

## Směsi SMA pro ložní vrstvy, asfaltové směsi pro železniční stavby, nizkoteplotní asfaltové směsi, nizkohlučné asfaltové směsi

*Ing. Jan Valentin, Ph.D. (FSv ČVUT v Praze)*

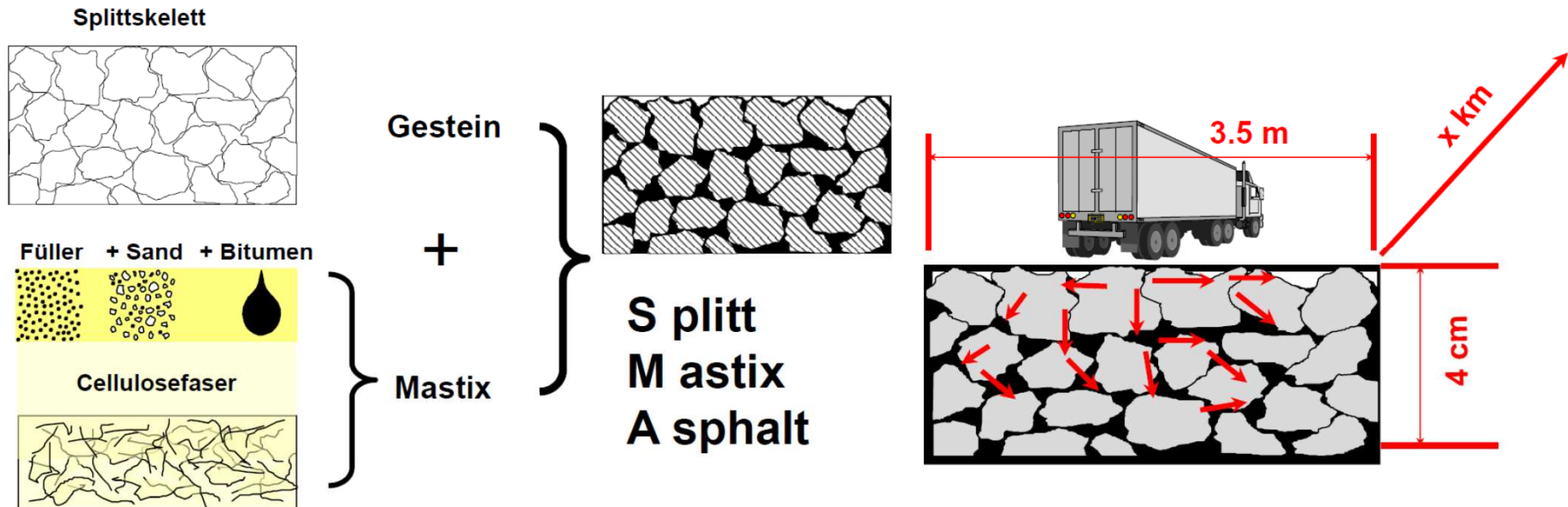
*Doc. Dr. Ing. Michal Varaus (FAST VUT v Brně)*

*Doc. Ing. Petr Hýzl, Ph.D. (FAST VUT v Brně)*

## Asfaltový koberec mastixový pro ložní vrstvy – příloha D normy



# Co je asfaltové směs SMA L?



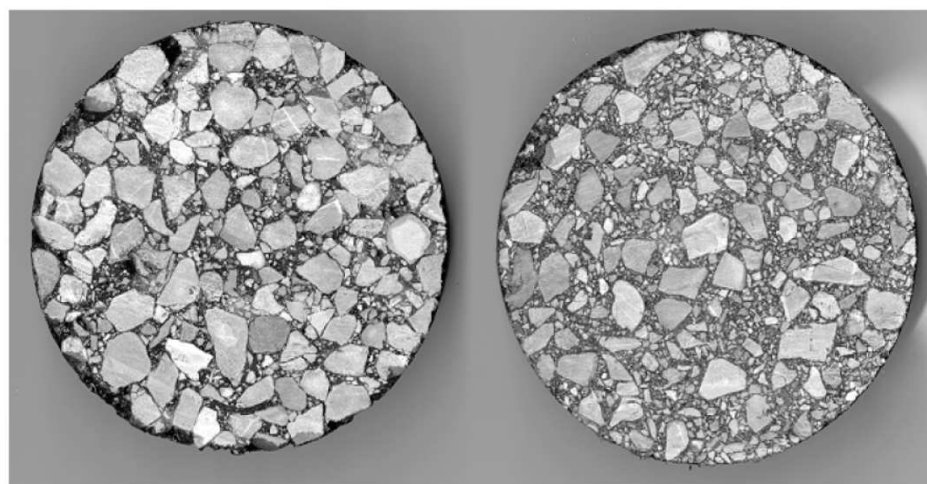
- ➔ směs založená na samonosné kostře z kameniva, které rovnoměrně distribuuje a přenáší účinky svislých a vodorovných sil zatížení

## Co je asfaltová směs SMA L?

- ➔ zavedení inspirováno dobrou praxí v Německu
- ➔ zde tento typ směsi specifikován v „*Hinweise für die Planung un Ausführung von alternativen Asphaltbinderschichten H AI ABi*“ z roku 2015
- ➔ označována jako směs SMA B S (v Německu obdobná alternativa jako AC B S BG) s možností pokládky v tloušťce až 12 cm
- ➔ zavedení předcházelo víceleté období testování především na více zatížených vozovkách dálničního typu
- ➔ východiskem více jak 30 let zkušeností s SMA konceptem
- ➔ snaha kombinovat tento koncept s prosazením hrubozrnných asfaltových směsí (22 mm) ve větších tloušťkách pro zvyšování odolnosti proti trvalé deformaci

## Co je asfaltová směs SMA L?

- v některých případech vykazovaly podkladní asfaltové vrstvy občas v konstrukcích nižší mezerovitost než ložní vrstvy => ty pak fungovaly jako vrstva odvádějící vodu, což vedlo k předčasným poruchám a ke snížení trvanlivosti
- u SMA B S vyšší dávkování pojiva => větší asfaltový film => vyšší trvanlivost a životnost



SMA

AC

## Co od asfaltové směsi SMA L očekáváme?

- ➔ minimalizace vzniku nadměrných trvalých deformací ve formě vyjetých kolejí a jiných poruch podobného typu
- ➔ dosažení zvýšené odolnosti asfaltové vrstvy proti vzniku a šíření trhlin
- ➔ snížení tloušťky obrusné vrstvy ve srovnání s klasickými typy úprav asfaltového betonu či zvýšení provozní výkonnosti vozovky.

## Kde a jak SMA L aplikujeme?

- pro ložní vrstvy vozovek všech tříd dopravního zatížení
- především pro vozovky s velkým dopravním zatížením (TDZ S, I, II a v úsecích s pomalou a zastavující dopravou)
- vždy na podkladní asfaltovou vrstvu (všech typů)
- u vozovek s menším dopravním zatížením je použití SMA L možné pouze v odůvodněných případech
- použití při rekonstrukcích je třeba vždy individuálně posoudit.

*(Pokud je podkladní vrstva pod SMA L porušena trhlinami, podél kterých může docházet k pohybům i po provedené sanaci trhlin, musí se zejména v případech horizontálních pohybů zvolit řešení vložením asfaltové vrstvy typu SAL z modifikovaného asfaltu podle přílohy I této normy.)*

## Požadavky na materiály

### KAMENIVO

- ➔ musí odpovídat požadavkům na kamenivo pro ložní vrstvy podle ČSN 73 6121:2019, příloha E (tabulky E.3 pro asfaltové betony s označením S)

### R-MATERIÁL

- ➔ přípustné použít pokud pochází z hutněných asfaltových vrstev, a to v množství **do 30 %-hm.**
- ➔ při dávkování studenou cestou lze použít maximálně 15 %-hm.
- ➔ při dávkování R-materiálu, které je vyšší než 15 %-hm. (včetně) musí být použita vhodná oživovací přísada (rejuvenátor) nebo PMB s doplňujícím označením RC v souladu s ČSN 65 7222-1

## Požadavky na materiály

### POJIVO

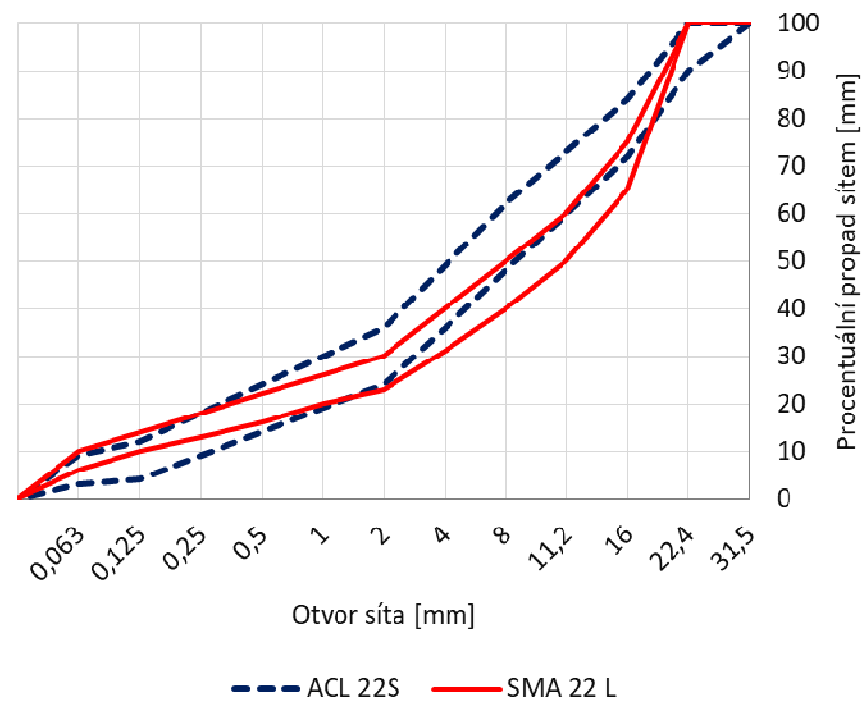
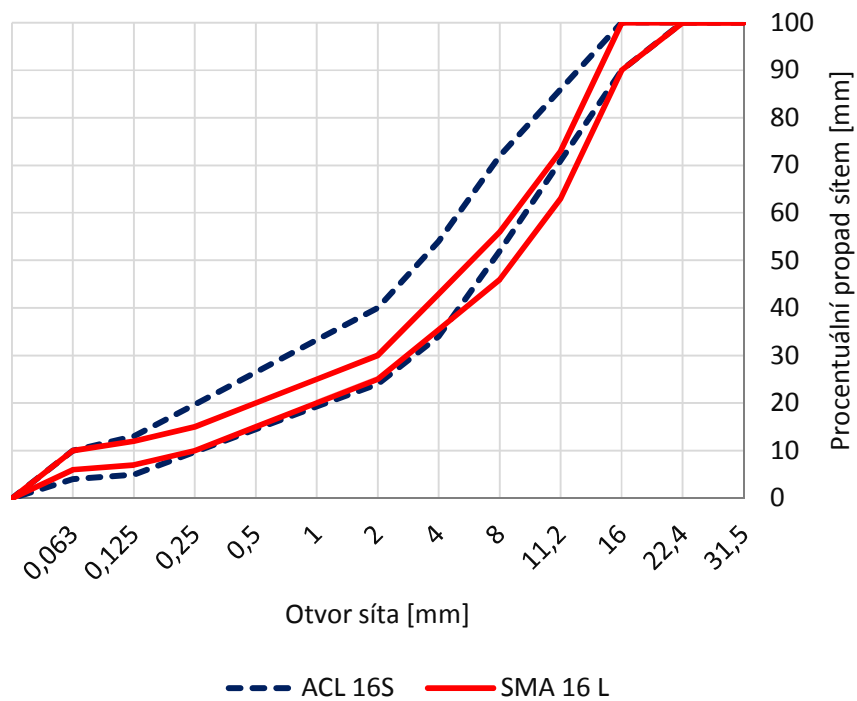
- ➔ modifikované asfalty PMB 10/40-65, PMB 25/55-60, PMB 25/55-65 podle ČSN 65 7222-1
- ➔ modifikované asfalty PMB 10/40-65 NT, PMB 25/55-60 NT, PMB 25/55-65 NT podle ČSN 65 7222-3;
- ➔ modifikovaný asfalt CRMB 25/55-60 N podle ČSN 65 7222-2  
*(obsah drcené či mleté pryže nepřesáhne 15 %-hm. včetně)*
  
