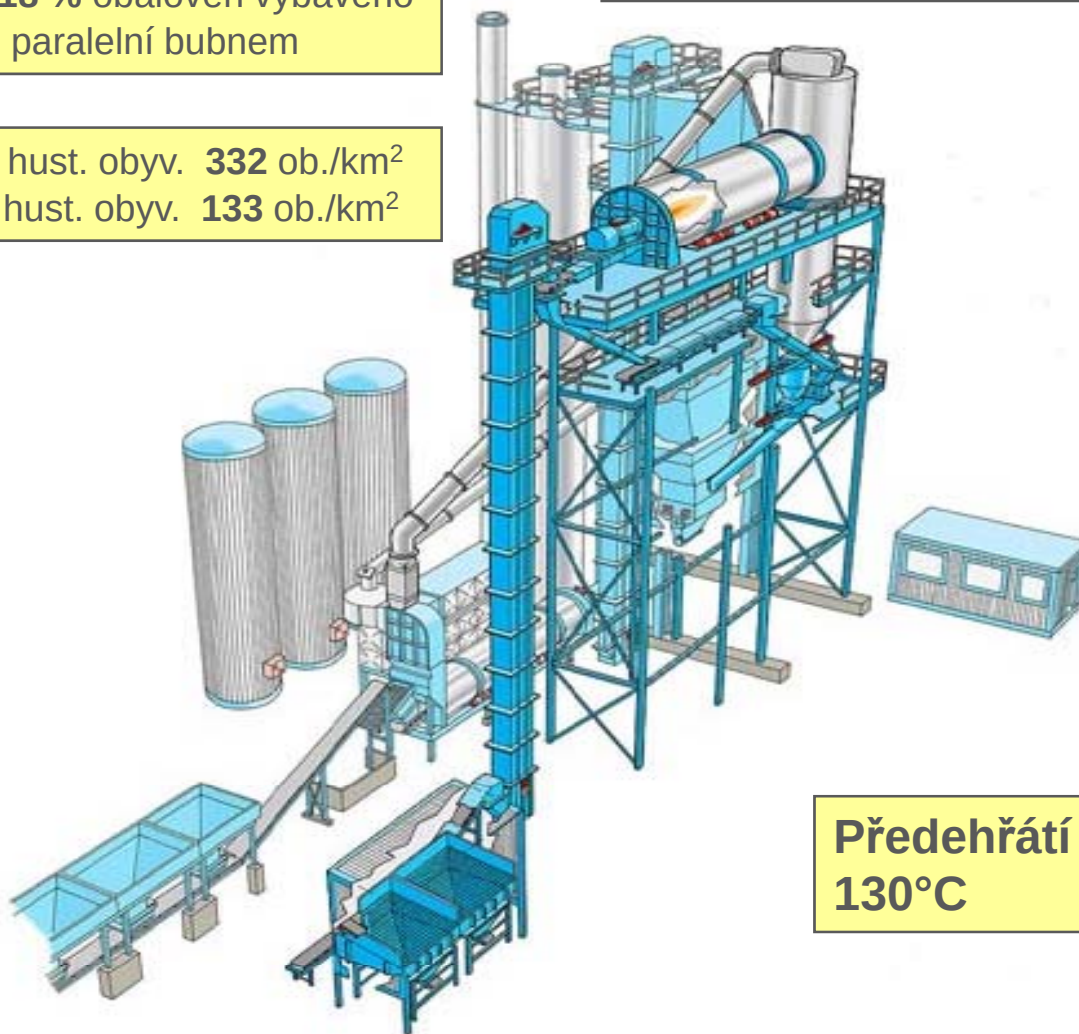


PARALELNÍ BUBEN

NSR 18 % obaloven vybaveno
paralelní bubnem

NSR hust. obyv. 332 ob./km²
ČR hust. obyv. 133 ob./km²

NSR 1,86 obaloven/ 1000 km²
ČR 1,31 obaloven/ 1000 km²



Beninghoven archive
©

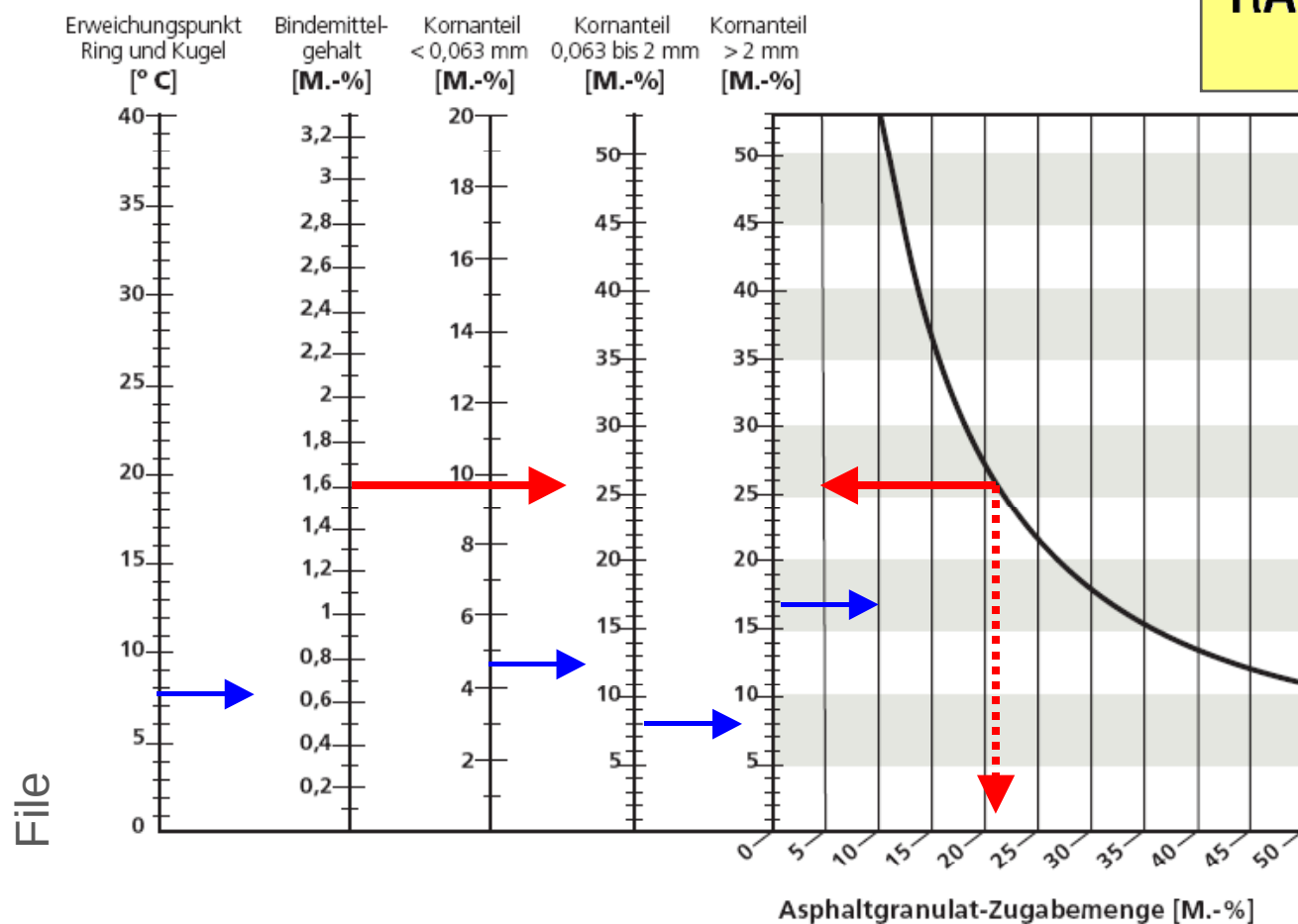
Předeřtí RAP na teplotu 100 -
130°C

File
Title



NOMOGRAM PRO STANOVENÍ POVOLENÉHO MNOŽSTVÍ RAP

$$RAP_{dotace} (\%) = \frac{K_{smés} * T_{přip.} * 100}{M_{zjiš.}}$$



ROZHODUJÍ
CÍ JE
PARAMETR
S **NEJVĚTŠÍ**
VARIACÍ



VZOREC PRO VÝPOČET POVOLENÉHO MNOŽSTVÍ RAP

$$\text{RAP}_{\text{dotace}} (\%) = \frac{K_{\text{směs}} * T_{\text{příp.}} * 100}{M_{\text{zjiš.}}}$$

$\text{RAP}_{\text{dotace}} (\%)$ - maximální možné množství přidávaného granulátu v % hmotnosti

$K_{\text{směs}}$ (vrstvy) - konstanta pro danou směs (0,50 – podkladní vrstvy, 0,33 – ložní a obrusné vrstvy)

$T_{\text{příp.}}$ - maximální povolená tolerance určující veličiny vyrobené směsi

$M_{\text{zjiš.}}$ - laboratorně zjištěný maximální rozptyl určující veličiny v RAP

„Merkblatt für die Verwertung von Asphaltgranulat“, (Vzorový list pro zhodnocení asfaltového granulátu), vydání 2000, (M VAG), FGSV
„Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt“,
(„Dodatečné technické smluvní podmínky a směrnice pro stavby zpevněných dopravních ploch z asfaltových směsí“), vydání 2007, (ZTV Asphalt-StB (

PODMÍNKY PRO POUŽITÍ R- MATERIÁLU (RAP)

