

# Vliv nízkoviskózních přísad na charakteristiky asfaltové směsi

Autor: Ing. Jan Valentin, Ph.D.

Ing. Jan Beneš

Ing. Petr. Mondschein, Ph.D.

*Příspěvek byl zpracován za podpory programu Centra kompetence  
Technologické agentury České republiky (TAČR) v rámci projektu  
Centrum pro efektivní a udržitelnou dopravní infrastrukturu (CESTI),  
číslo projektu TE01020168*

# Motivace pro nízkoteplotní asfaltové 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 (20) MW v systému hospodaření s emisními povolenkami (CO<sub>2</sub> Emission Trading);
- vývoj v oblasti DNEL a OEL limitů;
- aplikace asfaltových pojiv z hlediska REACH (bezpečnostní kritéria zejména u litých asfaltů).



# Očekávané přínosy NTAS

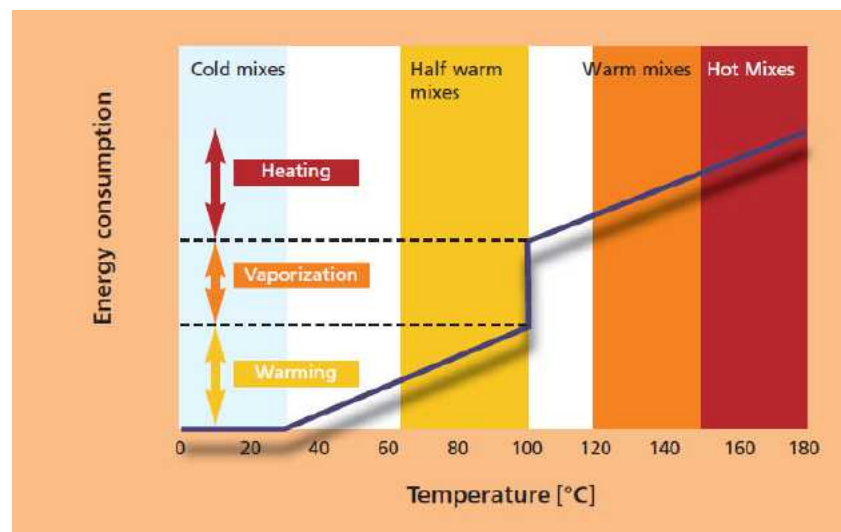
- redukce energetických nákladů (již snížení teploty o 10-15°C vede k významným efektům);
- možnost aplikace litých asfaltů navzdory limitům REACH;
- účinná odpověď na argumenty potenciální škodlivosti asfaltových výparů;
- i přes úpravu asfaltových pojiv či směsí nízkoviskózními přísadami zachování kvalitativních parametrů asfaltové směsi, resp. v některých ohledech jejich vylepšení;
- vhodné řešení pro některé technické problémy:
  - tunely a vnitřní prostory,
  - letištní plochy,
  - extrémně zatížené dopravní a průmyslové plochy.



# Snižování pracovních teplot asfaltových směsí

## Obecně vhodné přístupy:

- opatření na obalovně (zlepšení izolace, zakryté hospodářství kameniva);
- aditivace asfaltových pojiv s cílem zlepšení viskozity při nižší pracovní teplotě;
- úprava systému asfaltové směsi s cílem zlepšit viskozitu a zpracovatelnost při nižších teplotách;
- případná využitelnost vlhkého a jen částečně ohřátého kameniva.



# Snižování pracovních teplot asfaltových směsí

## Aplikace nízkoviskózních přísad:

- organické přísady na bázi syntetických vosků (montánní a FT parafíny) => Romonta, Sasobit, RH;
- organické přísady na bázi amidů mastných kyselin => Licomont;
- organické přísady na bázi kyseliny polyfosforické (primárně není přísadou pro výrobu nízkoteplotních směsí);
- organické přísady na bázi aminů, tensidů či povrchově aktivních látek ovlivňující smáčitelnost povrchu zrn kameniva a míru vnitřního tření:
  - Rediset WMX
  - REVIX™
  - IterFlow
  - CECA Base
  - Evotherm MA3
- chemické přísady uplatňující nanotechnologické poznatky (Zycotherm)



# Snižování pracovních teplot asfaltových směsí

## Úprava a aditivace asfaltové směsi:

- aplikace minerálních přísad (zeolity) s uplatněním procesu mikropěny => aspha-min, Advera®.