- ➔ zvláštní pozornost je nutné věnovat výběru druhu pojiva při použití vrstev SMA L při tloušťce obrusné vrstvy <40 mm a při nepříznivých klimatických podmínkách

## Požadavky na materiály

### PŘÍSADY

- na zlepšení přilnavosti asfaltu ke kamenivu, k úpravě zpracovatelnosti a reologických vlastností se mohou používat ověřené přísady (přísady pro zlepšení přilnavosti, syntetické vosky)
- přípustné je použití vláken rozptýlené výztuže
- pro zamezení rizika stékavosti asfaltového pojiva v průběhu přepravy a pokládky asfaltové směsi se používají vhodné přísady typu minerálních či celulózových vláken

# Obory zrnitosti směsí SMA L



## Normové požadavky na směsi SMA L

	SMA 16 L		SMA 22 L	
	min.	max.	min.	max.
Mezerovitost V (%)	3,0 (2,5)	4,0 (5,0)	3,0 (2,5)	4,0 (5,0)
ITSR (%)	80		80	
PRD <sub>AIR</sub> (%) po 5 000 cyklech		5		4
WTS <sub>AIR</sub> (mm/10 <sup>3</sup> cyklů)		0,05		0,06
Množství steč.mat. BD (% hm.)		0,3		0,3
Obsah rozpust. pojiva B (% hm.)	5,2		4,8	
Stupeň vyplnění mezer VFB (%)	70	80	70	80
Modul tuhosti při T@15 °C (MPa) podle ČSN EN 12697-26 (metoda C; IT-CY)	deklarovat		deklarovat	
Odolnost proti únavě $\epsilon_6$ podle ČSN EN 12697-24 (metoda A)	min. 125 microstrain			

## Normové požadavky na směsi SMA L

- ➔ stanovení modulu tuhosti se provádí **vždy**
- ➔ odolnost proti únavě (mezní hodnota  $\epsilon_6$ ) je **doporučený údaj**
- ➔ stanovení odolnosti proti únavě se doporučuje provádět, když modul tuhosti stanovený při 15 °C překročí 13 500 MPa a současně se požaduje životnost ložní vrstvy delší než 20 let
- ➔ únavová zkouška má opodstatnění, **NELZE** ji však provádět a vyžadovat bezmyšlenkovitě

## Výroba, rozprostírání, hutnění

- ➔ výroba se neodlišuje od tradičních asfaltových směsí
- ➔ rozprostírání při teplotě vzduchu vyšší než +5 °C
- ➔ u novostaveb preferovat pokládku na celou šířku
- ➔ u studených spojů podélné i příčné pracovní spoje ve vrstvách ležících nad sebou vystřídat s přesahem nejméně 200 mm
- ➔ pro stavební práce většího významu (dálnice, silnice I. třídy a místní komunikace I. třídy) se doporučuje zpracování schématu pokládky s uvedením množství pokládané směsi, podmínek pokládky, druhu a počtu válců, délek záběru válců a jejich pracovní rychlosti, vč. hutnícího pokusu (pokud je to první realizace daného zhotovitele)

# Výroba, rozprostírání, hutnění

## Nejnižší přípustné teploty při rozprostírání

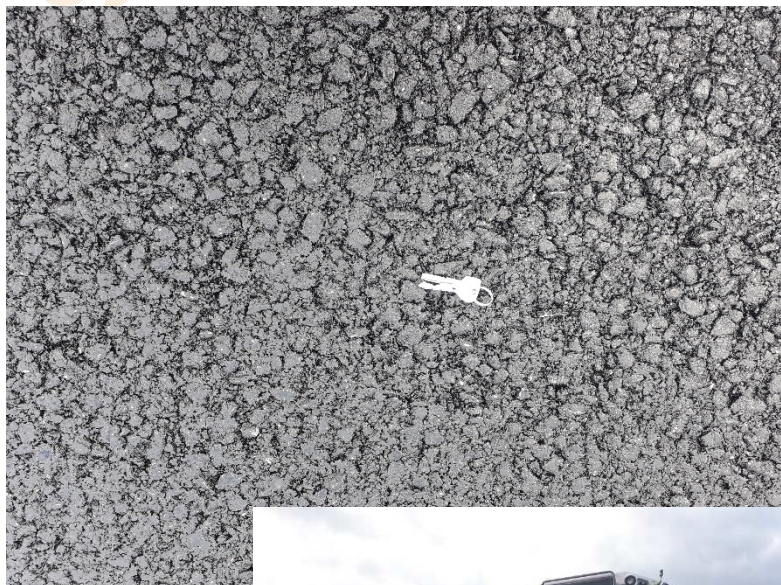
Druh asfaltu	Tloušťka vrstvy <sup>a b</sup>		
	do 70 mm	70 mm až 100 mm	nad 100 mm
PMB 25/55-60, CRMB 25/55-60 N	160 °C	145 °C	130 °C
PMB 10/40-65	170 °C	155 °C	140 °C

<sup>a</sup> Teplota směsi se měří v místě rozdělovacího šneku finišeru.  
<sup>b</sup> Teplotu směsi při použití nízkoteplotního asfaltu a při použití dalších přísad stanoví výrobce asfaltové směsi na základě doporučení výrobce asfaltu nebo přísady.

- ➔ při použití PMB 10/40-65 do směsí SMA L se musí zhutněné vrstvy z těchto směsí před zimním obdobím zakrýt další asfaltovou vrstvou (např. SMA, ACO apod.) tak, aby bylo minimalizováno nebezpečí vzniku teplotně indukovaných trhlin



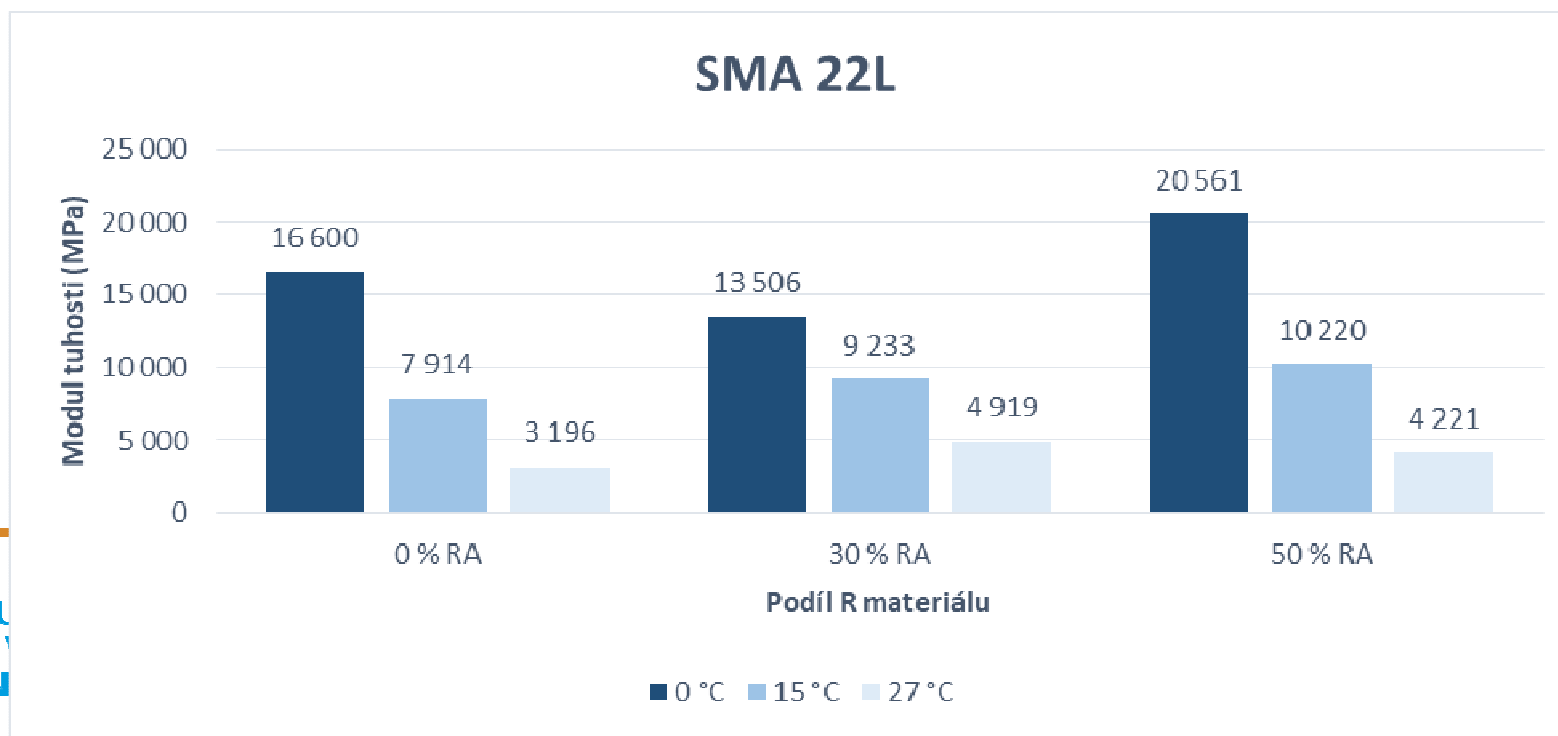
## Pilotní aplikace - II/236 (Kačice – Smečno)