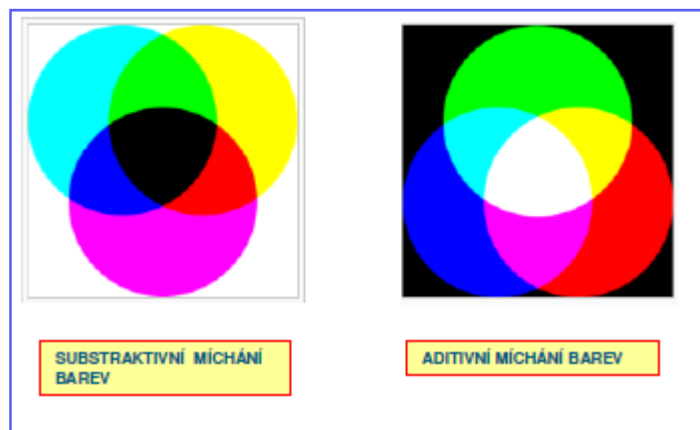
- vhodné třídění frézovaného materiálu (**frézováno po vrstvách**)
- separátní skladování podle původu vrstvy a typu směsi
- pravidelná kontrola kvality a rozptylu sledovaných parametrů
- výstupní kontrola
- diagnostika na dehtové podíly

**Je třeba prokázat, že přídavek RAP
nezhoršuje vlastnosti směsi**

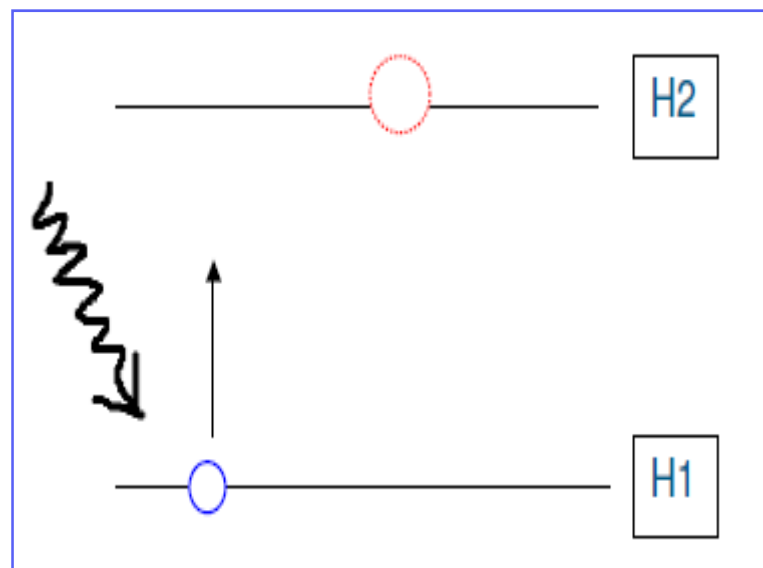
**Plusový obor teplot – ÚNAVOVÉ CHARAKTERISTIKY
ODOLNOST proti DEFORMACÍM**

Minusový obor teplot – RELAXAČNÍ VLASTNOSTI
(tendence k tvorbě trhlin)

Proč je asfalt černý?



Barva	Vlnová délka	Frekvence
červená	~ 625 až 740 nm	~ 480 až 405 THz
oranžová	~ 590 až 625 nm	~ 510 až 490 THz
žlutá	~ 565 až 590 nm	~ 530 až 510 THz
zelená	~ 520 až 565 nm	~ 580 až 530 THz
azurová	~ 500 až 520 nm	~ 600 až 580 THz
modrá	~ 430 až 500 nm	~ 700 až 600 THz
fialová	~ 380 až 430 nm	~ 790 až 700 THz



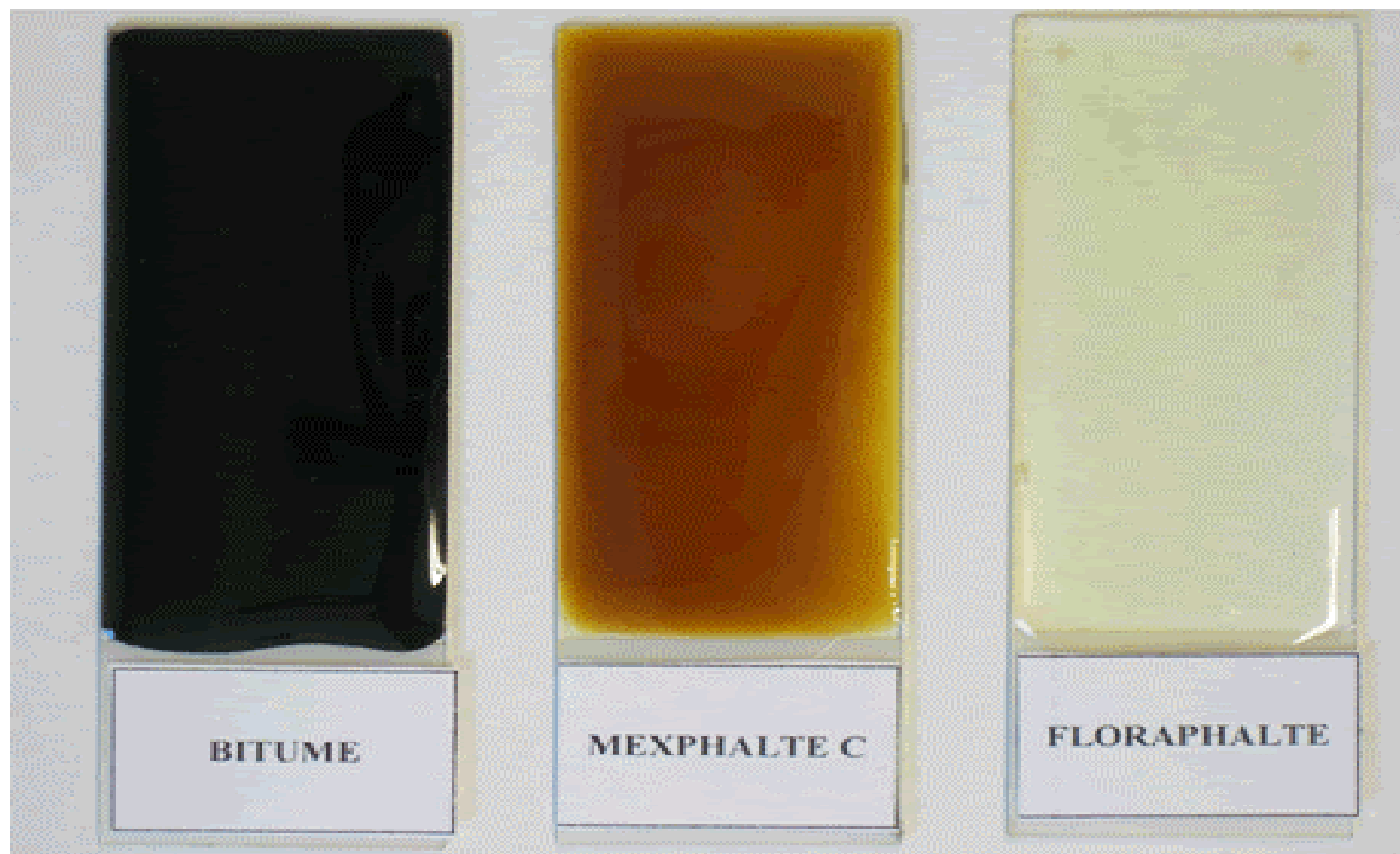
Nutno odstranit barevné chromofory – chemické skupiny, které způsobují barevnost látek

Konjugované dvojné vazby

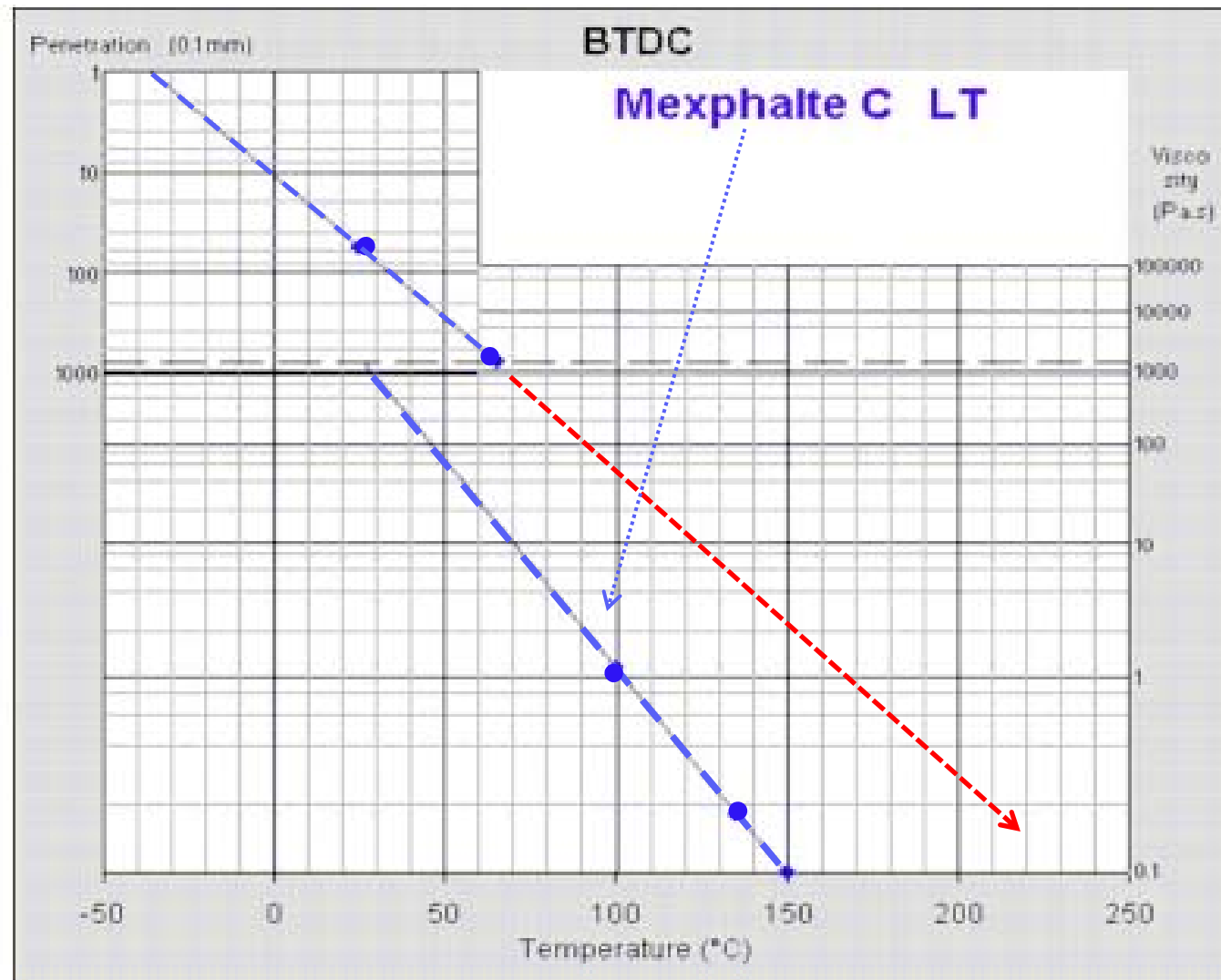
(např. u barviv - azoskupiny v konjugaci s benzenovými jádry atd.)