# Vliv přísad na asfaltová pojiva a směsi

## Prováděné experimenty – I. soubor:

- testováno na směsi ACO11 pro obrusné vrstvy;
- kamenivo: Libodřice
- asfaltové pojivo: 50/70 dvou různých původů;
- organické přísady: FT parafín, RH parafín, Zycotherm, IterLow;
- průmyslově připravená pojiva: NV40, NV41, 407

## Prováděné experimenty – II. soubor:

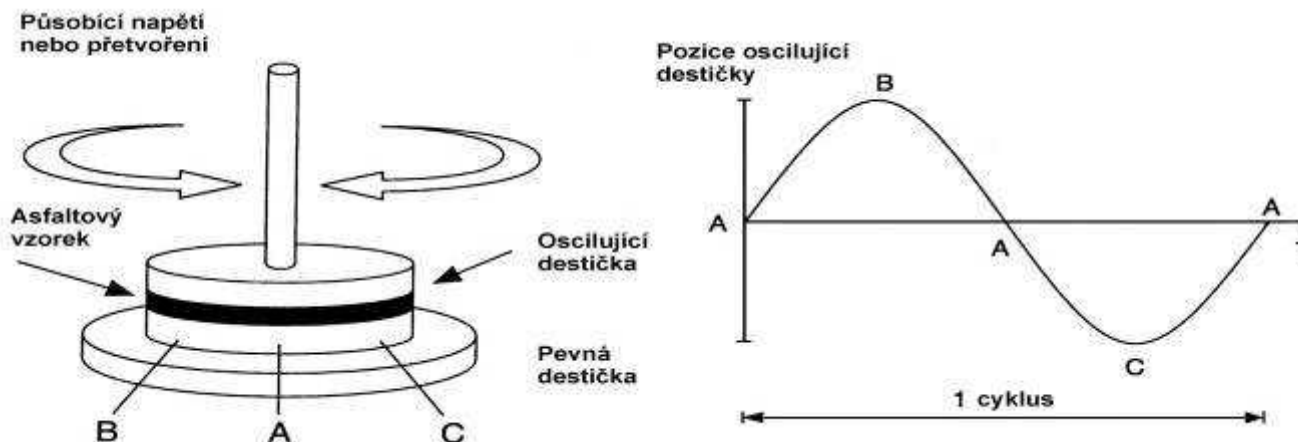
- testováno na směsi ACO11 pro obrusné vrstvy;
- kamenivo: Litice
- asfaltové pojivo: 50/70 jeden druh;
- organické přísady: FT parafín, CECA Base RT, Zycotherm, Rediset, Evotherm MA3
- průmyslově připravená pojiva: 50/70 ECO<sup>2</sup>



# Vliv přísad na asfaltová pojiva a směsi

## Prováděné zkoušky pojiv:

- bod měknutí metodou kroužek a kulička dle ČSN EN 1427
- penetrace při 25°C dle ČSN EN 1426
- dynamická viskozita dle ČSN EN 13302
- frekvenční sweep se stanovením komplexního smykového modulu (teplotní interval: 20-60°C, frekvenční interval 0,1-10 Hz)
- stanovení řídicí křivky (master curve) při vztažné teplotě 20°C
- multi creep recovery test