## Pilotní aplikace - II/236 (Kačice – Smečno)

Varianta směsi SMA 22L	Odolnost proti účinkům vody	Odolnost proti trvalým deformacím		Modul tuhosti při 15°C (IT-CY)	Teplotní citlivost
	ITSR (%)	WTS <sub>AIR</sub> (mm)	PRD <sub>AIR</sub> (%)	S <sub>15</sub> (MPa)	S <sub>0</sub> /S <sub>27</sub> (-)
reference dle ITT	80	0,022	2,9	10 756	4,51
0 % RA	86	0,029	3,2	7 914	5,19
30 % RA	77	0,015	2,2	9 233	2,75
50 % RA	73	0,016	1,8	10 220	4,87



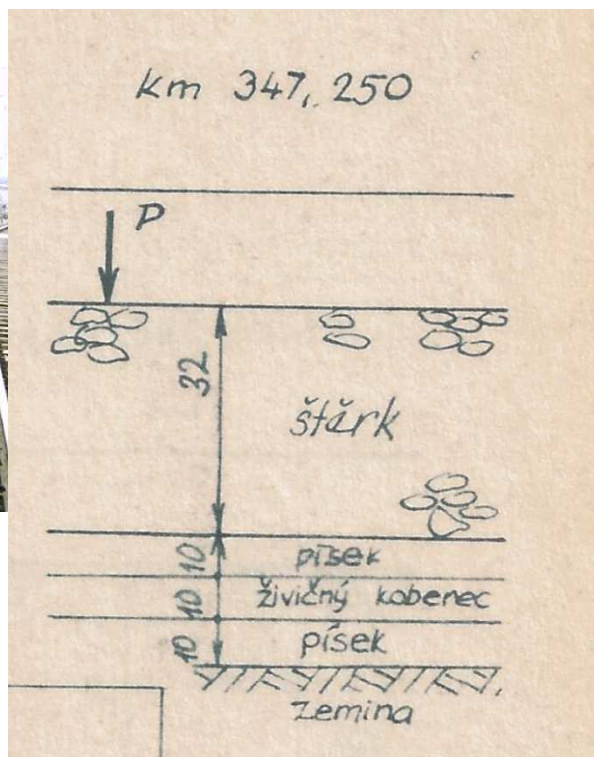
## Asfaltový beton pro použití do konstrukce železničního spodku – příloha F

## Proč se AC pro železniční spodek zavádějí?

- ➔ asfaltové směsi se v železničním stavitelství občas objevují
- ➔ momentálně zažívají (nejen v ČR) mírnou renesanci potenciálního uplatnění v této oblasti dopravní infrastruktury
- ➔ Správa železnice (již ne SŽDC!) v rámci probíhající revize hlavního **předpisu S4** požadovala přílohu pro asfaltové směsi a jejich uplatnění (**Příloha 12**)
- ➔ využitelnost pro konstrukční vrstvu a podklad – obojí u železničního spodku
- ➔ hlavní motivace: voda, únosnost

## Jaké jsou poznatky z minulosti?

- ➔ realizace 1972 na úseku Plzeň hl.n. - Plzeň - Koterov (trať 709 ČB – Plzeň)
- ➔ provedení pro kolej č. 1





# Jaké jsou poznatky z minulosti?

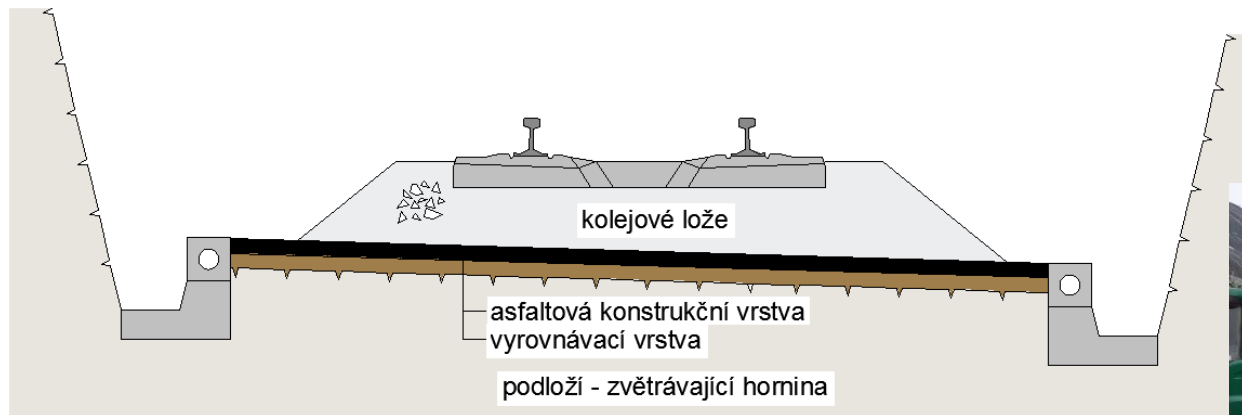
➔ současný stav (VLEVO kolej 1, VPRAVO kolej 2)



A ZASE TA VODA ....

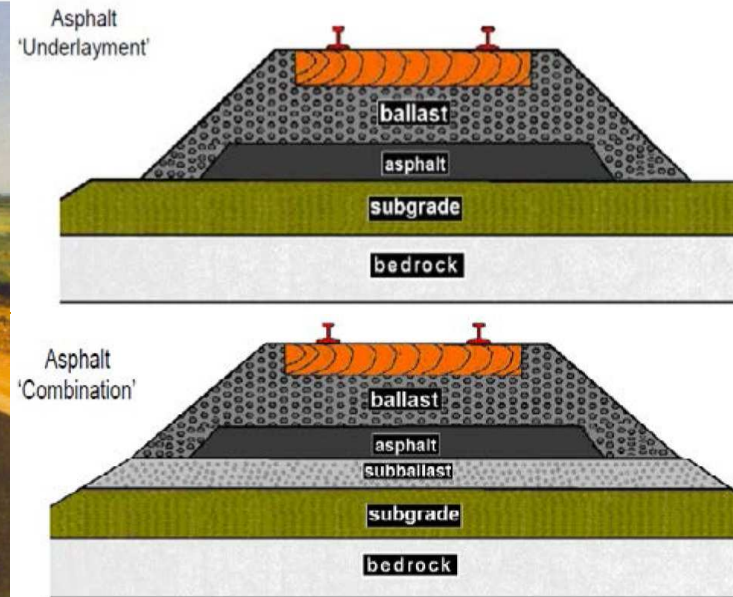
## Jaké jsou poznatky z minulosti?

- ➔ výzkum v ČR od 60. let 20. století
- ➔ původní účel: zvýšení únosnosti, ochrana zemin v podloží
- ➔ v současnosti ochrana pláně ze zvětrávajících hornin (tenká vrstva s ochrannou funkcí)
- ➔ ve světě konstrukční vrstva železničního spodku pro VRTky



## Jaké jsou poznatky z minulosti?

- ➔ asfaltová směs jako náhrada konstrukční vrstvy železničního spodku z drceného kameniva nebo její části
- ➔ výhody: vysoká únosnost, rovnoměrný roznos napětí, trvanlivost, nepropustnost, lepší tepelně-izolační vlastnosti
- ➔ nevýhody: cena, technologie, klimatická omezení



23

## Jaké jsou poznatky z minulosti?

- ➔ .... a dnes jdeme dokonce za tyto hranice
- ➔ využití (zatím) teplých recyklovaných asfaltových směsí
- ➔ uplatnění až 100 % ZAS, resp. R-materiálu
- ➔ snížení nákladů (o cca 60 až 65 % nákladů)
- ➔ využití potenciálu asfaltového pojiva



## Jaké typy zavádíme?

- ➔ směsi používané do konstrukce pražcového podloží pro zvýšení ochrany zemní pláně před negativními účinky vody a mrazu a dále jako alternativní řešení pro zvýšení únosnosti pláně tělesa železničního spodku => **AC Z**
- ➔ jako horní konstrukční vrstva pražcového podloží a to zejména pro zvýšení jeho ochrany před pronikáním srážkové vody a pro zvýšení celkové únosnosti konstrukce pražcového podloží (pro tratě s vyššími návrhovými traťovými rychlostmi) => **AC Z+**
- ➔ AC Z zlepšuje tepelnou ochranu zemní pláně železničního spodku a pomáhá přenášet napětí z dopravního zatížení
- ➔ oproti standardním typům ACP se vyznačují upravenými požadavky na minimální obsah pojiva a požadovanou mezerovitost, která zohledňuje zvýšený požadavek na omezení pronikání vody konstrukční vrstvou z této asfaltové směsi.

25

## Požadavky na materiály

### KAMENIVO

- ➔ musí odpovídat požadavkům na kamenivo pro ložní vrstvy podle ČSN 73 6121:2019, příloha E (tabulky E.4 pro AC s označením +)
- ➔ směs kameniva může obsahovat maximálně 25 % těžného kamenivo v případě typu AC Z+ a maximálně 40 % těžného kameniva v případě typu AC Z
- ➔ požadavky na přídatný filer shodné s požadavky pro tradiční AC

### PŘÍSADY

- ➔ na zlepšení přilnavosti asfaltu ke kamenivu, k úpravě zpracovatelnosti a reologických vlastností se mohou používat ověřené přísady (přísady pro zlepšení přilnavosti, syntetické vosky)

## Požadavky na materiály

### R-MATERIÁL

- lze použít pokud pochází z hutněných asfaltových vrstev, a to v množství **do 40 %-hm.** u typu AC Z+ a **do 70 %-hm.** u typu AC Z
- při dávkování R-materiálu studenou cestou je přípustné v asfaltové směsi použít maximálně 20 %-hm. R-materiálu
- při dávkování R-materiálu, které je vyšší než 15 %-hm. musí být zvoleno buď pojivo vyšší gradace, nebo musí být použita vhodná oživovací přísada (rejuvenátor) nebo PMB pojivo s doplňujícím označením RC v souladu s ČSN 65 7222-1

