

# **A hőmérséklet szerepe az aszfaltkeverékek gyártásánál, szállításánál, beépítésénél**

**Magyar Közút Nonprofit Zrt**  
Közúti szolgáltató igazgatóság  
Útállapot vizsgálati osztály  
Fülöp Pál osztályvezető

# Tartalom

- Bevezetés
- Kötőanyagok viselkedése a keverék gyártás során.
- Példák az aszfaltgyártási és bedolgozási hőmérséklet szabályozására
- Az aszfaltkeverékek gyártási hőmérséklete és a szállítási távolság, valamint a bedolgozás körülményei befolyásolják a beépíthetőséget
- A 2016. évi EAPA-Eurobitumen konferencia is fontosságot tulajdonított az aszfaltok hőmérsékleti kérdéseinek.
- Összefoglalás

## Bevezetés

- Az aszfaltkeverékek gyártási, hőmérséklete alapvetően befolyásolja a bedolgozhatóságot az aszfaltkeverékek használati viselkedését, élettartamát.
- A túl magas keverési hőmérsékletek az aszfaltkeverékekben lévő bitumen korai öregedését okozhatják.
- Az alacsony bedolgozási hőmérséklet magas burkolati hézagtartalmat és ezáltal garanciális időszakban meghibásodásokat okozhat.
- Külföldi példák az aszfaltgyártási és bedolgozási hőmérséklet szabályozására.
- A MAUT aszfalt utak munkabizottsága az új kiadásban megjelenő európai aszfalt termékszabványok alapján kidolgozta az új Nemzeti Alkalmazási Dokumentumokat (UME). Ezek a dokumentumok már előírásokat tartalmaznak az aszfaltkeverékek gyártási, bedolgozási hőmérsékletét illetően.
- Az aszfaltkeverékek gyártási hőmérséklete és a szállítási távolság, valamint a bedolgozás körülményei befolyásolják a beépíthetőséget. Néhány külföldi és hazai példa az aszfaltok hőmérsékleti gradiensének bemutatására.
- A 2016. évi EAPA-Eurobitumen konferencia is fontosságot tulajdonított az aszfaltok hőmérsékleti kérdéseinek. Az előadás ezeket az újdonságokat, tendenciákat is ismerteti.
-