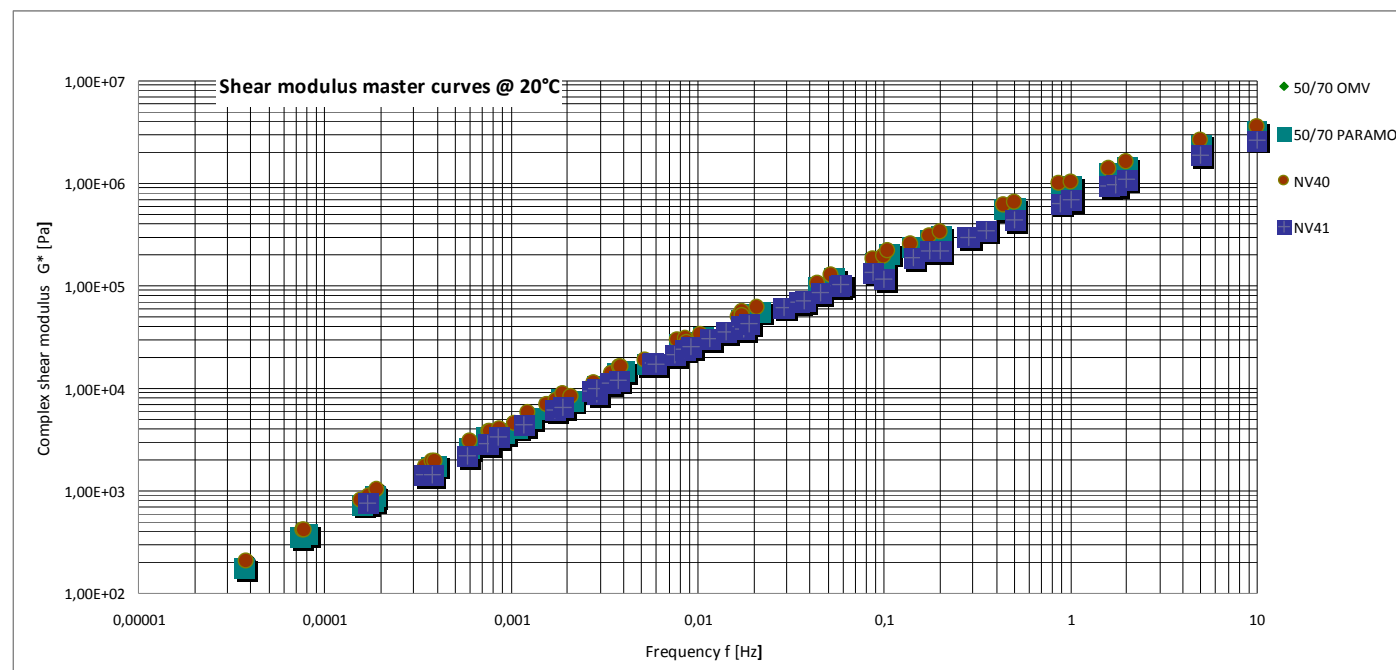




# Charakteristiky NV pojiv

Pojivo	Penetrace (0,1 mm)	Bod měknutí (°C)	Penetrační index (-)
50/70 PARAMO	63,5	49,2	-0,843
NV40	64,2	49,1	-0,842
NV41	60,9	50,8	-0,537
50/70 OMV	73,1	47,1	-1,058
50/70 IT	69,5	47,0	-1,229
50/70 FTP	47,8	75,4	3,549

Pojivo	Dynamická viskozita @ 6,8 s <sup>-1</sup> (20 rpm)	
	T=135°C (Pa.s)	T=150°C (Pa.s)
50/70 OMV	0,5	0,3
50/70 PARAMO	0,7	0,8
NV40	0,4	0,2
NV41	0,4	0,2