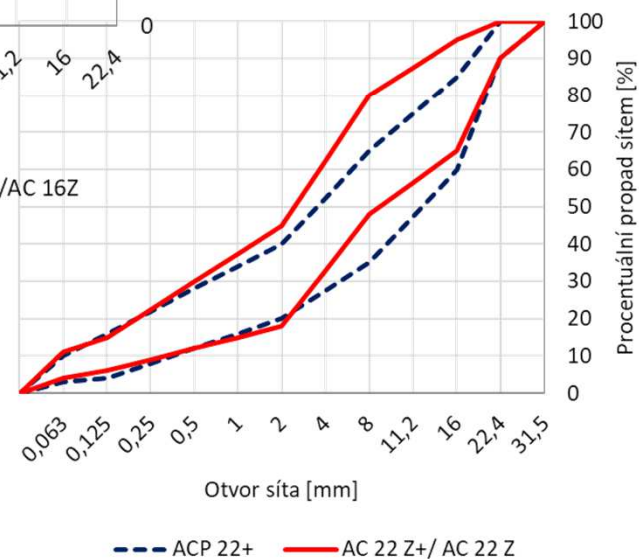
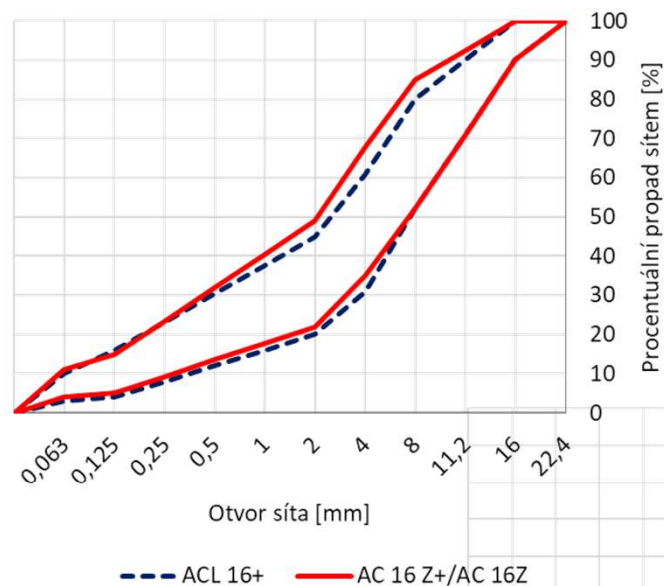
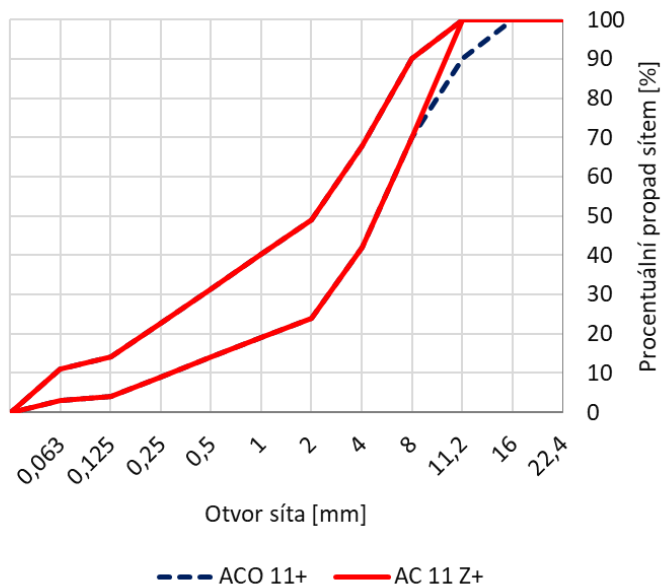
## Požadavky na materiály

### POJIVO

- ➔ silniční asfalt 50/70 a 70/100 podle tabulky 1 ČSN 65 7204:2016
- ➔ modifikované asfalty PMB 25/55-60, PMB 25/55-65 podle ČSN 65 7222-1
- ➔ modifikované asfalty PMB 25/55-60 NT, PMB 25/55-65 NT podle ČSN 65 7222-3
- ➔ modifikovaný asfalt CRMB 25/55-60 N podle ČSN 65 7222-2  
(obsah drcené či mleté pryže nepřesáhne 15 %-hm. včetně)



# Obory zrnitosti směsí AC Z+ a AC Z



## Normové požadavky na směsi AC Z+

	AC 11 Z+		AC 16 Z+		AC 22 Z+	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.
Mezerovitost V (%)	2,5 (2,0)	5,0 (6,0)	3,0 (2,0)	5,5 (6,5)	3,0 (2,0)	5,5 (6,5)
ITSR (%)	80					
Obsah rozpust. pojiva B (% hm.)	5,6		4,6		4,3	
Stupeň vyplnění mezer VFB (%)	75	83	50	68	50	68
Modul tuhosti při T@15 °C (MPa) podle ČSN EN 12697-26 (IT-CY)	7 000					
Pevnost v tahu za ohybu R <sub>i</sub> při T@±0 °C (MPa)	6					

## Normové požadavky na směsi AC Z

	AC 16 Z		AC 22 Z	
	min.	max.	min.	max.
Mezerovitost V (%)	4,0 (3,0)	7,0 (9,0)	4,0 (3,0)	7,0 (9,0)
ITSR (%)	80			
Obsah rozpust. pojiva B (% hm.)	4,1		3,7	
Stupeň vyplnění mezer VFB (%)	50	68	50	68
Modul tuhosti při T@15 °C (MPa) podle ČSN EN 12697-26 (IT-CY)	5 000			

## Normové požadavky na AC Z a AC Z+

- stanovení modulu tuhosti se provádí **vždy**
- pevnost v tahu za ohybu se zkouší podle přílohy K ČSN 73 6120 vždy pro AC Z+
- pokud u pevnosti zjištěné výsledky nevyhoví, je nutné před použitím provést další ověření (např. stanovení kritické teploty atd.) či posouzení podle praktických zkušeností

## Výroba, rozprostírání, hutnění

- ➔ výroba, rozprostírání a hutnění se neodlišuje od tradičních ACL +
- ➔ rozprostírání při teplotě vzduchu vyšší než +5 °C
- ➔ některé odlišnosti připouští předpis S4

### Nejnižší přípustné teploty při rozprostírání

Druh asfaltu	Tloušťka vrstvy <sup>a b</sup>	
	70 mm až 100 mm	nad 100 mm
50/70, 70/100	140 °C	125 °C
PMB 25/55-60, CRMB 25/55-60 N	145 °C	130 °C

<sup>a</sup> Teplota směsi se měří v místě rozdělovacího šneku finišeru.

<sup>b</sup> Teplotu směsi při použití nízkoteplotního asfaltu a při použití dalších přísad stanoví výrobce asfaltové směsi na základě doporučení výrobce asfaltu nebo přísady.

## Požadavky na asfaltové směsi pro ohrusné vrstvy se sníženou hlučností – příloha G

## Využití „nízkohlučných obrusných vrstev“

- ➔ využitelné u všech typů pozemních komunikací, pokud je z hlediska principu vzniku hluku vznikajícího na styku pneumatiky a obrusné vrstvy splněna opodstatněnost jejich uplatnění, tedy nejvyšší dovolená rychlost je alespoň 50 km/h v případech s významným podílem nákladních vozidel (jejich celkový podíl je alespoň 30 %) nebo nejvyšší dovolená rychlost je alespoň 40 km/h při výskytu především osobních automobilů.
- ➔ rozhodovacím kritériem z hlediska akustické účinnosti je především nejvyšší dovolená rychlost.
- ➔ při určení této rychlosti přitom není určující jen nejvyšší dovolená rychlost, nýbrž i průměrná rychlost dopravního proudu v úseku, pro který je zvažována obrusná vrstva se sníženou hlučností.

## Jaké směsi sem patří?

- směsi označované jako **BBTM NH** a **SMA NH**
- za asfaltovou směs vhodnou pro obrusné vrstvy se sníženou hlučností lze nicméně považovat i takovou, kterou vymezuje příloha H jako asfaltovou směs **BBTM 5B CR**, **BBTM 8B CR**, **BBTM 11B CR** a **AKO CR**
- **jakákoli** nově provedená asfaltová směs pro obrusné vrstvy se sníženou hlučností musí dále splnit podmínky útlumu hluku, které se stanoví postupem, požadavky a četnostmi podle přílohy 7, TKP 7 a zhotovitel musí vypracovat technologický předpis na provádění údržby takové obrusné vrstvy podle přílohy 6, TKP 7
- obě přílohy do TKP 7 přecházejí z TP 259, **NEJEDNÁ SE TEDY O NIC NOVÉHO**

## Požadavky na materiály

### KAMENIVO a FILER

- převzato zcela dle TP 259
- pro asfaltové směsi s asfaltovým pojivem CRMB 25/55-60 V, musí odpovídat požadavkům podle tabulky G.1

### R-MATERIÁL

- použití asfaltového R-materiálu je u asfaltových směsí podle této přílohy nepřipustné

## Požadavky na materiály

### POJIVO

- ➔ polymerem modifikované asfalty podle ČSN EN 14023 a podle ČSN 65 7222-1
- ➔ nízkoviskózní asfaltová polymerem modifikovaná pojiva (průmyslově vyrobená), která obsahují některou z chemických přísad nebo vosků a splňují požadavky podle ČSN 65 7222-3
- ➔ asfaltová pojiva modifikovaná pryží podle ČSN 65 7222-2

Označení směsí	Třída dopravního zatížení vozovky						
	S	I	II	III	IV	V	VI
<b>Variety použitých asfaltových pojiv<sup>a</sup></b>							
SMA 5 NH; SMA 8 NH	PMB 45/80-65; PMB 40/100-65; PMB 25/55-60; PMB 25/55-65; CRMB 25/55-60 N						
BBTM 5 NH; BBTM 8 NH							
<sup>a</sup> Pro třídy dopravního zatížení S a I je doporučeno upřednostnit polymerem modifikované asfaltové pojivo PMB 40/100-65.							

## Normové požadavky na NH směsi

Typ směsi	BBTM NH		SMA NH	
Počet úderů Marshallova pěchu	2 x 50			
<b>Obecné požadavky</b>				
Zrnitost / síto (mm)	BBTM 8 NH	BBTM 5 NH	SMA 8 NH	SMA 5 NH
11,2	100	–	–	–
8	90 až 100	100	100	100
5,6	–	–	–	85 až 100
4	18 až 37	–	17 až 30	–
2	15 až 30	–	15 až 22	20 až 30
0,125	–	5 až 10	–	–
0,063	–	4 až 8	6 až 10	7 až 10
Maximální podíl STK v SK nebo DTK v DK (%)	jen drcené			
Minimální mezerovitost $V_{min}$ (%)	10,0 (9,0)		9,0 (8,0)	
Maximální mezerovitost $V_{max}$ (%)	14,0 (15,0)		12,0 (14,0)	
Minimální poměr pevnosti v příčr. (%)	80	–	80	–
Maximální poměrná hloubka $W_{SAIR}$ (%) po 5 000 cyklech	6,0	–	6,0	–
Maximální přírůstek $W_{SAIR}$ (mm/10 cyklů)	0,07	–	0,07	–
Maximální množství stlačeného materiálu $BD$ (% hm.)	0,3			
<b>Empirické požadavky</b>				
Minimální obsah rozpustného pojiva $B_{min}$ (% hm.) <sup>b,g</sup>	5,3	5,4	6,2	6,5

DLE TP 259 – NEMĚNÍ SE

## Výroba, rozprostírání, hutnění

- ➔ výroba, rozprostírání a hutnění dle dosavadních pravidel uvedených v TP 259
- ➔ ideální tloušťka vrstvy po zhutnění je 20 mm až 35 mm v závislosti na zvoleném maximálním zrnu kameniva v asfaltové směsi. Vrstvu lze výjimečně pokládat i v tloušťkách do 40 mm (není ale ekonomicky odůvodněné)
- ➔ požadavky na kontrolní zkoušky asfaltových směsí odebraných na stavbě uvedeny v tabulce A.1 normy ČSN 73 6120, navíc se doplňuje odolnost proti drcení

Zkoušená hmota	Druh zkoušky	Minimální četnost
Kamenivo	Odolnost proti drcení <sup>a</sup> podle ČSN EN 1097-2	10 000 t
<sup>a</sup> Provádí se na HDK 10/14 mm nebo 8/11 mm. Zároveň je možné zkoušku provést i na frakci 4/8 mm podle přílohy B, ČSN EN 1097-2:2010. V případě pochybností nicméně platí referenční frakce 10/14 mm.		