## Aszfaltkeverék gyártás, szállítás, bedolgozás

- $T_{gy}$  keverék gyártás hőmérséklete

$T_b$  bedolgozás hőmérséklete

$T_b \{ T_L ; v \}$

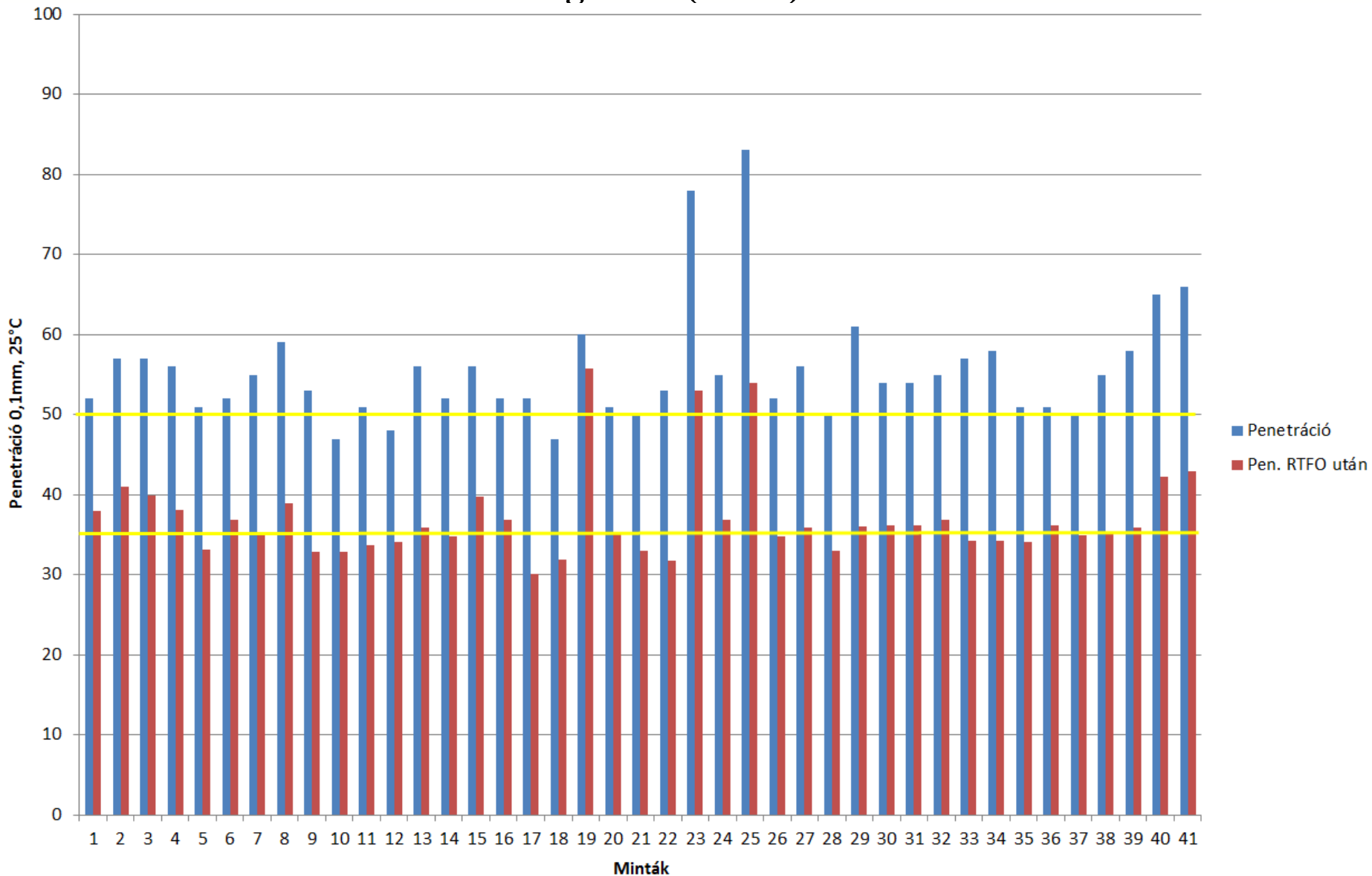


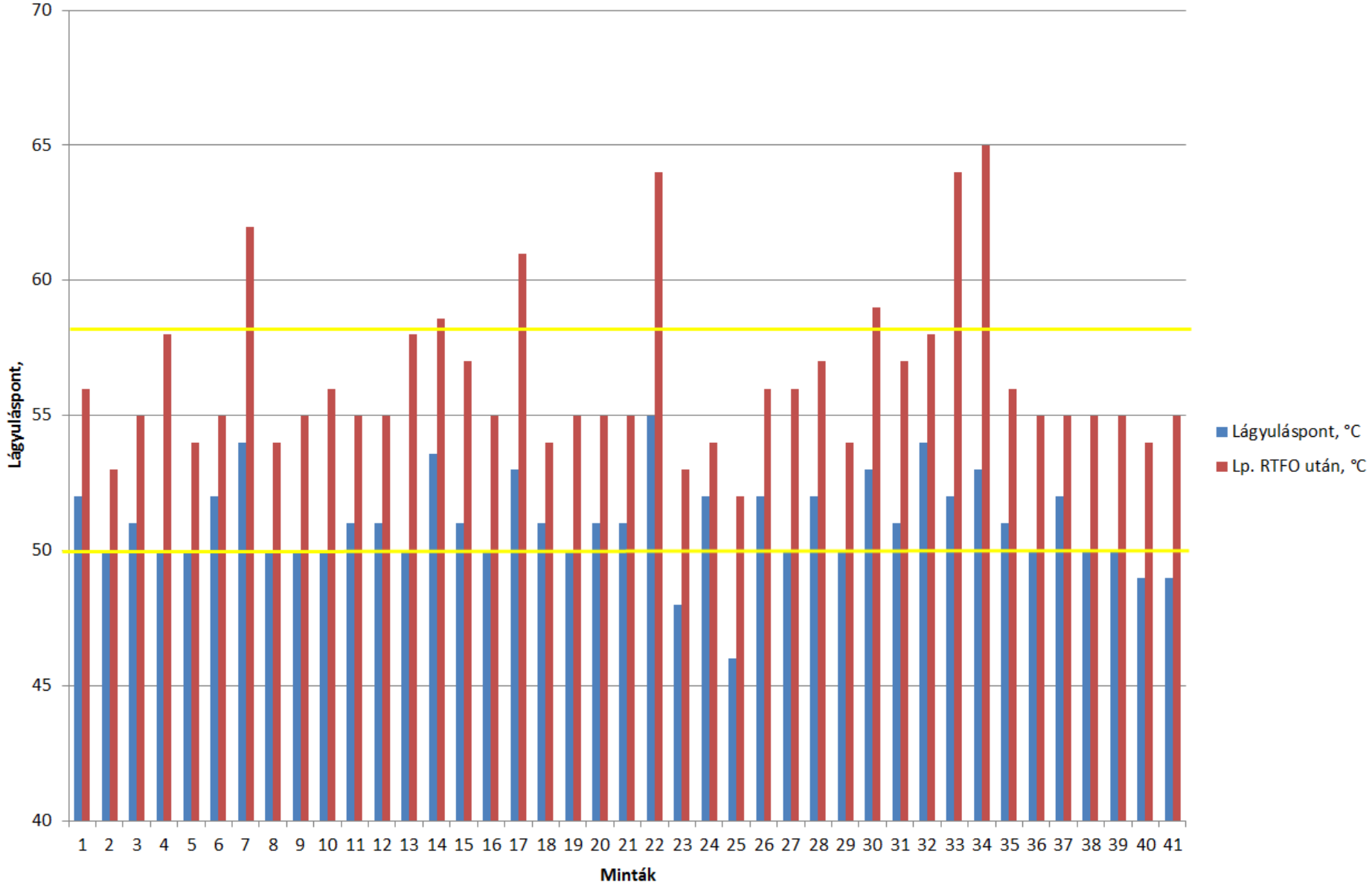
50 Km ?