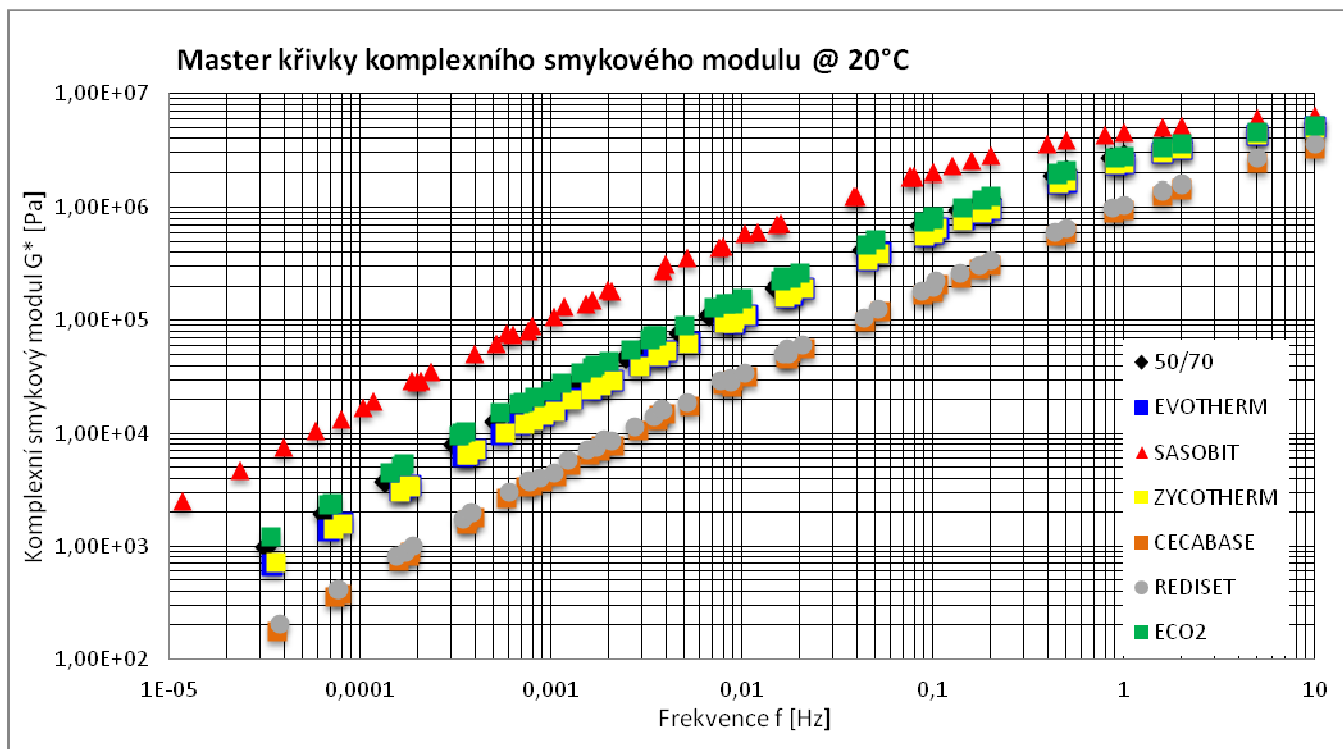
# Charakteristiky NV pojiv

ID	Penetrace	Bod měknutí	Penetrační index
	[0,1 mm]	[°C]	[-]
50/70 (D)	48,7	49,9	-1,3
EVOTHERM	45,0	50,1	-1,4
SASOBIT	32,0	78,0	2,9
ZT	45,0	50,5	-1,3
CECA	53,0	50,0	-1,1
REDISSET	51,0	50,0	-1,2
ECO <sup>2</sup>	55,0	49,7	-1,1

ID	Dynamická viskozita @ 6,8 s <sup>-1</sup> (20 rpm)	
	135°C [Pa.s]	150°C [Pa.s]
50/70 (D)	0,53	0,33
EVOTHERM	0,51	0,32
SASOBIT	0,41	0,26
ZT	0,94	0,34
CECA	0,89	0,30
REDISSET	0,91	0,29
ECO2	0,50	0,32



# Charakteristiky NV pojev



# Charakteristiky NV pojiv

## Multi Creep Recovery Test:

- z hlediska vratné deformace (elastic recovery) se nízkoviskózní varianty jeví jako mírně lepší. Charakteristika  $J_{nr}$  (poddajnost) by měla mít pokud možno malou hodnotu.