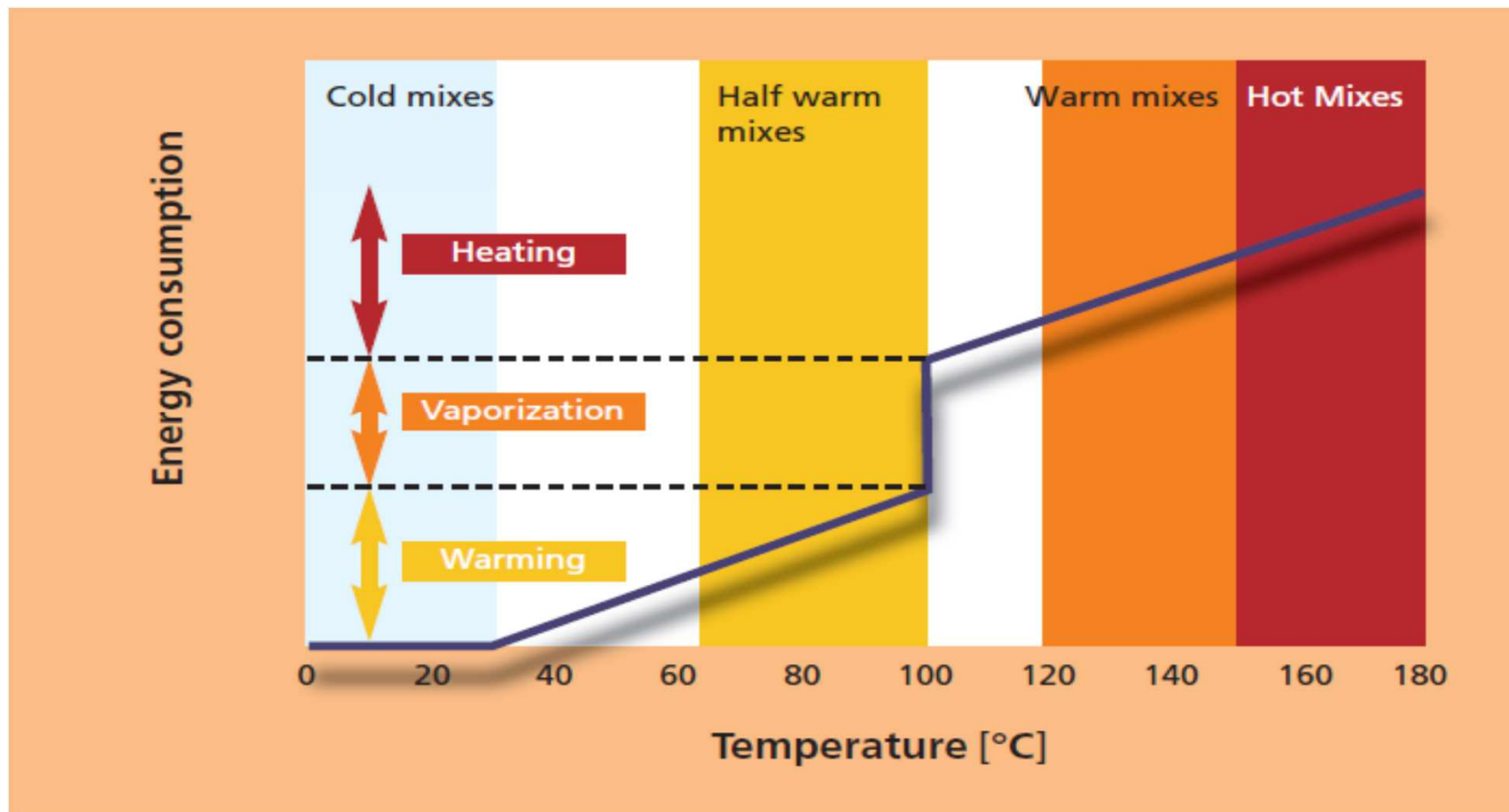
STEPS

# Nízkoteplotní asfaltové směsi – příloha J

## Co řadíme mezi nízkoteplotní asfaltové směsi?

- ➔ primárně všechna technologická řešení, která umožňují TP 238
- ➔ využití nízkoviskózních asfaltových pojiv dle ČSN 65 7204 a dle ČSN 65 7222-3
- ➔ využití chemických či minerálních přísad pro přímou aplikaci na obalovně a výrobu NTA
- ➔ pěnoasfaltovou technologii, kterou se napěňuje v prvním kroku asfaltové pojivo
- ➔ technologie využívající zavlhle části kameniva, která umožňuje sekundární tvorbu napěnění asfaltového pojiva

## Co řadíme mezi nízkoteplotní asfaltové směsi?



## Motivace pro NTA směsi

- ➔ celková energetická náročnost výroby asfaltové směsi v kontextu cen energií,
- ➔ snížení produkce skleníkových plynů (zejména CO<sub>2</sub>),
- ➔ zmírnění dopadů povinné účasti zařízení s vyšším výkonem než 35 MW v systému hospodaření s emisními povolenkami,
- ➔ vývoj v oblasti DNEL a OEL limitů, což představuje zdravotní a bezpečnostní limity pro hygienu práce (vztahuje se k PAU),
- ➔ aplikace asfaltových pojiv z hlediska REACH a teplotní omezení (bezpečnostní kritéria zejména u litých asfaltů).



## Přínosy NTA směsi

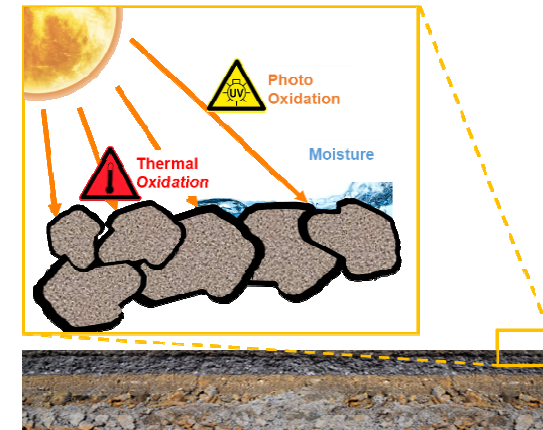
- ➔ redukce nákladů za energie (již snížení teploty o 10 °C vede k významným efektům – doba ohřevu, spotřeba energie),
- ➔ možnost aplikace litých asfaltů navzdory limitům REACH,
- ➔ účinná odpověď na argumenty potenciální škodlivosti asfaltových výparů,
- ➔ i přes úpravu asfaltových pojiv či směsí aditivity či procesy napěnění zachování kvalitativních parametrů asfaltové směsi, resp. v některých ohledech jejich vylepšení (tuhost, životnost),
- ➔ vhodné řešení pro některé technické problémy:
  - tunely a vnitřní prostory,
  - letištní plochy,
  - extrémně zatížené dopravní a průmyslové plochy (překladiště, přístavní mola apod.)

## Aspekty ochrany zdraví – expoziční limity

Proces / činnost	Činnost, při které hrozí expozice	Typická úroveň expozice
Výroba / skladování	výrobní operátor (destilace, procesní výroba rafinerie)	nízká
	řidič cisterny – nakládka a vykládka výrobků (silniční/železniční cisterna (včetně odběru vzorků))	nízká
	laboratorní technik	nízká
	odběr vzorků (z cisteren a nádrží)	nízká
Výroba asfaltové směsi	technik velínu	nízká
	technik obalovny	nízká
Pokládka asfaltové směsi za horka	řidič finišeru	střední
	operátor hladící lišty	střední
	operátor hladící lišty při dálkovém ovládní	nízká
	valcíř	střední
	mistr	střední
Nátěrové technologie	pracovník distributoru	nízká

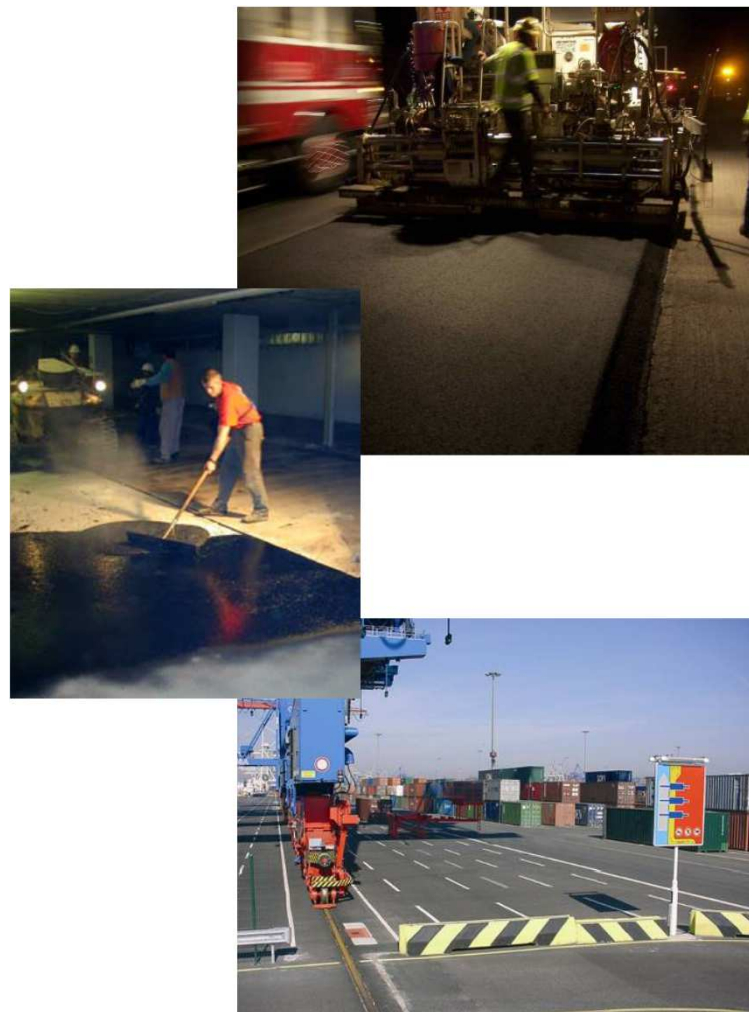
## Aspekty životního cyklu

- ➔ NTA směsi představují jedno z řešení na dnešní diskuse kolem uhlíkové stopy a směřování Evropy k energeticky neutrální společnosti
- ➔ NTA jako efektivní nástroj využitelný v oblasti zeleného zadávání (Green Public Procurement)
- ➔ NTA jako faktický přínos pro zlepšení trvanlivost především u asfaltových pojiv (nižší ohřev = nižší krátkodobé stárnutí)



## Využití nízkoteplotních asfaltových směsí

- ➔ běžné aplikace asfaltových směsí,
- ➔ asfaltové směsi používané ve vnitřních prostorách (podlahy objektů – snížení emisí),
- ➔ asfaltové směsi v tunelech,
- ➔ provádění krytů na mostech,
- ➔ dopravní plochy s požadavky na urychlené uvedení do provozu (např. vzletové a přistávací dráhy),
- ➔ asfaltové plochy s vysokými nároky a tuhost (např. manipulační plochy v přístavech, kontejnerová překladiště).