Pokud materiál absorbuje všechny vlnové délky viditelného spektra, jeví se jako černý

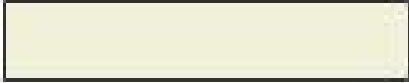
Od černého po bezbarvý



\eologické



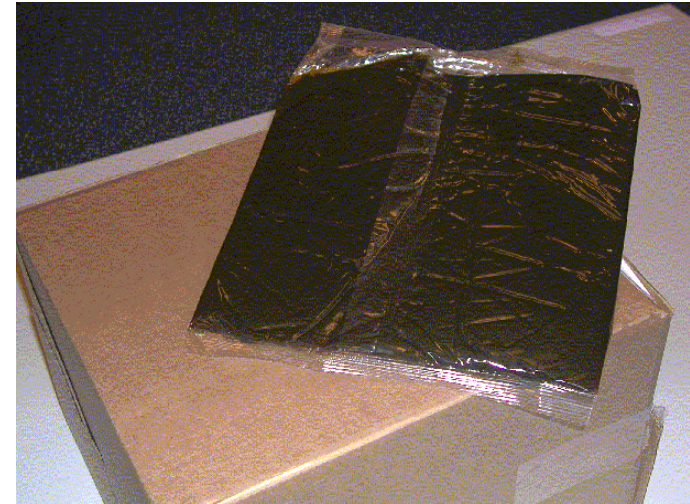
Pigmenty pro transparentní asfalt

Pigmente	Standard Bitumen	Transparentes Bitumen
Eisenoxid Rot		
Eisenoxid Gelb	NEDOPORUČENO	
Chromoxidgrün	NEDOPORUČENO	
Kobaltblau	NEDOPORUČENO	
Titanweiss	NEDOPORUČENO	



Způsob dodávky

- V sáčkích po 1 kg (celá paleta – 840 kg)
 - Dávkování přímo do míchačky obalovny
 - Prodloužení času míchání
- Ocelové sudy – 190kg (minimum 2,8 t)
- „Bulk“ transportní tanky v horkém stavu (minimum 5 t)
- *Skladování v sáčkích neomezeně*
- *V horkém stavu je třeba snížit teplotu a zabránit oxidaci*
- *Dávkování: hrubé kamenivo, drobné kamenivo, filer (přísady, vlákna) a pigment, transparentní pojivo*



Způsob výroby



Způsob výroby



Způsob výroby



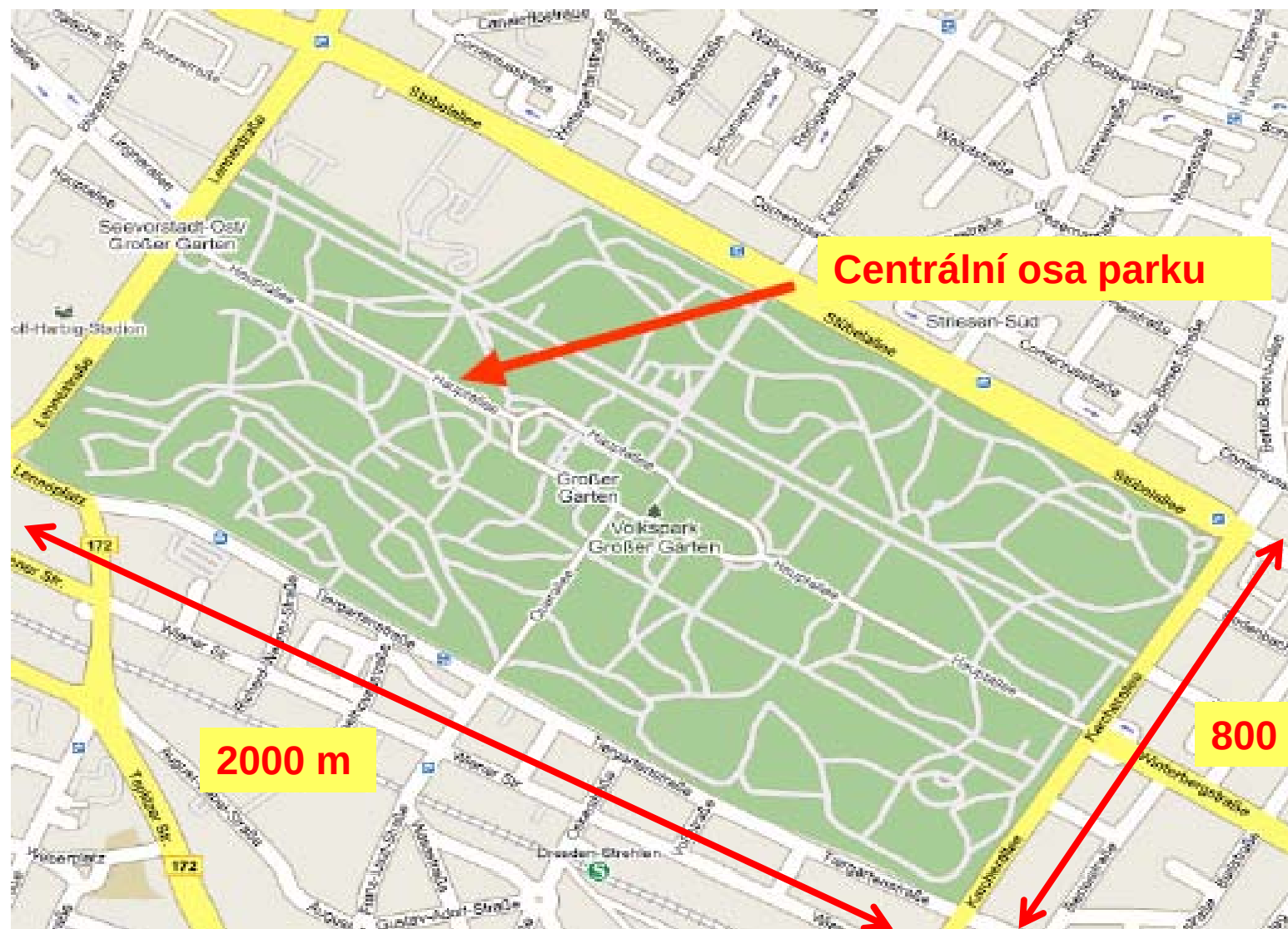
CITY PARK CYCLO- a INLINE- AREA - DRESDEN

VOLKSPARK – GROßER GARTEN

- Přidaná estetická hodnota
- Jednotné barevné ladění
- Jízdní komfort
- Soulad s koncepcí památkové ochrany
- Realizace 2008



CITY PARK CYCLO- a INLINE- AREA - DRESDEN



CITY PARK CYCLO- a INLINE- AREA - DRESDEN



CITY PARK CYCLO- a INLINE- AREA - DRESDEN



CITY PARK CYCLO- a INLINE- AREA - DRESDEN



Á.Í. \

Strain-tolerant interlayer

CRL - **C**rack **R**elief **L**ayer

SAL - **S**tress **A**bsorbing **L**ayer

CAM - **C**rack **A**ttenuating **M**ixtures

ISAC - **I**nterlayer **S**tress**A**bsorbing **C**omposite

RBL - **R**ich **B**ottom **L**ayer

**ABSORBCE
NAPĚTÍ**
v konstrukční
vrstvě

SAM(I) -

**ROZPOJENÍ TAHOVÝCH
SIL** v konstrukci

CAM - **C**rack **A**ttenuating **M**ixtures

- Omezuje reflexní trhliny + vykazuje dostatečnou odolnost proti plastickým deformacím
- Používá se při rehabilitaci vozovky jako mezivrstva pod obrušnou vrstvou, výjimečně jako obrušná vrstva
- min. 8,0 % pojiva, typ PG 76-22 nikoliv PG 70-22