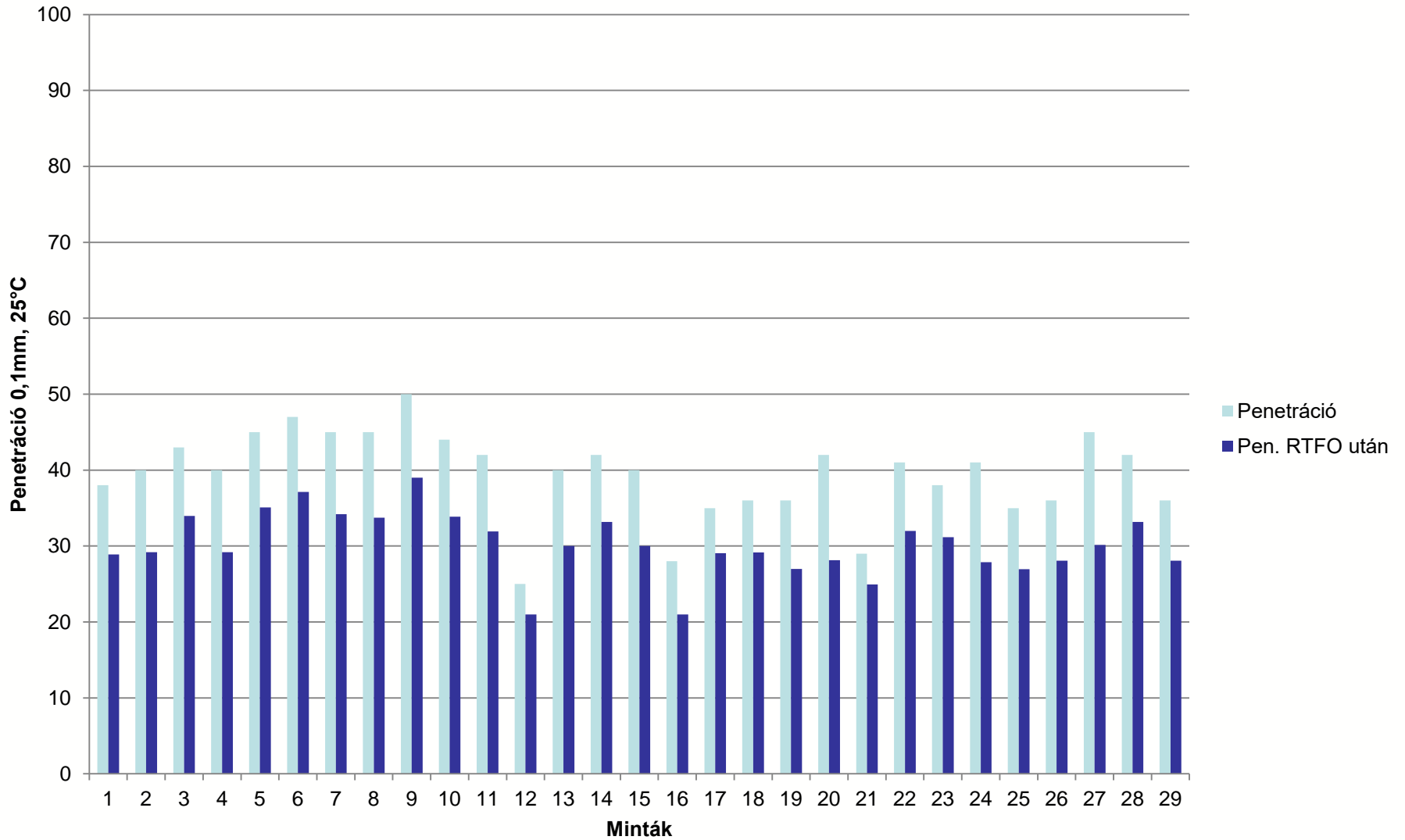


## Bitumenek öregedése (50/70) 163 °C RTFO



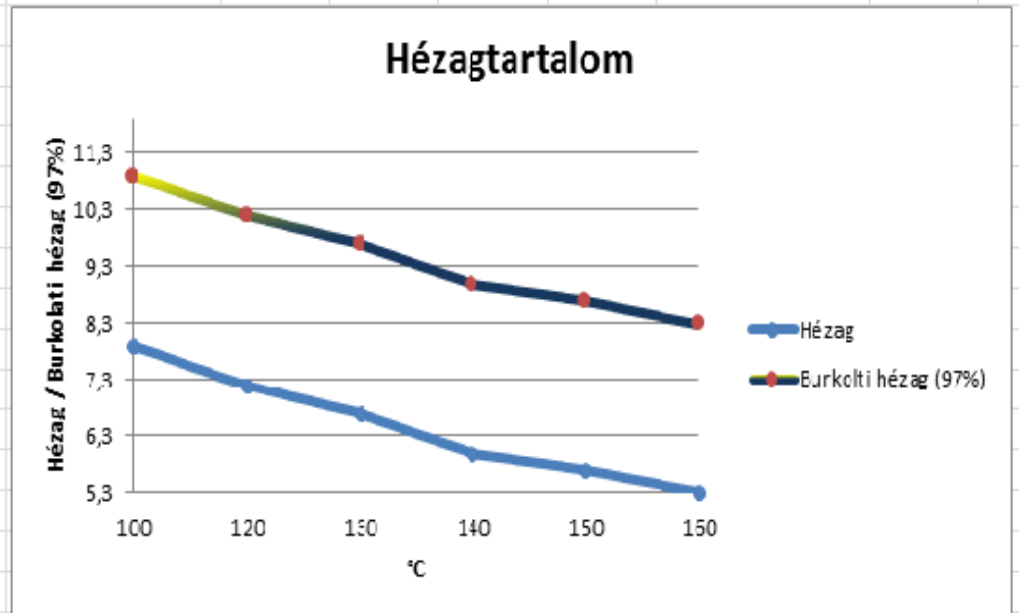
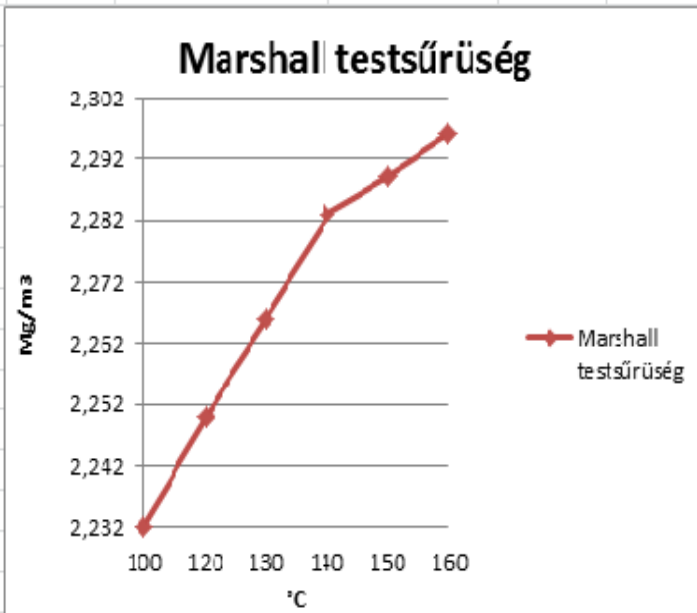


## Modifikált bitumen 25 55-65



## AC 11 50/70 aszfaltkeverék bedolgozhatósága

°C	Mg/m <sup>3</sup>	Hézag	B.hézag (97%)
100	2,232	7,9	10,9
120	2,250	7,2	10,2
130	2,266	6,7	9,7
140	2,283	6,0	9,0
150	2,289	5,7	8,7
160	2,296	5,3	8,3





## Külföldi példák az aszfaltgyártási és bedolgozási hőmérséklet szabályozására.

- **AC aszfaltkeverék gyártási hőmérsékletei EN 13108-1:2016**

- **Table 30 — Maximum temperature of the mixture**

<b>Grade of binder</b>	<b>Maximum temperature °C</b>
• 10/20, 15/25, 20/30	200
• 30/45	195
• 35/50, 40/60	190
• 50/70, 70/100	180
• 100/150	170
• 160/220	165
• 250/330,	160
• 330/430	155

## Svájci szabályozás

Walzasphalt, Mindesttemperaturen des Mischguts unmittelbar vor dem Walzen in °C <i>Enrobés bitumineux compactés, températures minimales des enrobés immédiatement avant le cylindrage en °C</i>		
Bitumen <i>Bitume</i>	Schichtdicken <i>Epaisseurs des couches</i>	
	≤ 50 mm	> 50 mm
	[°C]	
35/50	150	140
50/70	140	130
70/100	130	120
100/150	125	115
160/220	120	110

Bei Polymerbitumen, harten Strassenbaubitumen und anderen Bindemitteln sind die Angaben der Lieferanten zu beachten.