## Řešení pro snížení spotřeby energie

- ➔ opatření na obalovně (zlepšení izolace ohřívaných částí, zakryté hospodářství kameniva omezující nadměrné provlhnutí zejména vlivem srážek)
- ➔ aditivace asfaltových pojiv s cílem zlepšení viskozity při nižší pracovní teplotě
- ➔ úprava systému asfaltové směsi s cílem zlepšit viskozitu, a tudíž i zpracovatelnost při nižších teplotách,
- ➔ využití vlhkého a jen částečný ohřev kameniva



## Přísady snižující viskozitu pojiva či pracovní teploty směsi

- ➔ organické přísady na bázi syntetických vosků
  - montánní (Romonta)
  - FT parafíny (Sasobit, Storbit atd.)
  - PE nebo PP vosky (Deurex)
  - přírodní vosky rostlinné či živočišné (z cukrové třtiny, z karnauby, včelí)
  - hybridní vosky – syntetického a přírodního vosku
- ➔ organické přísady na bázi amidů mastných kyselin (Licomont)
- ➔ organické přísady na bázi aminů či povrchově aktivních látek ovlivňující smáčitelnost povrchu zrn kameniva a míru vnitřního tření (Rediset WMX, IterFlow, CECA Base, ZycosTherm, EvoTherm atd.)



## Parametry nejčastějších NV přísad

Příroda	Jednotka	Amidy mastných kyselin	Fischer-Tropschův parafín	Montánní vosky (+ deriváty)
<b>Vlastnosti přísad (údaje výrobce)</b>				
Vzhled	---	bílý prášek nebo granulát	bílý prášek, granulát nebo tekutina	šedý prášek nebo pastilky
Bod tání/ skápnutí	(°C)	140 až 145	114 až 120	110 až 120
Bod tuhnutí	(°C)	135 až 142	100 až 105	95 až 105
Dynamická viskozita	mPa.s @130°C	neměřitelný	11 až 15	20 až 80
	mPa.s @140°C	13 až 17	9 až 13	15 až 40
	mPa.s @150°C	9 až 13	8 až 12	10 až 20
<p>Vlastnosti jsou stanoveny s využitím běžných evropských norem. Hodnoty vycházejí z ověřených poznatků výrobců daných přísad. V případě montánního vosku se jedná o aplikace pro asfaltové směsi hutněných asfaltových vrstev.</p>				

*Organické přísady se do asfaltového pojiva nebo směsi přidávají v doplňkovém pracovním kroku. Při aplikaci je nutné vždy dodržovat pokyny výrobce. U staveb většího rozsahu je vhodné upřednostnit vždy použití průmyslově vyrobených (hotových) nízkoviskózních asfaltových pojiv namísto dávkování organických přísad na obalovně. Průmyslově vyrobená pojiva jsou vždy výrobkem s deklarovanými vlastnostmi.*



## Příklad požadavků na NT pojiva

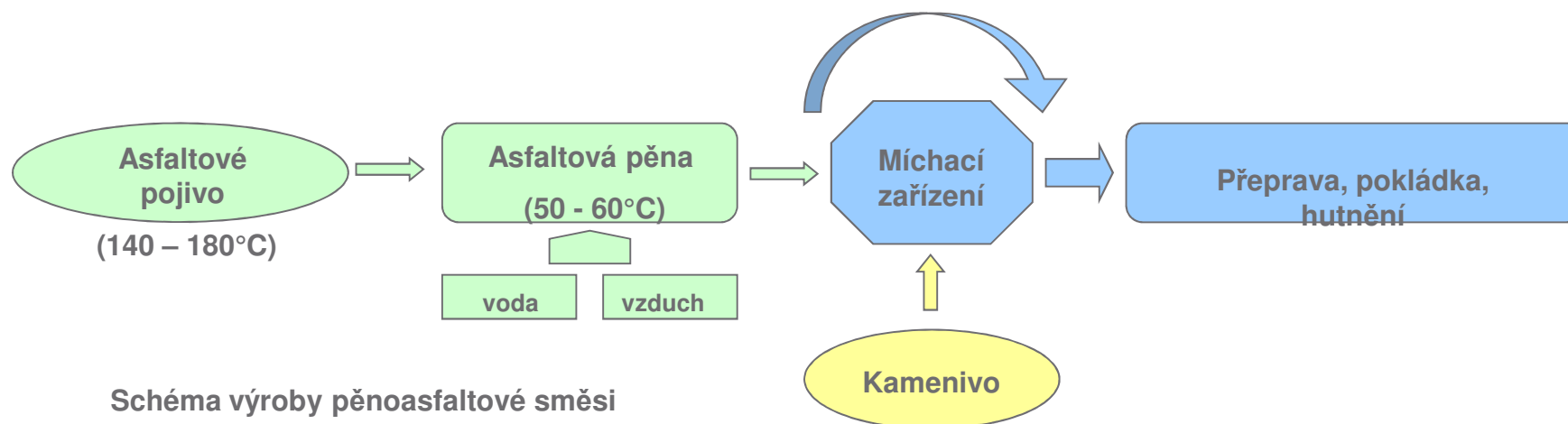
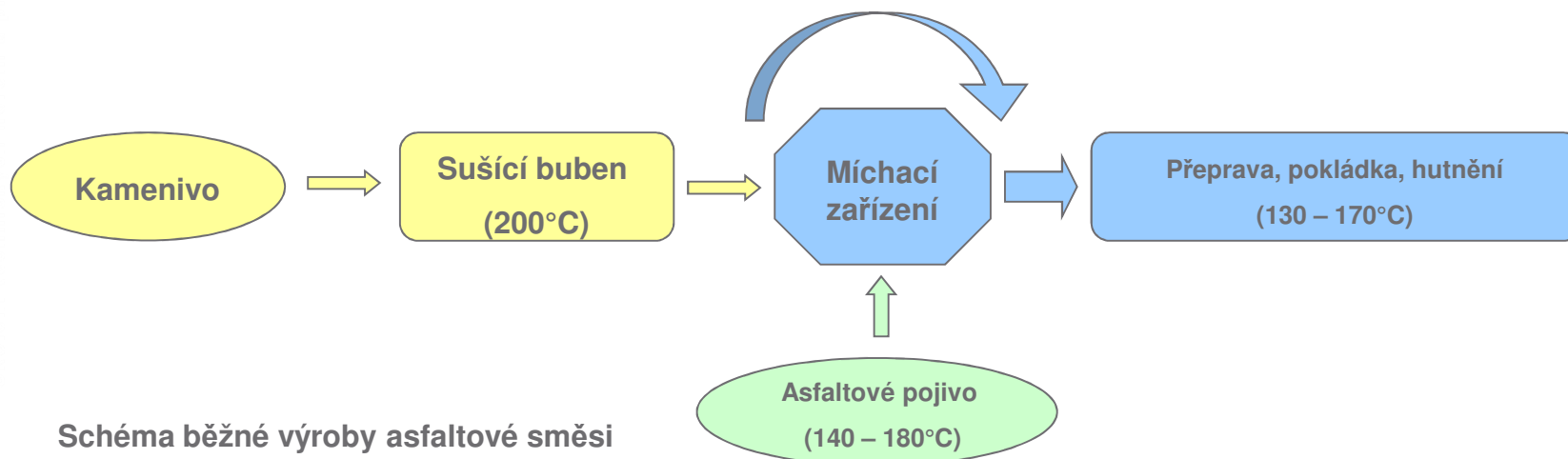
Vlastnost	jednotky	zkušební metoda	10/40-65 NT	25/55-60 NT	25/55-65 NT	45/80-55 NT	45/80-65 NT
penetrace/25 °C	0,1 mm	ČSN EN 1426	10 až 40	25 až 55	25 až 55	45 až 80	45 až 80
bod měknutí	°C	ČSN EN 1427	≥ 65	≥ 60	≥ 65	≥ 55	≥ 65
komplexní modul ve smyku - teplota T pro G*=15 kPa	°C	příloha A	60 až 80	55 až 75	60 až 80	50 až 70	55 až 75
teplota přechodu fáze T <sub>PF</sub>	°C	příloha B	DV	DV	DV	DV	DV
silová duktilita	J/cm <sup>2</sup>	ČSN EN 13589	DV	DV	DV	DV	DV
bod lámavosti	°C	ČSN EN 12593	≤ -5	≤ -10	≤ -10	≤ -12	≤ -15
vratná duktilita, 25 °C	%	ČSN EN 13398	≥ 50	≥ 50	≥ 60	≥ 50	≥ 60
bod vzplanutí	°C	ČSN EN ISO 2592	≥ 235	≥ 235	≥ 235	≥ 235	≥ 235
skladovací stabilita, rozdíl bodu měknutí	°C	ČSN EN 13399	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5
dynamická viskozita, 135 °C	mPa·s	ČSN EN 13302 <sup>d)</sup>	DV	DV	DV	DV	DV