RBL - **R**ich **B**ottom **L**ayer

- Ukazuje výbornou odolnost proti únavovým trhlinám a používá se v systému navrhování perpetual pavement (návrhová doba 50 let)
- min. 7,5 % pojiva, typ od PG 64 -22 do PG 76-22

GRADACE – KŘIVKA ZRNITOSTI

Spojené státy americké - zadávací protokol				
Síto (ASTM systém)			Zrnitost - Mezní hodnoty (%)	
			Dolní	Horní
(3/8 inch)	mm	9,5	100	100
No. 4	mm	4,75	80	100
No. 8	mm	2,36	60	85
No. 16	mm	1,18	40	70
No. 30	µm	600	25	55
No. 50	µm	300	15	35
No. 100	µm	150	8	20
No. 200	µm	75	6	14
Hutnění Gyrator N max = 50			50 cyklů	
Pojivo			PG 70 - 22	
Pojivo množství			-	
Mezerovitost			0,5 - 2,5 %	
Mezerovitost směsi kameniva			16%	
Únavové vlastnosti (AASHTO TP-8) 2000 µε, 10 Hz, 15°C, 3,0 ± % AVC průměr ze dvou vzorků			100.000 cyklů	

Česká republika TP 147			
Síto (ČSN EN systém)		Zrnitost - Mezní hodnoty (%)	
		Dolní	Horní
11	mm	100	100
8	mm	98	100
4	mm	-	-
2	mm	55	75
1	mm	-	-
0,5	mm	-	-
0,125	mm	8	20
0,063	mm	min. 10	
Hutnění Marsch. pěch 2 x 50		2 x 50 úderů	
Mezerovitost		1,0 - 3,0 %	
Koeficient sytosti (ČSN 73 6160)		min. 4,6	
Obsah modifikovaného pojiva		min. 8,2 %	
Mezerovitost směsi kameniva		min. 17,5 %	
Odolnost protitvr. trvalých deformací 40 °C PRD _{Air} PRD _{Net}		max. 8,0 % max. 0,08 mm	



Napětí pohlcující kompozitní mezivrstva

- Sendvičová struktura
- Skládá se ze **tří vrstev**
 - dolní vrstvy geotextilie s nízkým modulem pevnosti
 - viskoelastickou asfaltovou membránou (vrstva)
 - horní vrstvy geotextilie s vysokým modulem pevnosti
- Používá se hlavně na letištích a páteřních dálnicích
- Vynikající vlastosti při omezení reflexních trhlin
- Laboratorní vyhodnocení

Použití mezivrstvy (SAMI/ CRL) – kompozitní vozovky

- Překryv asfaltovými vrstvami (overlay) se SAMI (Shell A-49 Berlin)
- Desintegrace/ narušení betonových desek s usazením a přeryvem asfaltovými vrstvami (crack and seat with overlay)
 - redukuje především akumulace horizontálního pohybu, velikost 0,3 – 1,0 m , aretovanou (interlock) trhlinu s možností přenosu vertikální síly s maximální zachováním strukturální účinnosti vrstvy, technika opětovného usazení (seating) je zárukou opětovné získání podpory podkladní vrstvy pod betonovou vozovkou, vhodné pro strukturálně zachovalé se spíše povrchovými nedostatky (povrch, odštipování atd)
- Rozbití betonových desek s usazením a přeryvem asfaltovými vrstvami (break and seat with overlay)
 - používá se armovaných betonových vozovek (JRCP), vazba mezi armováním a betonem je narušena, energie na desintegraci je podstatně větší, strukturální integrita klesá a musí být zohledněna při dimenzování překryvných HMA vrstev
- Technika **Rubblizace** a překryv asfaltovými vrstvami
- Úplná výměna betonové vozovky (total reconstruction)
- Překrytí další betonovou vrstvou betonové vozovky (white topping)

orovnání

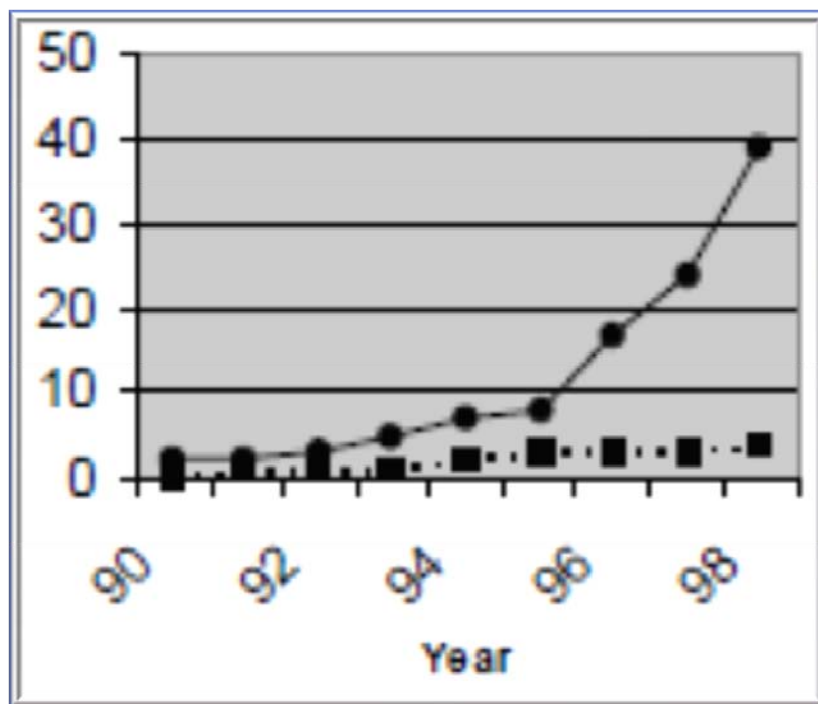
- Pokud se technika desintegrace použije u nearmovaných betonových (JPUCR – joint plain unreinforced concrete pavement) desek tak funguje spolehlivě, ale u armovaných desek JRCP – joint reinforced concrete pavement) je doba objevení se reflexních trhlin posunuta cca o 3 roky.
- Velikost kusů – 12“ - 40 “ (30 cm– do max.1 m)
- někdy se udává 18“ – 30 “ (45 cm - 75 cm) 20 % může být větší než 24 “(60 cm)
- Převládat má transversální trhlina
- Desintegrace musí být řes celou tloušťku vrstvy
- 30 – 50 tunový válec
- Vertikální a horizontální pohyby desek z provozu – rozhodující je velikost a frekvence zatížení a stability podkladu

- 
- **Rubble** – angl. sutiny, rumišťe, hromada trosek / drť, štěrk
 - Relativně nová technika , ve které je betonová vozovka na místě (**in-place**) přetvořena na materiál přibližné velikosti drceného kameniva
 - Hlavním cílem je eliminovat reflexní trhliny totální destrukcí betonových desek směrem k homogenní granulované struktuře
 - Je snížena strukturální integrita a kapacita vrstvy
 - Vrstva přeměněna na podkladní nestmelenou granulovanou vrstvu s relativně vysokým modulem tuhosti
 - obnova únosnosti vozovky je zajištěna pokryvem asfaltovými vrstvami



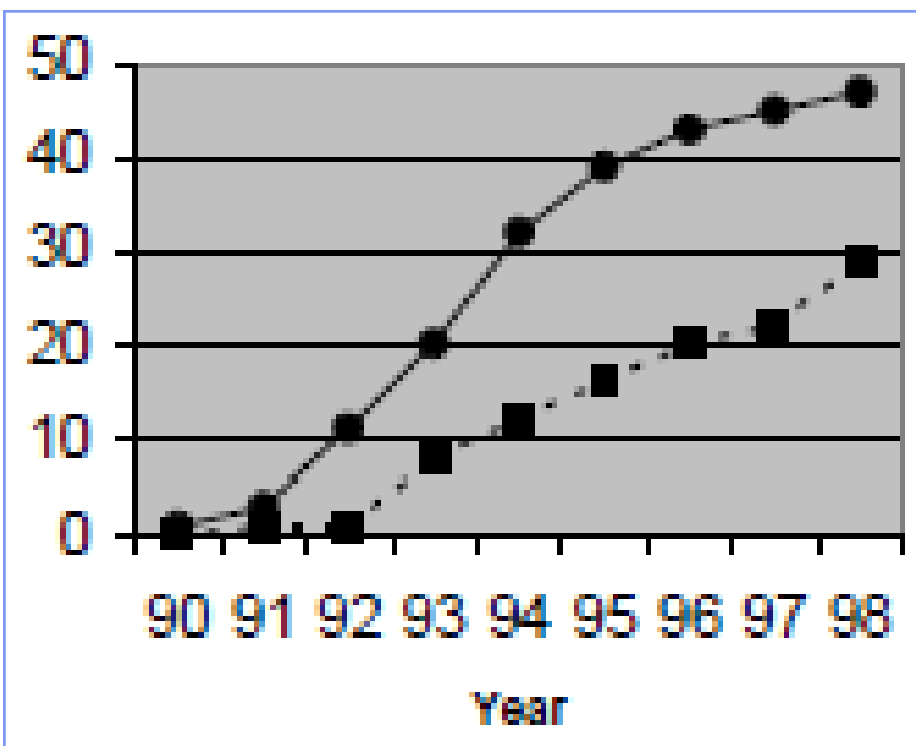
Převážně resonanční
vícehlavové desintegrátory