Pojivo	3,2kPa	
	El. recovery (%)	$J_{nr}$ ( $\text{kPa}^{-1}$ )
50/70 OMV	0,3	4,6
50/70 PARAMO	0,3	4,4
NV40	0,4	3,9
NV41	0,6	5,3

ID	3,2kPa	
	El. Zotavení [%]	$J_{nr}$ [ $\text{kPa}^{-1}$ ]
50/70 (D)	0,9	2,13
EVOTHERM	0,9	2,17
SASOBIT	5,2	1,04
ZT	1,0	1,97
CECA	0,9	2,28
REDISSET	0,7	2,33
ECO2	0,5	2,50

Směs	Relativní hloubka koleje po 5 000 cyklech v mm – $\text{PRD}_{\text{AIR}}$ (%)	Přírůstek hloubky koleje $\text{WTS}_{\text{AIR}}$ (mm)
ACO 11+ REF Paramo 50/70	2,2	0,026
ACO 11+ Paramo NV40	2,3	0,030
ACO 11+ Paramo NV41	1,9	0,034
ACO 11+ 407	-	-
ACO 11+ 3% FTP	2,0	0,019
ACO 11+ 1% IT	4,5	0,204

# Vlastnosti NT asfaltové směsi

## Sledované charakteristiky:

- stanovení objemové hmotnosti zhutněného zkušebního tělesa
- stanovení maximální objemové hmotnosti a mezerovitosti směsi
- stanovení odolnosti proti účinkům vody zkouškou pevnosti v příčném tahu (ITSR)
- stanovení odolnosti proti účinkům vody s jedním zmrazovacím cyklem zkouškou pevnosti v příčném tahu (ITSR)
- odolnost proti vzniku trvalých deformací
- stanovení modulu tuhosti
- stanovení pevnosti v tahu za ohybu při teplotě  $-5^{\circ}\text{C}$
- stanovení odolnosti směsi proti šíření trhliny při teplotě  $0^{\circ}\text{C}$



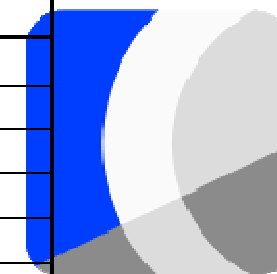
# Vlastnosti NT asfaltové směsi (vodní citlivost, deformační charakteristiky)

Směs	ITSdry (MPa)	ITSR	ITSR_f	Poměr modulů
ACO 11+ REF Paramo 50/70	1,91	0,90	0,83	0,78
ACO 11+ Paramo NV40	1,68	1,08	1,03	1,12
ACO 11+ Paramo NV41	1,65	1,06	1,04	1,05
ACO 11+ 407	1,45	1,00	-	1,02
ACO 11+ 3% FTP	1,37	1,13	0,67	1,58

Směs	ITSdry (MPa)	ITSR	ITSR_f	Poměr modulů
ACO 11+ 3% RH	1,05	1,23	0,90	1,22
ACO 11+ 3% FTP	1,37	1,13	0,67	1,58
ACO 11+ 1% IT	1,59	1,10	1,07	1,08
ACO 11+ 0,1 Zycotherm	1,70	1,08	0,77	0,93
ACO 11+ ECO2	-	-	-	-

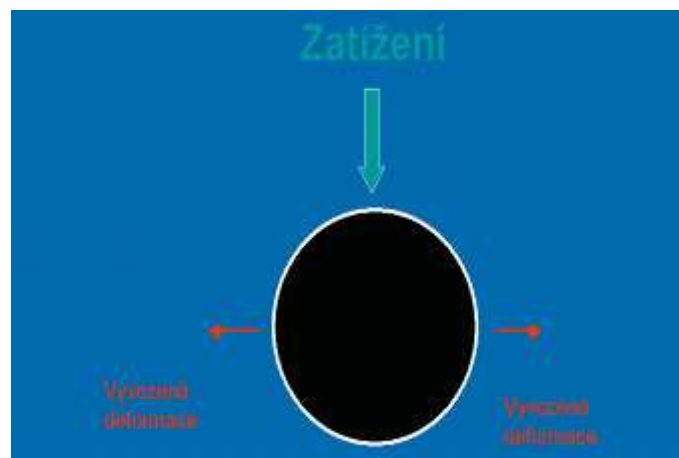
Směs	Teplota hutnění
	(°C)
ACO 11+ REF Paramo 50/70	150
ACO 11+ Paramo NV40	120
ACO 11+ Paramo NV41	130
ACO 11+ 407	120
ACO 11+ 3% FTP	130