**Tab. 4**  
Walzasphalt, Mindesttemperaturen des Mischguts unmittelbar vor dem Walzen in °C

Pour les bitumes-polymères, les bitumes routiers de grade dur et les autres liants on se référera aux indications du fournisseur.

**Tab. 4**  
Enrobés bitumineux compactés, températures minimales des enrobés immédiatement avant le cylindrage en °C

Gyártásra nincs előírás. A megrendelő csak a beépítési hőmérsékletet ellenőrzi.

## Dán előírások

Maksimum pavingtemperature (°C)												
Bitumen	40/60		70/100		100/150		160/220		250/330		330/430	
	Åben	Tæt	Åben	Tæt	Åben	Tæt	Åben	Tæt	Åben	Tæt	Åben	Tæt
<b>PA</b>									140	150	135	145
<b>AB</b>	165	175	160	175	155	170	150	165				
<b>SMA</b>	180		175									
<b>TB k</b>	165		160		155		150		140		135	
<b>GAB</b>	180		175									
<b>ABB</b>	180											

Gyártási hőmérséklet EN 13108 sorozat szerint, a minimum hőmérsékletet a gyártó adja meg.

A beépítési hőmérsékletre a Dán útépítési szabályzat ad előírást a táblázat szerint.

A keverőtelepen napi 5 alkalommal mérik a keverék hőmérsékletét és azt a megrendelő felé dokumentálják.

## Horvát szabályozás

Table A15:

Types and species of used bitumen		The temperature of the asphalt mix, °C		
		The lowest allowed temperature <sup>(a)</sup>	The maximum allowed temperature <sup>(b)</sup>	
Paving Grade Bitumens	35/50	It must necessarily to write a manufacturer of asphalt <sup>(c)</sup>	195	
	50/70		180	
	70/100		180	
	160/220		170	
Polimer Modified Bitumens	25/55-55		It must necessarily to write a manufacturer of asphalt <sup>(c)</sup>	
	45/80-65			
	45/80-55			
	10/40-65			
<sup>(a)</sup> for delivery to the construction site <sup>(b)</sup> on the asphalt plant <sup>(c)</sup> EN 13108-1:2006/AC:2008, 5.2.10				

Az aszfaltgyártónak feltétlenül elő kell írnia minimális (bedolgozási) hőmérsékletet, a teljesítmény nyilatkozatban, ugyan így kell eljárni az LT aszfaltok esetében is.

Ha az aszfalt hőmérséklete nem éri el a szállítás után a minimális előírt hőmérsékletet nem szabad beépíteni! Rendszeresen tartanak előadásokat az aszfaltok különösen az LT aszfaltok beépíthetőségéről.

## Lengyel előírás

Asphalt binder	The temperature of the mixture [°C]		
	Asphalt concrete AC	Mix SMA, BBTM, PA	Mastic asphalt MA
20/30	160-200		
35/50	150-190		200-230
50/70	140-180	150-190	
70/100	140-180		
	according to the manufacturer's		
PMB 25/55-60			
PMB 25/55-80			
PMB 45/80-55			
PMB 45/80-65			
PMB 45/80-80			
PMB 65/105-60			
PMB 65/105-80			
MG 20/30-64/74			
MG 35/50-57/69			
MG 50/70-54/64			

Tabela 42

A táblázatban az alacsonyabb hőmérsékleti érték a keverék minimális hőmérséklete a finisherbe öntéskor, a magasabb érték a gyártás hőmérséklete. A hőmérséklet értékeket a teljesítmény nyilatkozatnak tartalmaznia kell. A táblázat nem vonatkozik az LT aszfaltokra.

# Cseh szabályzat

ČSN 73 6121

*MINIMAL TEMPERATURES BY LAYING - MEASURED IN THE AUGER TUNNEL OF PAVERS*

**Tabulka 6 – Teploty asfaltové směsi při jejím rozprostírání**

Druh asfaltové směsi <i>ASPHALT</i>	Druh asfaltu <i>BITUMEN</i>	Nejnižší přípustná teplota směsi podle tloušťky vrstvy v mm <sup>1)2)</sup> (°C)		
		do 40 mm	40 až 70 mm	70 až 100 mm
AC, BBTM, SMA	100/150	130	120	105
	70/100	145	130	110
	50/70	155	140	120
	40/60	160	145	125
	35/50	175	160	140
	30/45	175	160	140
PA, AKO	100/150	100	100	–
	70/100	105	100	–
	50/70	105	100	–
	40/60	110	105	–

*LAYER THICKNESS*

<sup>1)</sup> Teplota směsi se měří v místě rozdělovacího šneku finišeru.  
<sup>2)</sup> Teplotu směsi při použití nízkoteplotního asfaltu, modifikovaného asfaltu a při použití dalších přísad stanovuje výrobce směsi podle doporučení výrobce asfaltu nebo přísady.