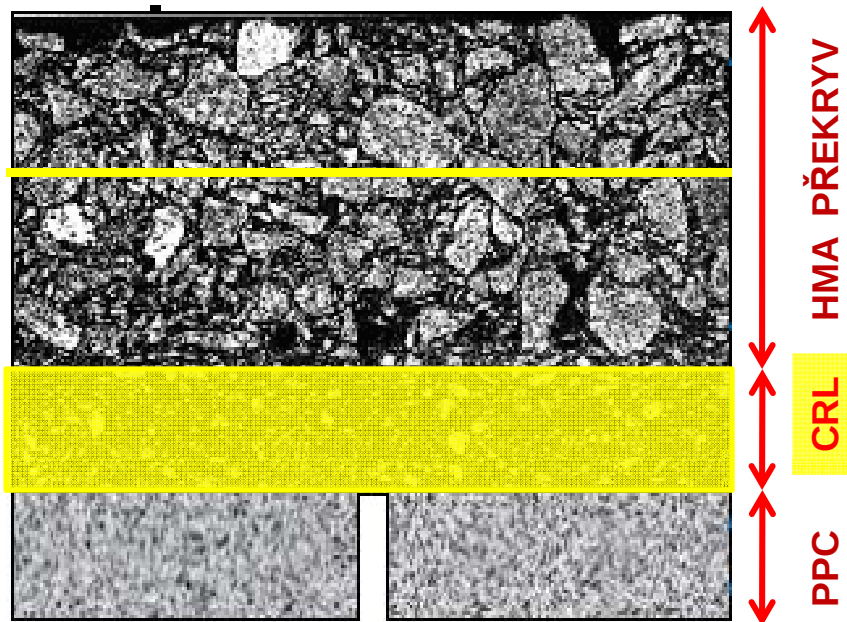
POROVNANÍ METOD PRO PŘEKRYV PCC



Crack and seat - JPCP,
 ■ CRL
 ● without CRL

Break and seat - JRCP,
 ■ CRL
 ● without CRL





STRATA

- 25 mm jemnozrnná směs HMA
- vysoce elastické pojivo
- pojivově bohatá
- nízká mezerovitost
- nepropustnost pro vodu
- recyklovatelnost
- indukční doba reflexních trhlin **5** let

HMA překryv

Minimální překryv asfaltovými vrstvami - **75 mm**

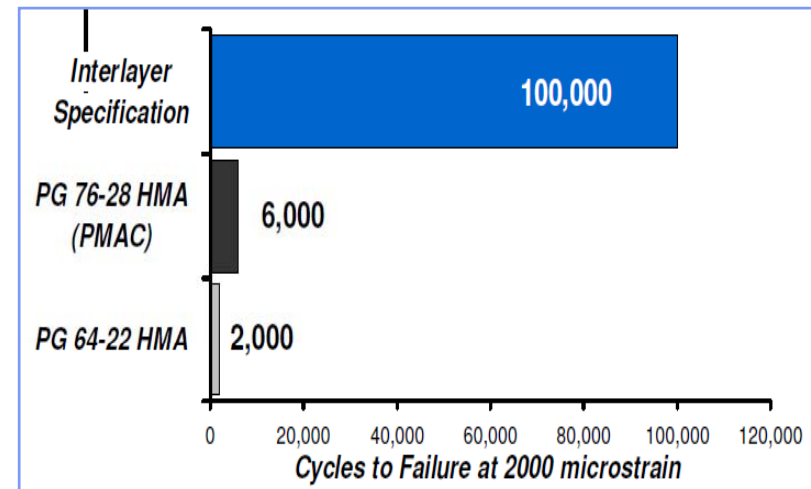
Emulzní postřik na PPC je nutný

Hutnění

- statické hutnění
- první válec těsně za finišerem
- přibližně 5 – 6 pojezdů
- hutnění min. 96 %

STRATA – Reflective crack relieve system

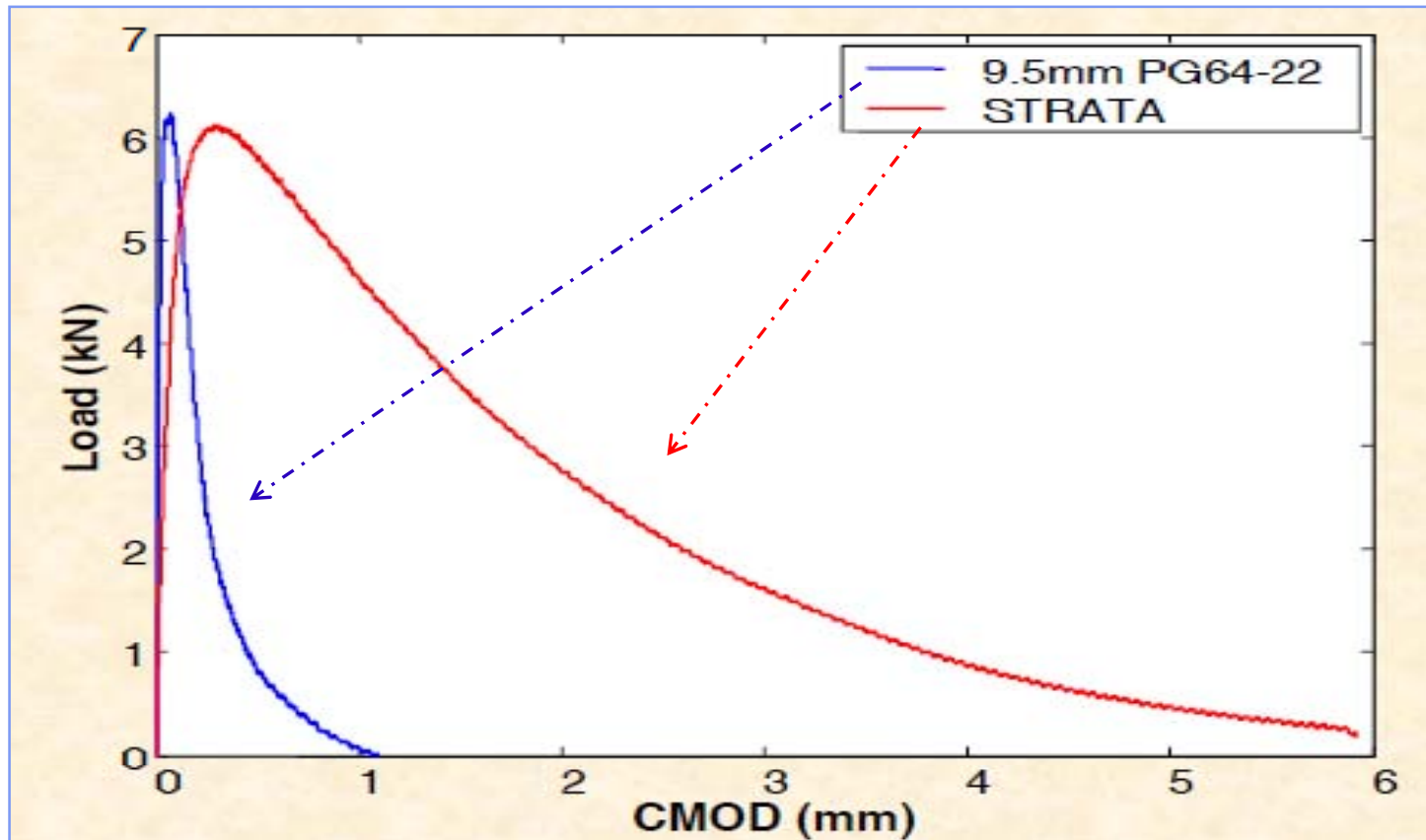
Hutnění Gyrator N max = 50	50 cyklů
Pojivo	PG 70 - 22
Pojivo množství	8,0 - 10,0 %
Mezerovitost	0,5 - 2,5 %
Mezerovitost směsi kameniva	16%
Modul pružnosti	3400 MPa
Únavové vlastnosti (AASHTO TP-8) 2000 $\mu\epsilon$, 10 Hz, 15°C, 3,0 $\pm$ % AVC průměr ze dvou vzorků	100.000 cyklů



Síto (ASTM systém)			Zrnitost - Mezní hodnoty (%)	
			Dolní	Horní
(3/8 inch)	mm	9,5	100	100
No. 4	mm	4,75	80	100
No. 8	mm	2,36	60	85
No. 16	mm	1,18	40	70
No. 30	μm	600	25	55
No. 50	μm	300	15	35
No. 100	μm	150	8	20
No. 200	μm	75	6	14