Směs	Teplota hutnění
	(°C)
ACO 11+ 3% RH	120
ACO 11+ 3% FTP	130
ACO 11+ 1% IT	130
ACO 11+ 0,1 Zycotherm	150
ACO 11+ ECO2 (130°C)	130
ACO 11+ ECO2 (120°C)	120

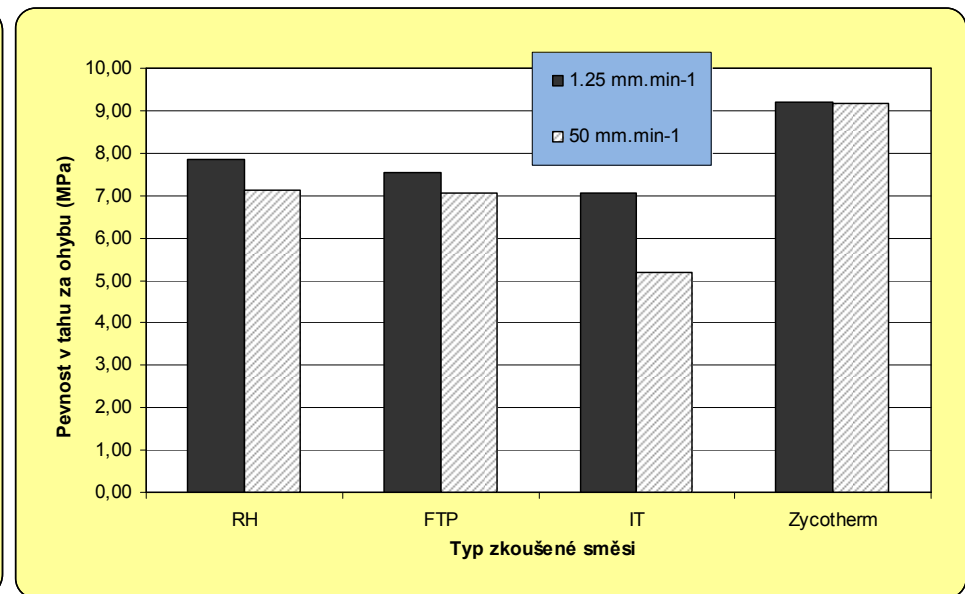
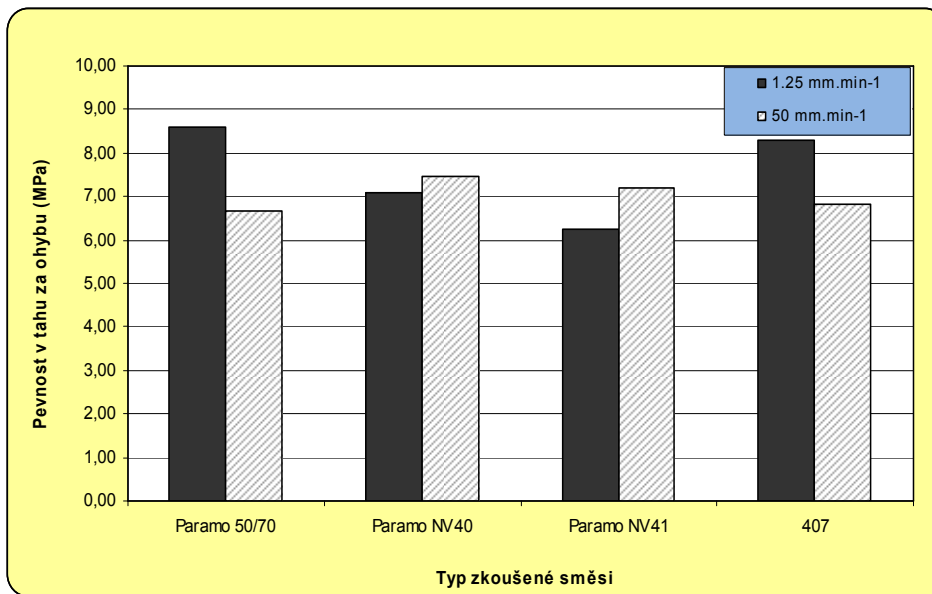