*ADDITIVES - INDIVIDUALLY*

## 5.6 Hutnění

Asfaltové směsi se hutní takovými válci a jejich sestavami, které zajistí dosažení požadovaného zhutnění.

Rychlost postupu pokládky je nutné přizpůsobit množství a teplotě dodávané směsi, možnostem dokonalého hutnění vrstvy a klimatickým podmínkám (síly větru, teploty podkladu, vlivu teploty a vlhkosti ovzduší).

Rozprostřená směs se hutní při teplotách co nejvyšších. Hutnění musí být intenzivní, ale takové, aby nedocházelo ke škodlivému drčení zrn. Doporučené teploty pro hutnění jsou uvedeny v tabulce 7.

*RECOMMENDED TEMPERATURES FOR COMPACTING*

**Tabulka 7 – Doporučené teploty pro hutnění asfaltových směsí**

Průběh hutnění	Druh asfaltu <i>BITUMEN</i>					
	nemodifikovaný		modifikovaný <i>PMB</i> <sup>2)</sup>			
	50/70; 70/100; 100/150	30/45; 35/50; 40/60	45/80-50; 60/105-45	25/55-55; 45/80-55	25/55-60, -65; 45/80-60, -65; 10/40-65	60/105-70
Ukončení hutnění s vibrací (°C)	100	105	100	105	110	120
Ukončení hlavního <sup>1)</sup> hutnění (°C)	75	80	80	85	90	100

*FINISH OF VIBRATION COMPACTING*

*FINISH OF MAIN COMPACTING*

<sup>1)</sup> Bez závěrečné fáze hutnění (uhlazení, žehlení). *- WITHOUT "SMOOTHING"*

<sup>2)</sup> Teplotu směsi při použití nízkoteplotního asfaltu a při použití dalších přísad stanovuje zhotovitel individuálně pro jednotlivé případy. *LOW TEMPERATURE BITUMEN, OTHER ADDITIVES - INDIVIDUALLY*

Pro hutnění je nutné nasadit především vysoce výkonné vibrační nebo oscilační válce, těžké statické válce a pneumatikové válce. Pneumatikové válce je výhodné používat při hutnění velkých tloušťek podkladních vrstev (pro AC), k zamezení vzniku trhlin, k uzavření povrchu apod.

Pro hutnění směsí SMA, PA lze používat jen válce s ocelovými běhouny. Pro směsi SMA se používá válec se zapnutou vibrací pouze na začátku procesu hutnění s omezením počtu pojezdů (max. 3). Pro směsi PA se využívá jen statické hutnění.

Povrch AKO se hutní do té doby, dokud statický účinek válce zanechává viditelné stopy po válci.

From NF P 98-150-1 (June 2010)

Laying of pavement, bases, binder and wearing courses. Part 1 Hot mix asphalt

### Francia előírás

	Usual production temperature (°C)	Maximum production temperature (°C)	Minimum temperature of asphalt mix for laying (°C)
160/220	130-150	170	115
70/100	140-160	180	120
50/70	140-160	180	125
35/50	150-170	190	130
20/30	160-180	190	140
10/20 - 15/25	160-180	190	145

## Magyar előírás e-UT 05.02.11:2016 tervezet

*táblázat – A hengerelt aszfaltok gyártása során megengedett legnagyobb gyártási hőmérsékletek*

Kötőanyag típusa és fokozata	Az aszfaltkeverék hőmérséklete, legfeljebb, °C
Útépítési bitumenek: B 70/100	180
B 50/70	
B 35/50	190
Gumival modifikált bitumen (GmB 45/80-55)	190
Polimerrel modifikált bitumenek	A kötőanyag gyártójának előírása szerint
Modifikálószer használata esetén	ÉME (érvényességi idejének lejáratáig), NMÉ, ETA szerint