Závislost síly na šířce trhliny při testu DCT

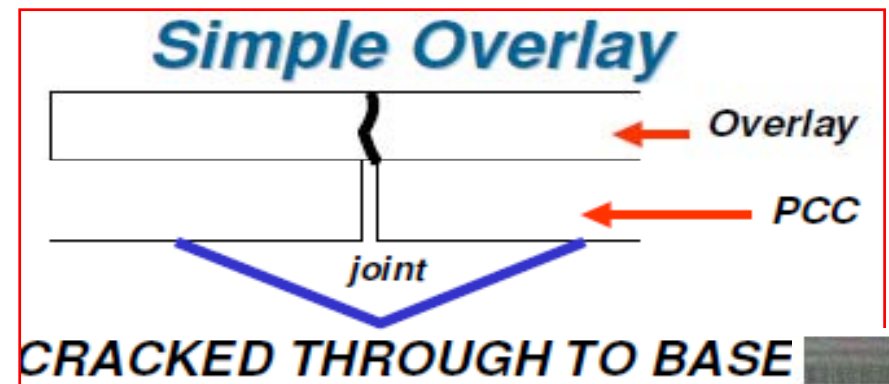
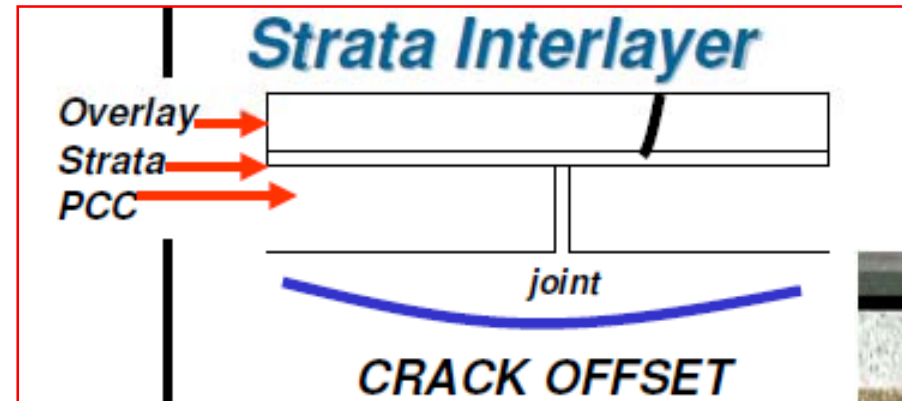
STRATA versus AC 9,5 mm



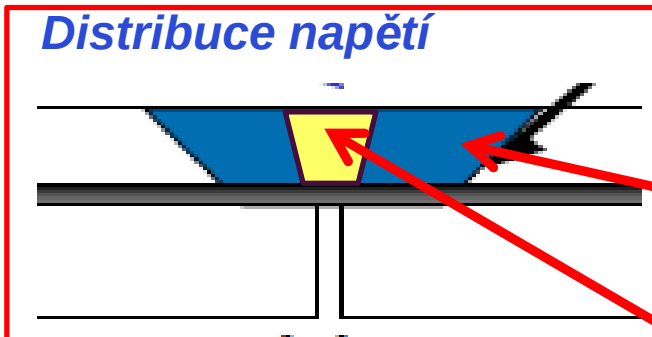
CMOD - Crack Mouth Opening Displacement

Wagoner, M. H., Buttlar, W. G., and G. H. Paulino, "Development of a Single-Ended Notched Beam Test for Fracture Testing of Asphalt Concrete," *ASTM Journal of Testing and Evaluation*, Vol. 33, No. 6, JTE12579, Nov. 2005.

STRATA Interlayer



Distribuce napětí



STRATA Interlayer

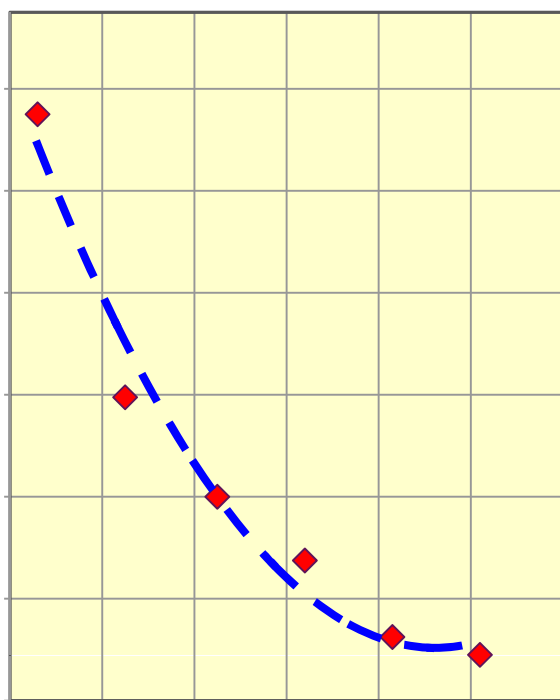
Simple Overlay

Zlepšení kvality a životnosti asfaltových vrstev

- Mírná změna filozofie návrhu
 - počet úderů
 - hutnící teploty
 - funkční zkoušky (únava)
 - mírná změna křivek zrnitosti (větší uzavření směsi)
 - funkční zkoušky (únava)
- Zeslabení tloušťky asfaltového filmu vede k rychlejšímu stárnutí
- Správně použité typy směsí na správných komunikacích
- Odpovídající mezerovitost hutněné ohrusné vrstvy

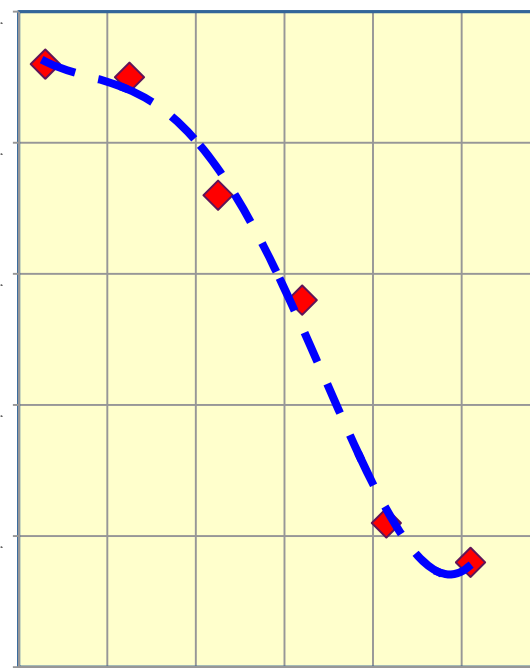
Zlepšení kvality a životnosti asfaltových vrstev

Viskozita po krátkodobém stárnutí proces SHRP#1025



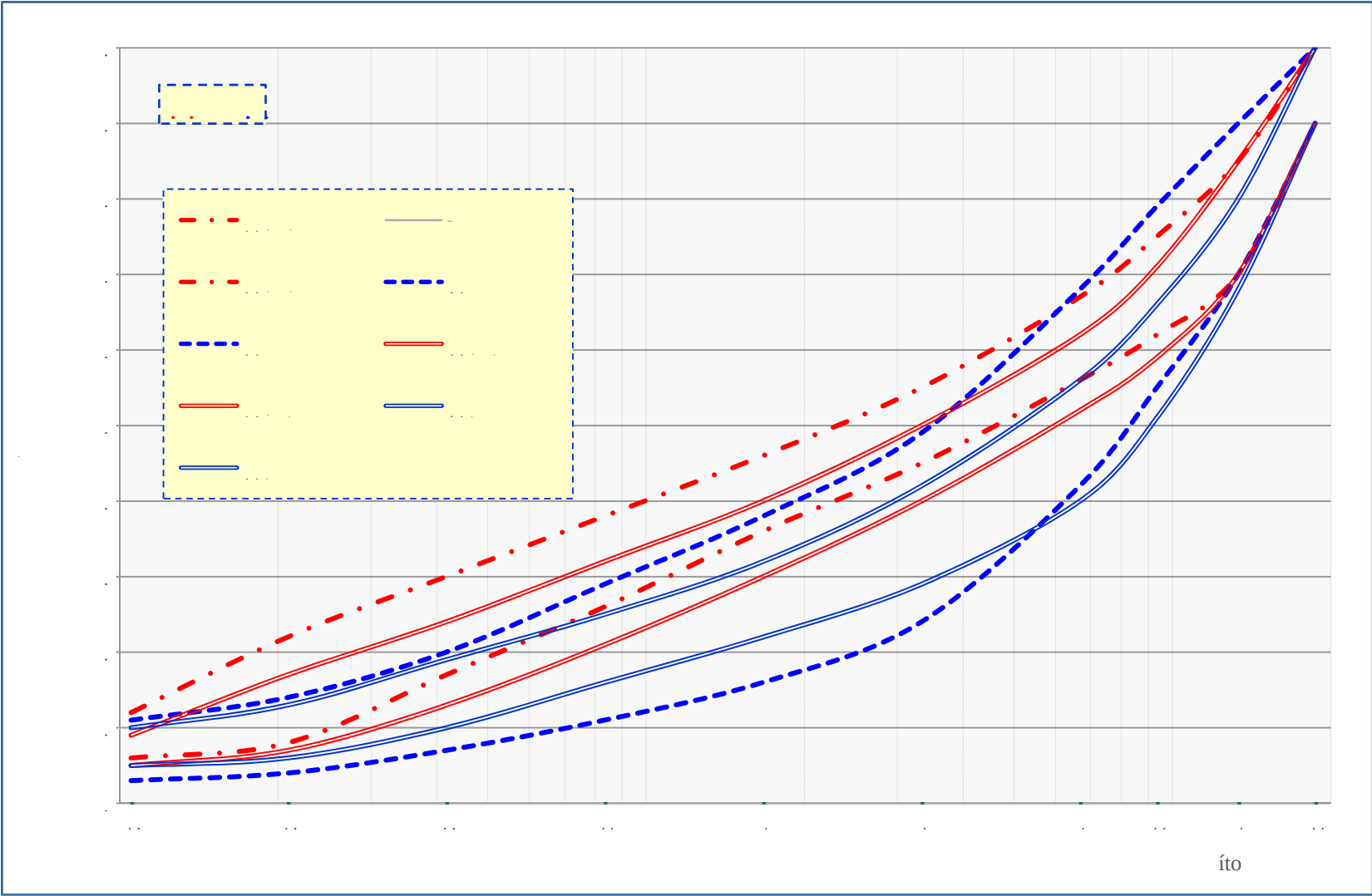
Tloušťka asfaltového filmu (μm)