## Zlepšení zpracovatelnosti přímo u směsi

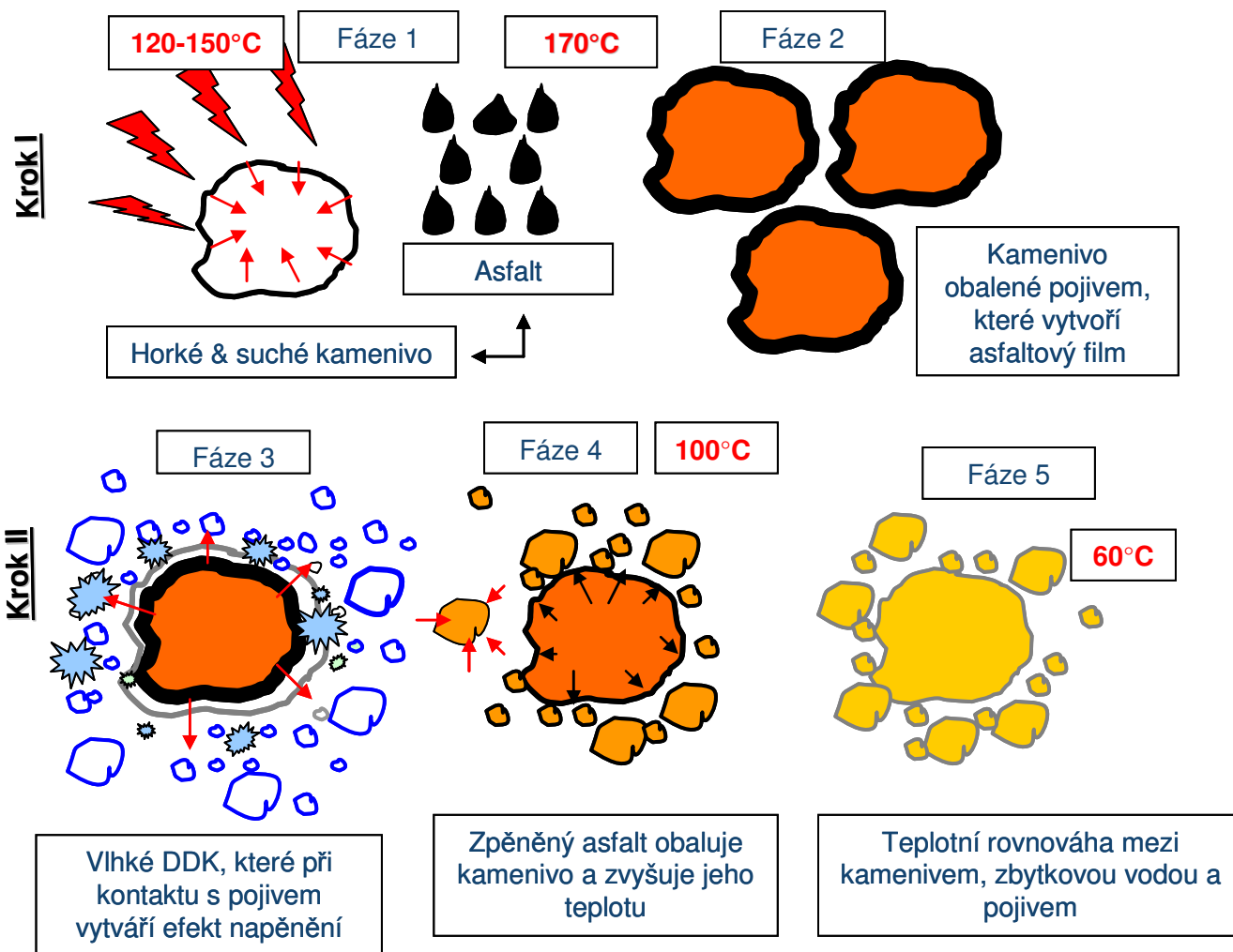
- ➔ využití zpěněného asfaltu (pěnogenerátor instalovaný přímo jako součást obalovny)
- ➔ aplikace minerálních přísad (zeolity) s uplatněním procesu mikropěny (aspha-min, Advera)
- ➔ aditivace asfaltové směsi s cílem zlepšit obalení, adhezi a zpracovatelnost (Evotherm)
- ➔ proces pěnoasfaltové směsi využívající dvou typů asfaltového pojiva => WAM-Foam®,
- ➔ nízkoenergetické směsi využívající upravené smáčitelnosti či hydrofobizace kameniva => LEA® apod.



# Pěnoasfaltové technologie a WAM-Foam



## Teplé asfaltové směsi s principem „LEA“



## Co nízkoteplotní směsi umožňují

- ➔ výrobu a zpracování litých i hutněných asfaltových směsí při **pracovní teplotě snížené alespoň o 15 °C až 30 °C**, díky čemuž se redukuje energetická náročnost a množství produkovaných emisí CO<sub>2</sub>; současně se omezují koncentrace asfaltových výparů
- ➔ při zachování pracovních teplot tradiční asfaltové směsi lze při příznivých klimatických podmínkách a přepravních vzdálenostech prodloužit interval pokládky asfaltové směsi – u litých asfaltů na minimální úroveň zpracování až 200°C ve vnitřních prostorech a 210°C při venkovních aplikacích
- ➔ pokud není využito možnosti snížení pracovní teploty, docílí se při pokládce obvykle mnohem lepší zhutnitelnosti. Při využití možnosti snížení pracovní teploty se musí zohlednit zkrácení intervalu vhodného pro hutnění

## Co nízkoteplotní směsi umožňují

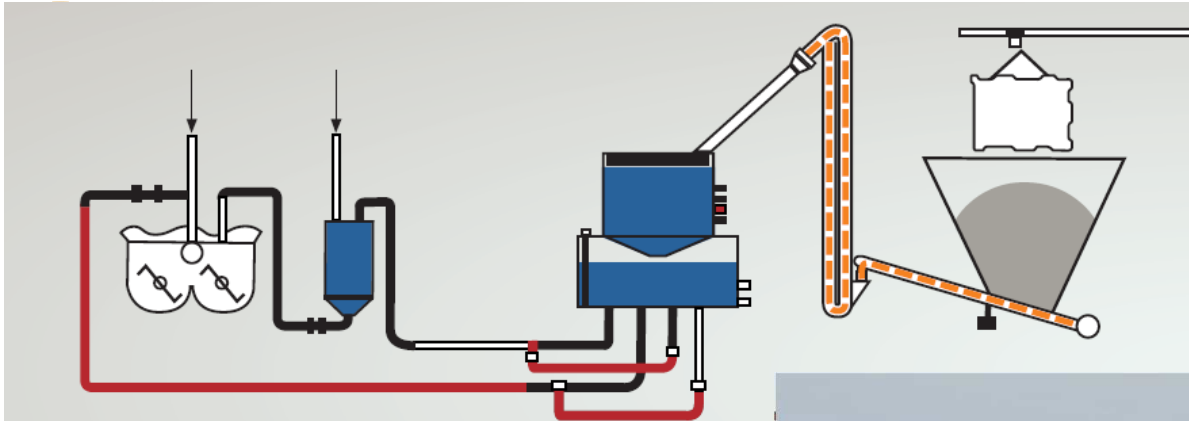
- ➔ zmírnění teplotního stárnutí asfaltového pojiva v důsledku výroby a pokládky asfaltové směsi při snížené pracovní teplotě
- ➔ u hutněných asfaltových úprav se často zvyšuje odolnost proti vzniku trvalých deformací, současně s tím bylo prokázáno zvýšení hodnoty modulů tuhosti při porovnání s tradičním složením a zvýšení provozní výkonnosti vozovky
- ➔ realizovaný úsek lze obvykle dříve uvolnit pro silniční dopravu.

## Jaké jsou předpoklady pro využití

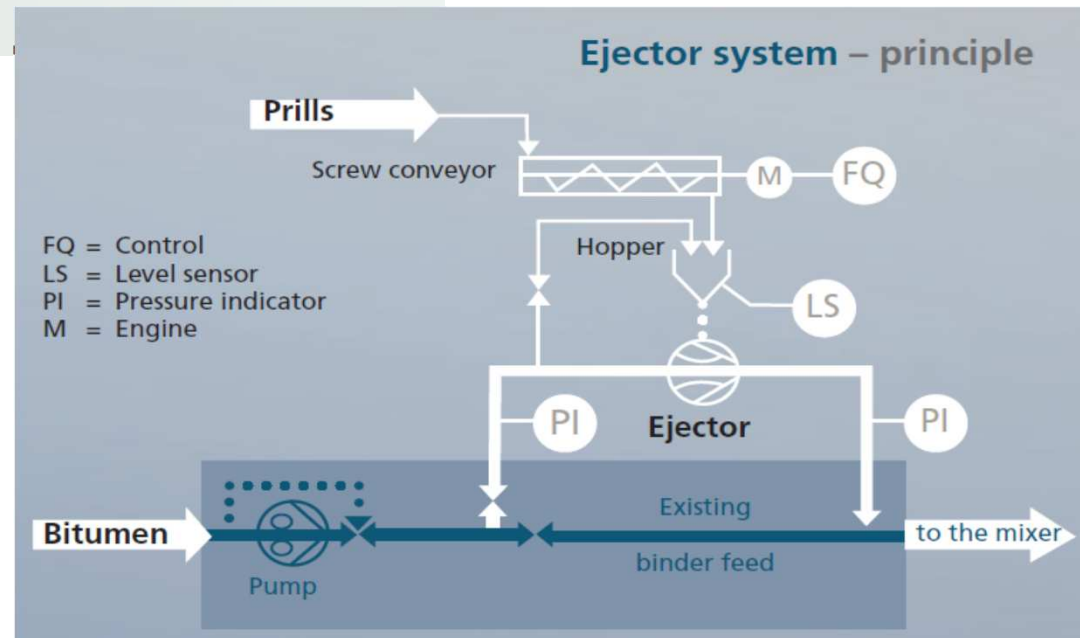
- ➔ technicky správný návrh konstrukce vozovky s dostatečnými tloušťkami vhodných konstrukčních vrstev navržených s ohledem na předpokládané dopravní zatížení, klimatické podmínky, vodní režim a únosnost podloží,
- ➔ dobré a trvalé spojení asfaltových konstrukčních vrstev,
- ➔ dodržení technologické kázně z hlediska minimálních přípustných pracovních teplot
- ➔ zohlednění předpokládaných teplotních a povětrnostních podmínek při provádění prací (vliv nižších teplot apod.)
- ➔ tloušťky jednotlivých konstrukčních vrstev s využitím NTA odpovídají zásadám a požadavkům jako v případě tradiční asfaltové směsi



## Výroba směsí typu NTA



**PŘÍKLAD:** Obalovna se zařízením pro rozpuštění a dávkování přísad.



## Specifika přepravy

- ➔ dopravní vzdálenost se obecně řídí požadavky TKP 7 a nesmí překročit 90 minut při zachování standardních požadavků na pracovní teploty
- ➔ při použití snížené pracovní teploty již při výrobě hutněné asfaltové směsi nesmí být překročena dopravní vzdálenost odpovídající času 60 minut. **Výrobce může deklarovat prodloužení doby přepravy (vždy v závislosti na použité přísadě, asfaltovém pojivu a výrobní teplotě). Deklarovaná doba přepravy v takovém případě musí být vždy součástí smluvních podmínek. Platí, že při delší době přepravy nesmí být snižována výrobní/pracovní teplota**

## Specifika přepravy

- ➔ při dopravě je nutné chránit směs před ztrátou teploty, proti znečišťování a segregaci
- ➔ u nákladních vozidel se musí použít izolované korby
- ➔ u litých asfaltů je třeba provádět průběžnou kontrolu pracovní teploty v přepravníku dle požadavků uvedených v TKP 8
- ➔ řidič musí být vždy upozorněn, že přepravuje nízkoteplotní typ asfaltové směsi a dodržení předepsaných teplot je žádoucí pro zabránění rozmísení směsi a degradaci pojiva
- ➔ dle dosavadních zkušeností existují pro snížení pracovní teploty nízkoteplotní hutněné asfaltové směsi dále uvedené údaje a to při době přepravy se zakrytou plachtou nepřesahující 30 min
- ➔ při teplotách nižších než 10°C a při zvýšené aktivitě větru by se neměla teplota směsi snižovat.