## Magyar előírás e-UT 06.03.21:2016 tervezet

A bitumen típusa és fokozata	Beépítési hőmérséklet, °C <sup>1)</sup>	
	normál hőmérsékleten gyártott aszfaltok esetében	hőmérséklet-csökkentő adalékszerrel, vagy gépi habosítással gyártott mérsékelt meleg aszfaltok esetében
<i>e-UT 01.05.23 szerinti útépitési bitumenek:</i>		
<b>B 35/50</b>	≥ 150	≥ 130 <sup>2)</sup>
<b>B 50/70</b>	≥ 150	≥ 130 <sup>2)</sup>
<b>B 70/100</b>	≥ 140	≥ 120 <sup>2)</sup>
<i>e-UT 01.05.24 szerinti kemény útépitési bitumen, <b>B 10/20</b><sup>3)</sup></i>	≥ 170	≥ 150
<i>e-UT 01.05.22 szerinti polimerrel modifikált útépitési bitumenek:</i>		
<b>10/40-65</b>	≥ 160	
<b>25/55-65</b>	≥ 160	≥ 135
<b>45/80-60</b>	≥ 155	
<i>e-UT 01.05.25 szerinti gumival modifikált bitumen,</i>		
<b>GmB 45/80-55</b>	≥ 160	-

A szállítójárműben közvetlenül a finiser befogadó-tartályába való billentés előtt az MSZ EN 12697-13 szerint kell mérni. Hőmérséklet-csökkentő adalékszerrel, emellett habosítási eljárást is alkalmazó egyes speciális - un. Low Energy Asphalt (alacsony energia-igényű aszfalt) - technológia esetében a táblázatban megadott értékeknél alacsonyabb beépítési hőmérséklet is megengedett. Az aszfalt gyártójának a teljesítmény nyilatkozatban meg kell adni a minimálisan megkövetelt beépítési hőmérsékletet. A technológia csak NMÉ engedéllyel alkalmazható.

nagy modulusú aszfaltok gyártásához használható kemény útépitési bitumen.