Viskozita po dlouhodobém stárnutí proces SHRP#1030

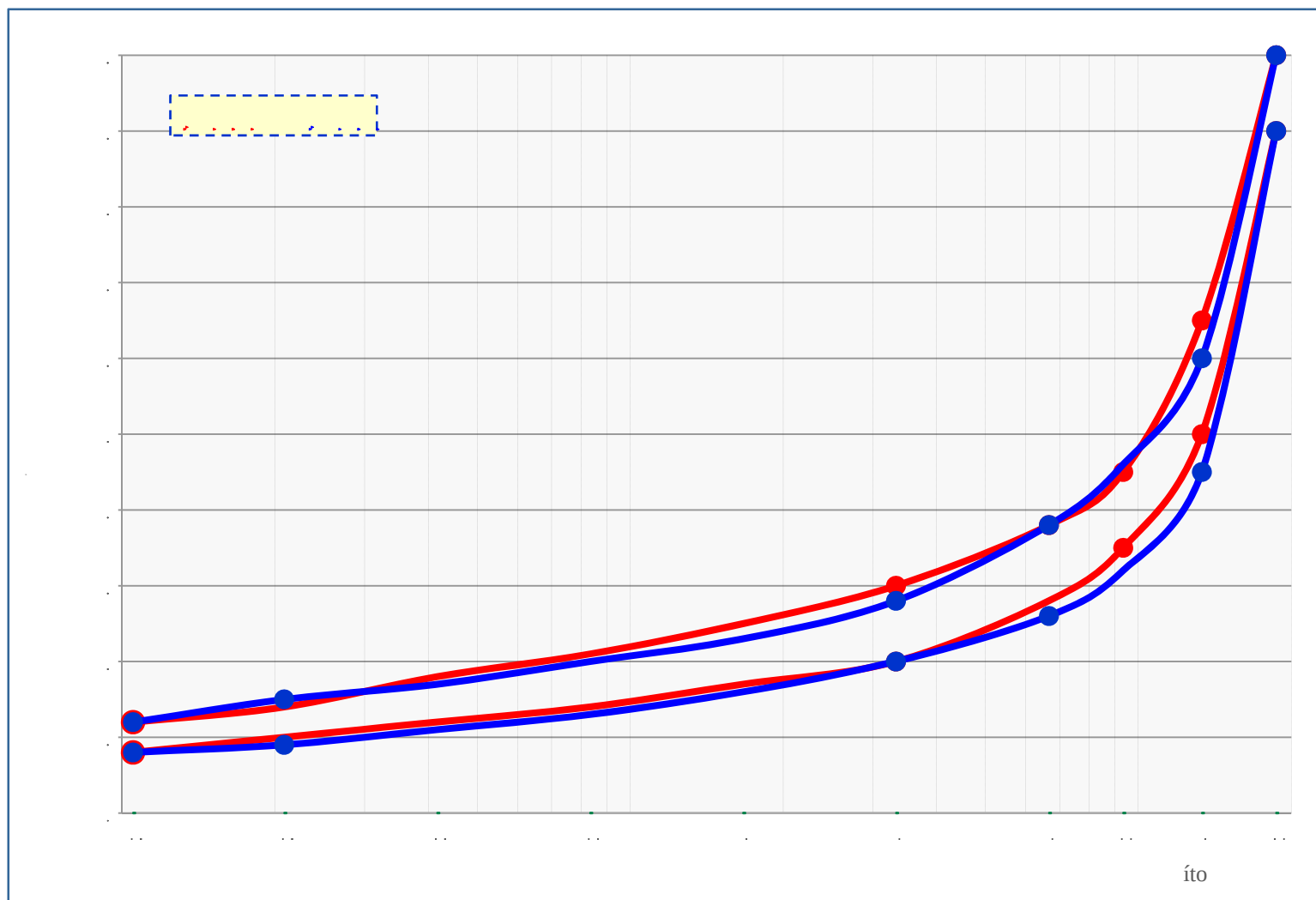


Tloušťka asfaltového filmu (μm)

Zlepšení kvality a životnosti asfaltových vrstev



Zlepšení kvality a životnosti asfaltových vrstev





Zlepšení kvality a životnosti asfaltových vrstev

Obrusné vrstvy typu SMA [19]				
				
Asfaltová směs	SMA 11 S	SMA 11 S	SMA 8 S	SMA 8 S
B _{min} (obj. %)	6,60	6,20	7,20	6,60
V _{min} (vol. %)	2,50	3,00	2,50	3,00
V _{max} (vol. %)	3,00	4,50	3,00	4,50

Obrusné vrstvy typu AC [19]							
							
Asf. směs	AC 11 D S	ACO 11 S	AC 11 D N	ACO 11 +	AC 8 D L	ACO 8	ACO 8 CH
B _{min} (%)	6,00	5,40	6,20	5,60	6,60	6,00	6,20
V _{min} (%)	2,50	2,50	1,50	2,50	1,00	2,50	1,50
V _{max} (%)	4,50	4,00	3,50	4,50	2,50	4,50	4,00

Zlepšení kvality a životnosti asfaltových vrstev

Obrusné vrstvy typu SMA [21], [22] (údaje v %)				
				
Asfaltová směs	SMA 11 S	SMA 11 S	SMA 8 S	SMA 8 S
Požadovaná míra zhutnění (%)	97,0	96,0 (pro 20 % výsledků) 97,0 (pro 80 % výsledků) 98,0 průměr	97,0	96,0 (pro 20 % výsledků) 97,0 (pro 80 % výsledků)
Požadovaná mezerovitost vrstvy (%)	max. 5,0	2,0 - 7,0	max. 5,0	2,0 - 7,0

Obrusné vrstvy typu AC [21], [22] (údaje v %)						
Asfaltová směs	AC 11 D S	ACO 11 S	AC 11 D N	ACO 11 +	AC 8 D L	ACO 8
Požadovaná míra zhutnění (%)	97,0	96,0 (pro 20% výsledků) 97,0 (pro 80% výsledků) 98,0 průměr	97,0	96,0 (pro 20% výsledků) 97,0 (pro 80% výsledků) 98,0 průměr	97,0	96,0 (pro 20% výsledků) 97,0 (pro 80% výsledků)
Požadovaná mezerovitost vrstvy (%)	max. 6,5	2,0 - 7,0	max. 5,5	2,0 - 7,5	max. 5,5	2,0 - 7,5

Zlepšení kvality a životnosti asfaltových vrstev

Spolková republika Německo			Česká republika			
						
TDZ	Obrusná vrstva		TDZ	Obrusná vrstva		
SV	-	SMA 11 S SMA 8 S	S	ACO 11 S ACO 16 S		SMA 11 (8) S
I			I	ACO 11 S ACO 16 S		SMA 11 (8) S
II			AC 11 D S	II	ACO 11 S ACO 16 S	ACO 11 + ACO 16 +
III	III			ACO 11 + ACO 16 +		SMA 11 (8) +
IV	AC 11 D N AC 8 D N	SMA 8 N*)	IV	ACO 11 + ACO 16 +	ACO 11 SMA 11 (8)	ACO 8 SMA 11 (8) +
V			V		ACO 11 SMA 11 (8)	ACO 8
VI	AC 8 D L AC 5 D L	SMA 8 N*) SMA 5 N*)	VI		ACO 11 SMA 11 (8)	ACO 8



Druh asfaltu	DIN EN 12697-35	TP A-STB 07 Teil 35	ČSN EN 12697-35
			
20/30	180 ± 5	135 ± 5	180 ± 5
30/45	175 ± 5		175 ± 5
35/50	-		165 ± 5
50/70	150 ± 5		150 ± 5
70/100	145 ± 5		145 ± 5
160/220	135 ± 5		135 ± 5
10/40-65	175 ± 5	145 ± 5	Dle doporučení výrobce *)
25/55-55	150 ± 5		
45/80-50	150 ± 5		
120/200-40	135 ± 5		
40/100-65	150 ± 5		

KOMPAKTASPHALT® - definice

... dle ZTV Asphalt – StB 2009

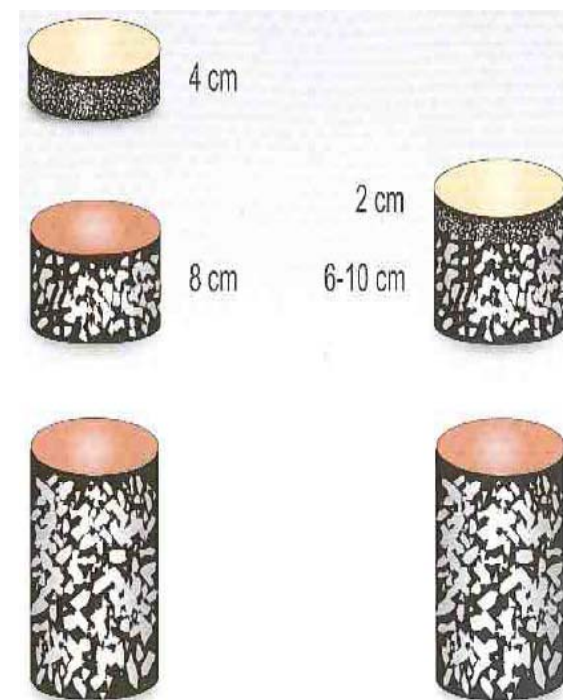
- horní a spodní vrstvy jsou pokládány bezprostředně po sobě bez pojezdu transportních vozidel nebo finišeru za vysokého předhutnění spodní vrstvy
- hutnění obou vrstev je prováděno válci v jednom pracovním kroku