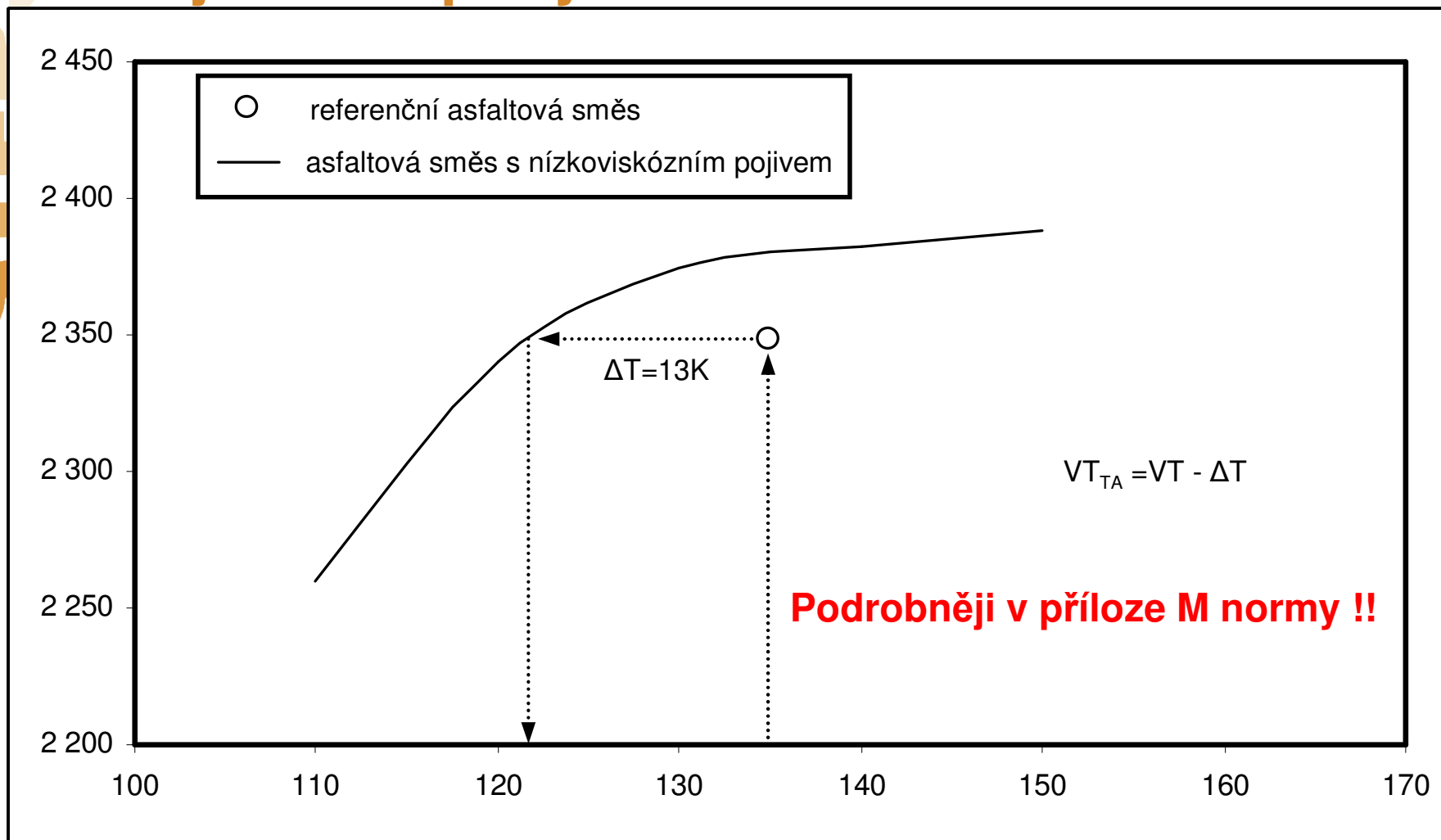
## Specifika rozprostírání

- ➔ zohlednit rychlejší ochlazování okrajových oblastí pokládané vrstvy
- ➔ ochlazený materiál musí být bezodkladně odstraněn
- ➔ pro dálnice a místní komunikace I. třídy vždy vyžadovat homogenizátor
- ➔ vypouštění směsi LA z přepravníků před hladící lištu finišeru se musí provádět v menších dávkách
- ➔ v případě litých asfaltů je třeba dbát na to, aby posypový materiál v důsledku snížené viskozity směsi neklesal příliš hluboko do směsi
- ➔ teplota vzduchu musí být nejméně  $+5^{\circ}\text{C}$  při pokládce obrusné nebo ložní vrstvy a nejméně  $+3^{\circ}\text{C}$  při pokládce podkladní vrstvy. Sledovat též rychlost větru.

## Specifika hutnění

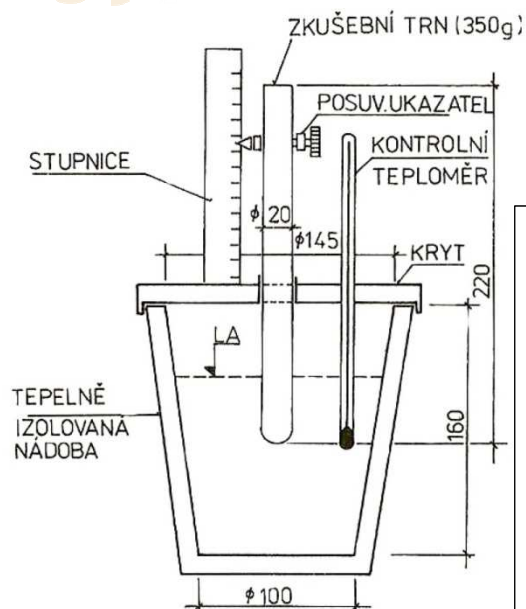
- ➔ rovnoměrná rychlost pokládky se zajištěním plynulé dopravy asfaltové směsi
- ➔ hutnění zahájit co nejbližší za finišerem, podle potřeby zkrátit délku záběru válců
- ➔ častější kontrola teploty asfaltové směsi při pokládce
- ➔ úpravy kolem objektů inženýrských sítí provést bezprostředně po pokládce
- ➔ hutnění a úpravu okrajových a napojovacích oblastí provést co nejdříve s ohledem na rychlejší ochlazování povrchu NTA.

# Zjištění teploty hutnění – zkušební tělesa

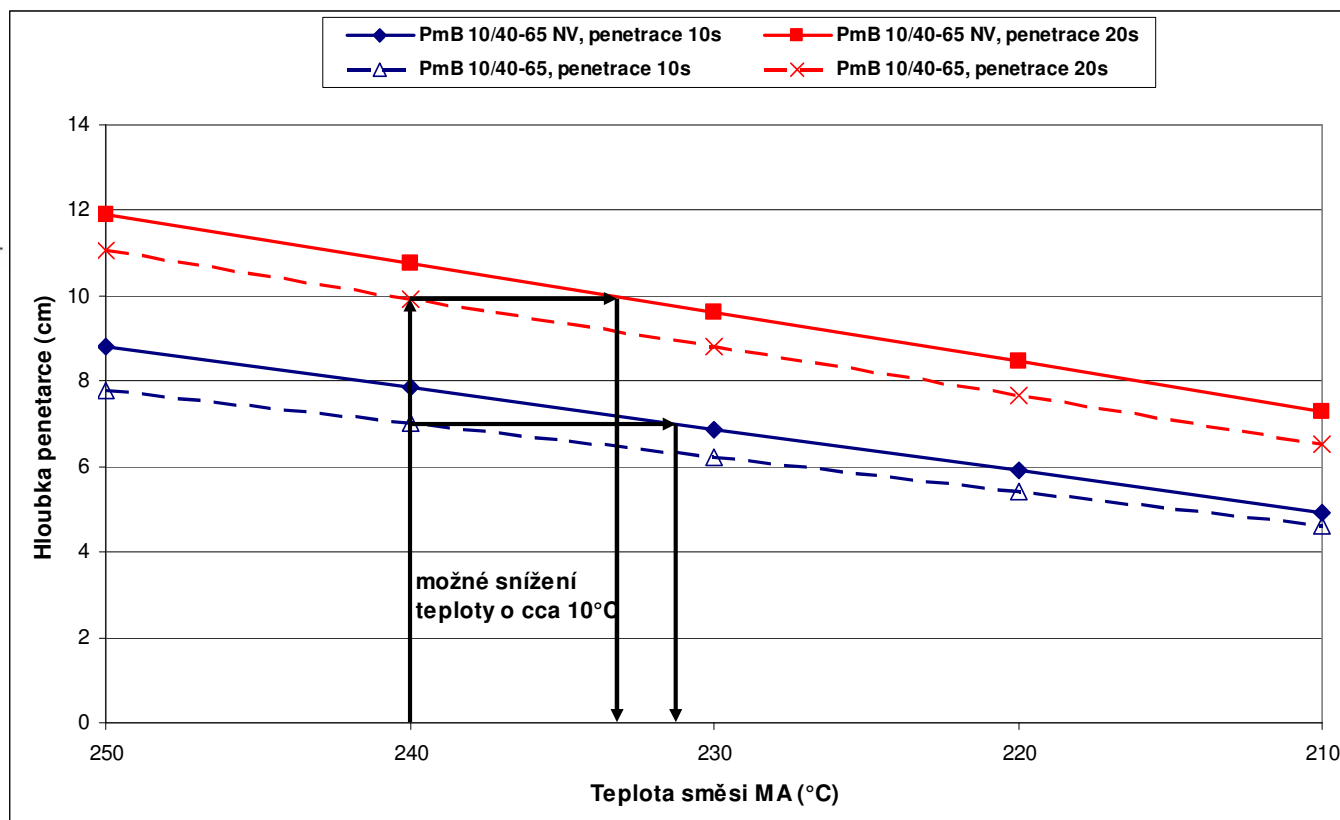




# Zjištění pracovní teploty pro LA



**Podrobněji v příloze N normy !!**





**DĚKUJEME ZA POZORNOST**