# Vlastnosti NT asfaltové směsi (vodní citlivost, deformační charakteristiky)

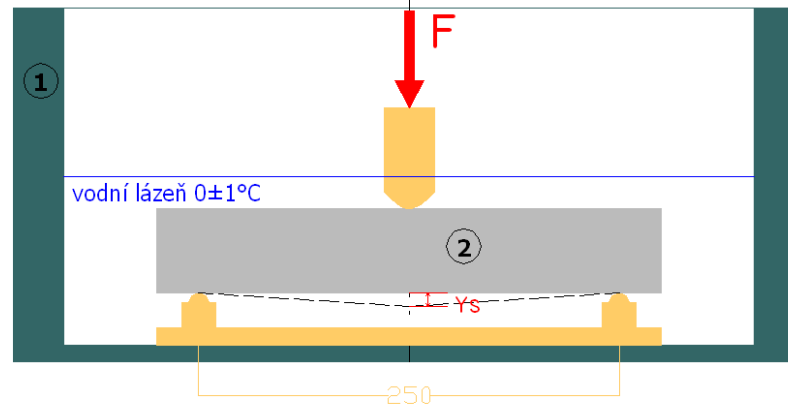
Směs	Modul tuhosti (MPa) při teplotě				Teplotní citlivost
	5	10	15	27	
ACO 11+ REF Paramo 50/70	14 050	-	6 500	1 800	7,81
ACO 11+ Paramo NV40	10 000	7 300	5 600	1 500	6,67
ACO 11+ Paramo NV41	9 100	7 150	5 900	1 300	7,00
ACO 11+ 407	11 600	-	7 900	2 100	5,52
ACO 11+ 3% RH	12 550	-	4 600	1 900	6,61
ACO 11+ 3% FTP	13 500	-	7 150	2 500	5,40
ACO 11+ 1% IT	11 650	-	5 850	2 050	5,68
ACO 11+ 0,1 Zycotherm	12 350	-	3 100	1 300	9,50
ACO11+ ECO2 (130°C)	12 900	-	6 600	2 000	6,45
ACO11+ ECO2 (120°C)	13 200	-	6 450	2 100	6,29



# Vlastnosti NT asfaltové směsi (pevnost v tahu za ohybu)



- 1 - nerezovaná tepelně izolovaná vana
- 2 - zkoušební trámeček o rozměrech 300x50x50 mm





# Vlastnosti NT asfaltové směsi (odolnost proti vzniku trhlin @ 0°C)

Směs	Přetvoření $\epsilon_{max,i}$	Kritická hodnota $K_{ic,i}$	Napětí při porušení $\sigma_{max,i}$
	(%)	(N/mm <sup>3/2</sup> )	(MPa)
ACO 11+ REF Paramo 50/70	1,30	40,80	5,50
ACO 11+ Paramo NV40	1,43	36,70	4,95
ACO 11+ Paramo NV41	1,23	34,84	4,68
ACO 11+ 407	1,23	37,69	4,54
ACO 11+ 3% RH	1,38	35,49	4,78
ACO 11+ 3% FTP	1,33	36,06	4,85
ACO 11+ 1% IT	1,23	39,30	5,31
ACO 11+ 0,1 Zycotherm	1,23	33,69	4,54
ACO11+ ECO2 (130°C)	1,00	31,86	4,82
ACO11+ ECO2 (120°C)	2,71	27,41	3,69



**Děkuji za pozornost**