Německý patent DE 43 42 997 C2: profesor Elk Richter, 1993, Fachhochschule Erfurt

- tenké obrusné vrstvy lépe odolávají plastickým deformacím, ale je obtížné je náležitě hutnit
- řešení je pokládat tyto vrstvy současně

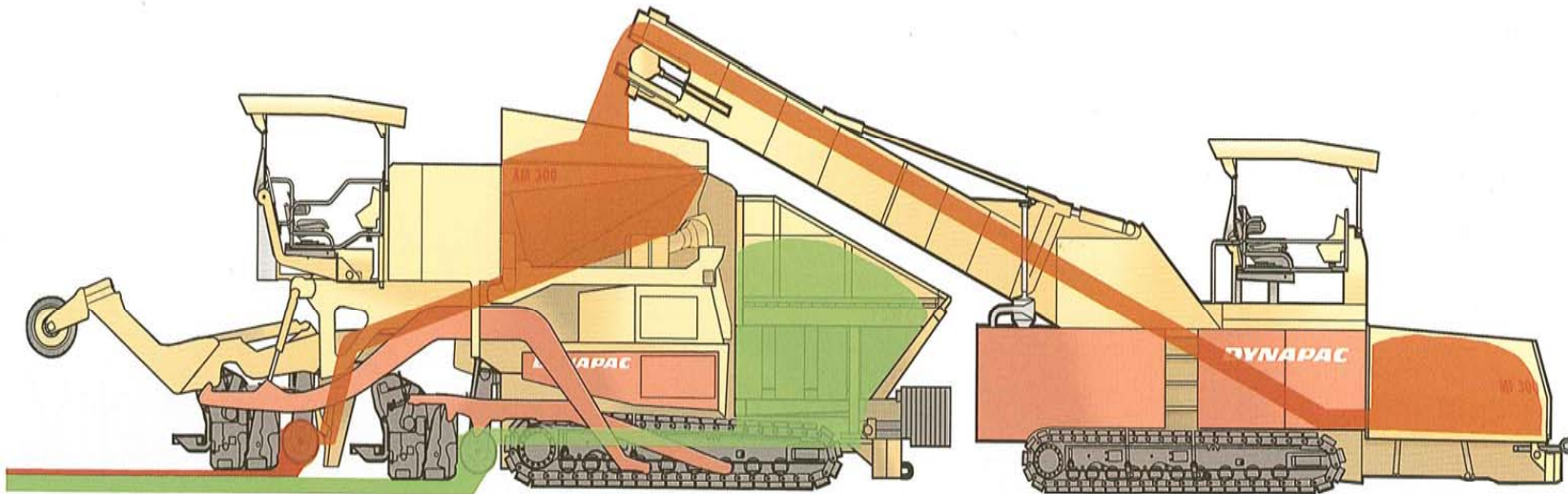
Využití teplotní setrvačnosti velké vrstvy

Klasický



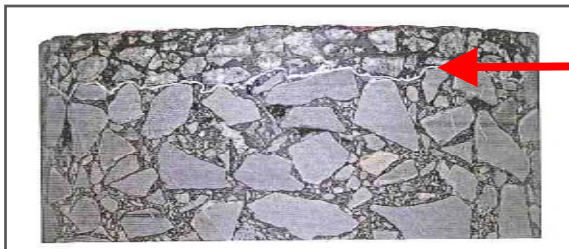
Compact

KOMPAKTASPHALT®



První aplikace v roce 1995 na dálnici A4 (480 m) (HOT on HOT)

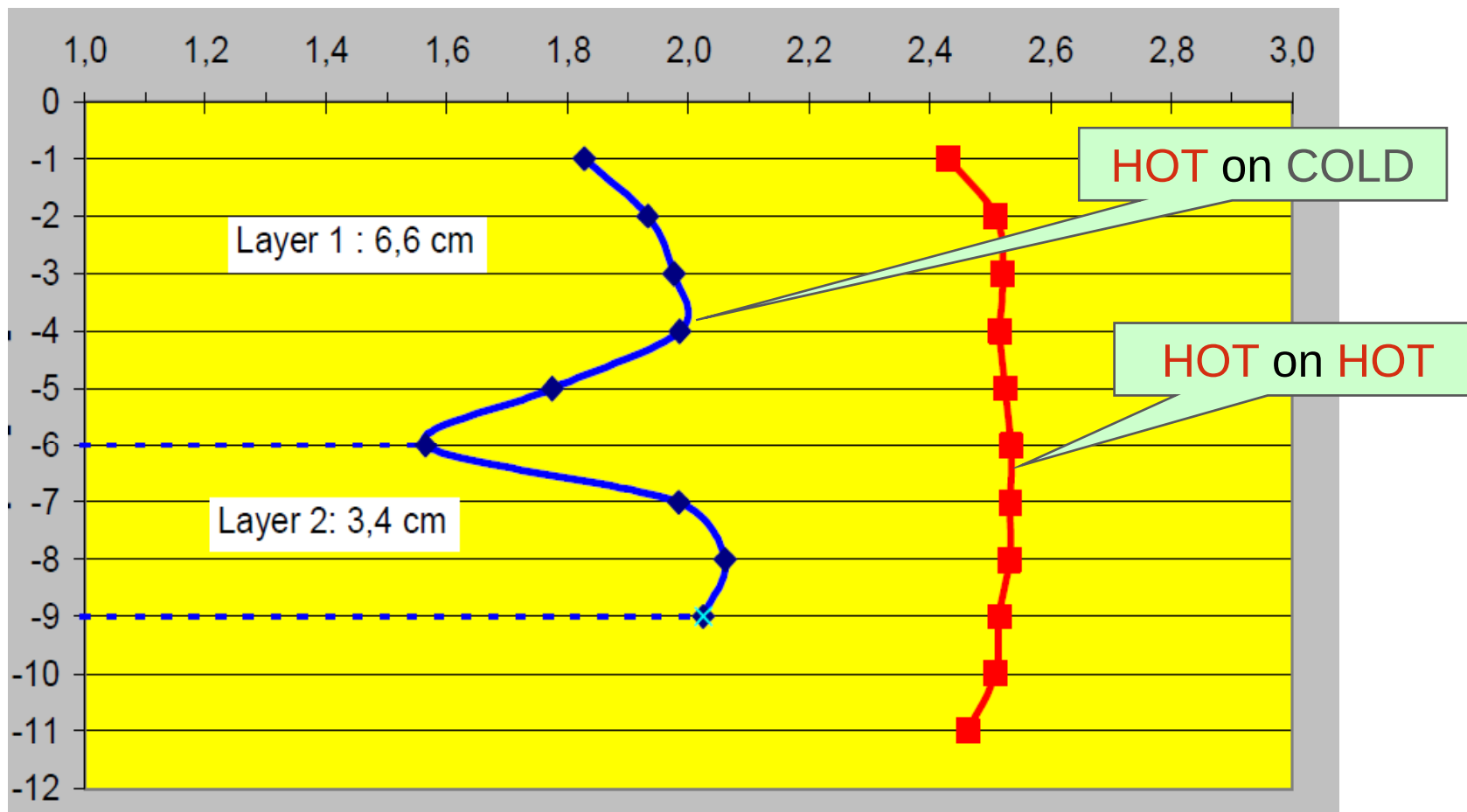
Bimodulární finišer poprvé nasazen v roce 1998 na A7 (5800 m)



KOMPAKTASPHALT® - obj. hmotnost/ hloubka

Objemová hmotnost [g/cm³]

H
L
O
U
B
K
A
[cm]



KOMPAKTASPHALT® - výhody

- poloviční čas pokládky (oprav)
- odpadá nutnost emulzního postřiku
- redukce obrusné vrstvy
- vysoké hodnoty spojení vrstev – **zaklínění vrstev**
- pokládka možná i při nižší teplotě - **teplotní setrvačnost**
- prodloužení času pro hutnění a jeho usnadnění (viz výše)
- snížení nákladů na personál a přepravu
- snížení nákladů na strojo-hodinu a údržbu
- prodloužená servisní doba vozovky
- větší odolnost proti trvalým deformacím
- lze snížit teplotu směsi (10 – 15 °C)

Snížení tloušťky
obrusné vrstvy vede k
větší odolnosti proti
trvalým deformacím

1 % hutnění zvyšuje
odolnost proti
deformacím o 15 – 20
%

KOMPAKTASPHALT® - nevýhody

- pouze celkem cca 7 000 000 m²
- dříve nasazen jen u novostaveb (příliš velký finišer)
- nyní i opravy od 2,5 m šířky
- přísnější podmínky pro rovnost podkladní vrstvy (6 mm na 4 m)
- jiná logistika a kapacita obaloven
- musí odpovídat i kapacita přepravy HMA
- tloušťka vrstvy do 12 cm
- rozšíření v Německu, Číně, Rusku a Polsku (jednotlivé kusy)
- nyní je na trhu adaptabilní nástavec na jeden typ finišeru DYNAPAC® DF 145 CS
- investice do podávajícího stroje

- **Problém vypisování tendrů**
- **Zajímavé u PPP projektů**
- **Srovnání nákladů HoH s HoC**
- **Poměrně nová technologie**