# ASZFALTOK BEDOLGOZHATÓSÁGA

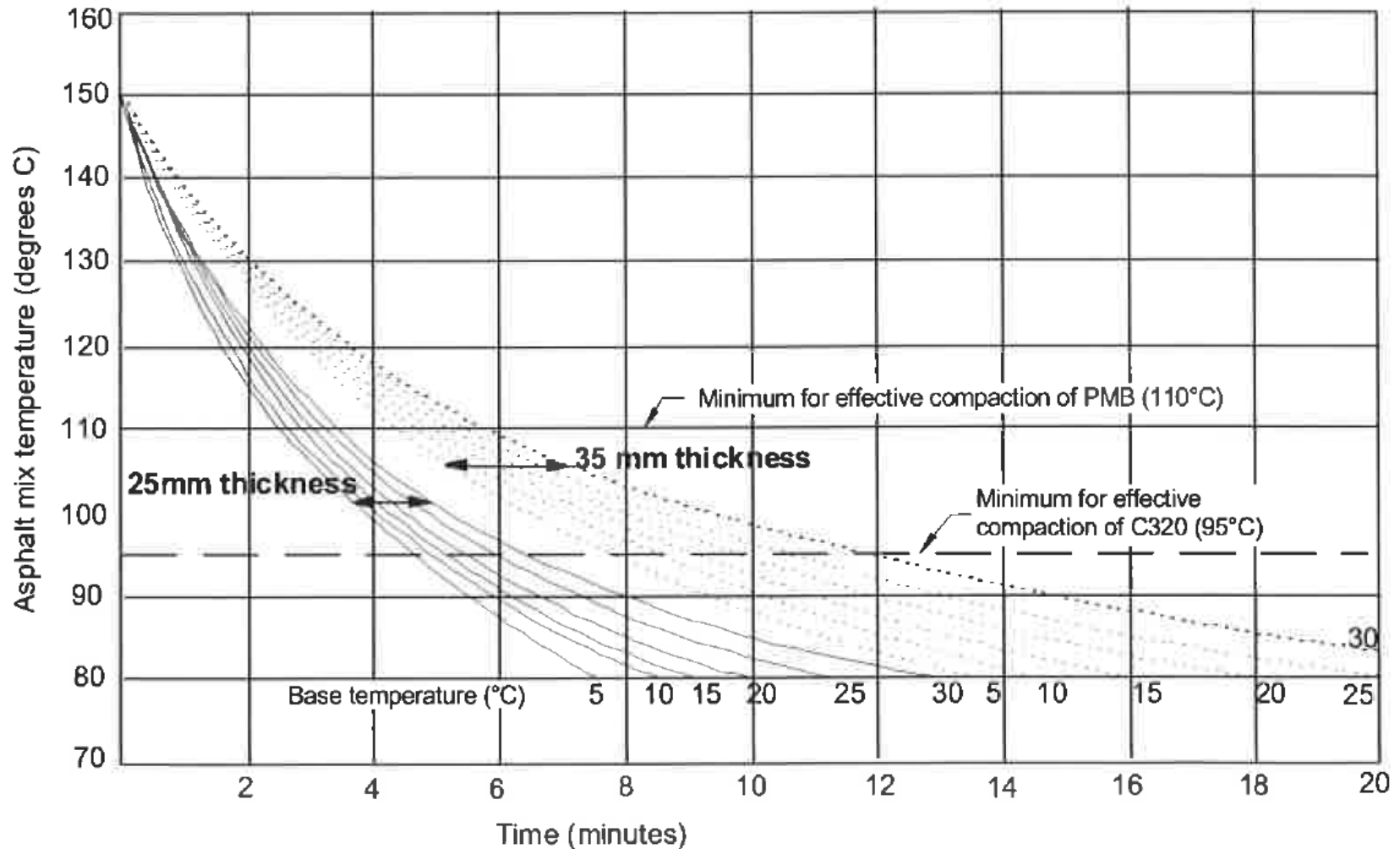


Figure 1 Typical Asphalt Cooling Rates, 25 mm and 35 mm Compacted Thickness

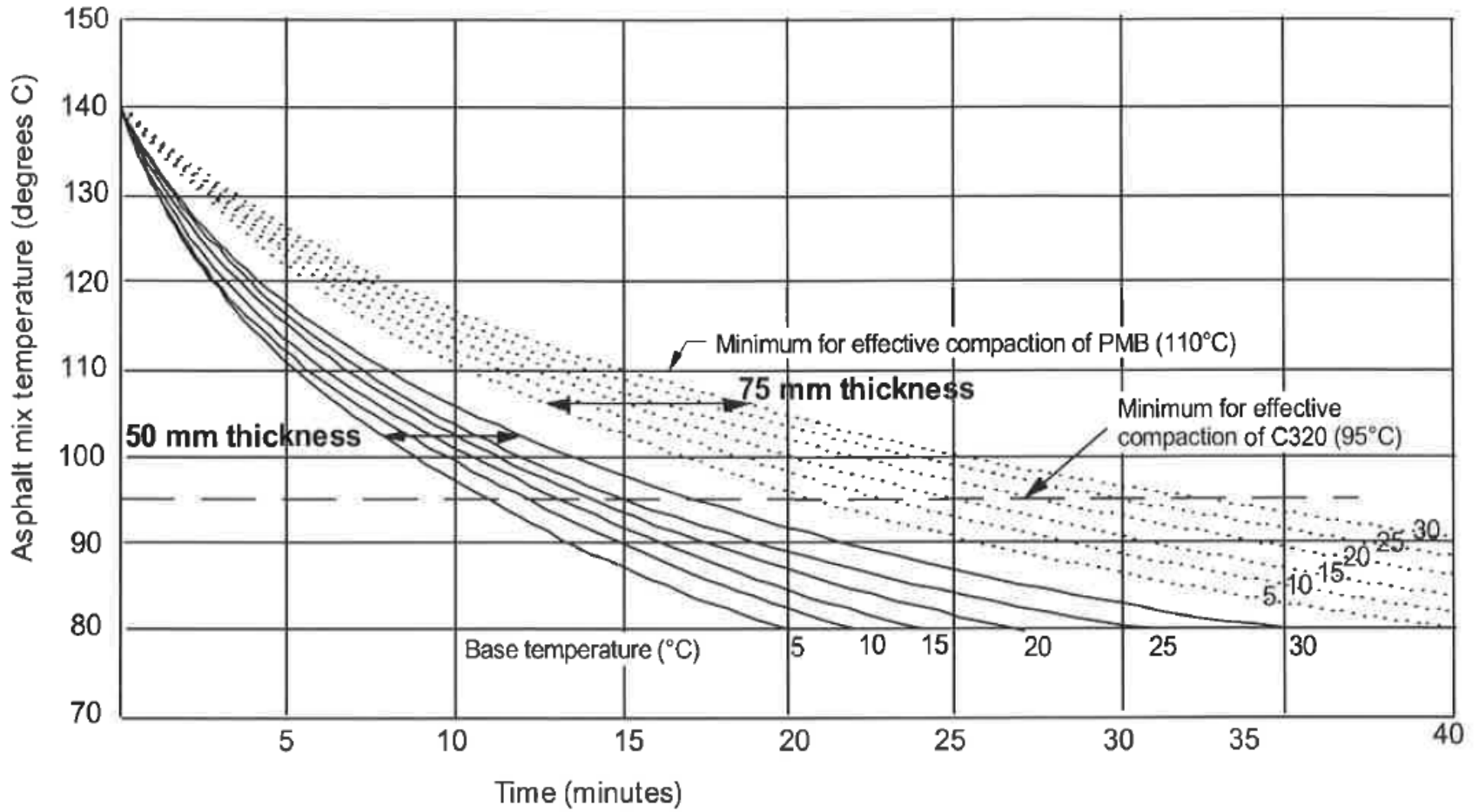
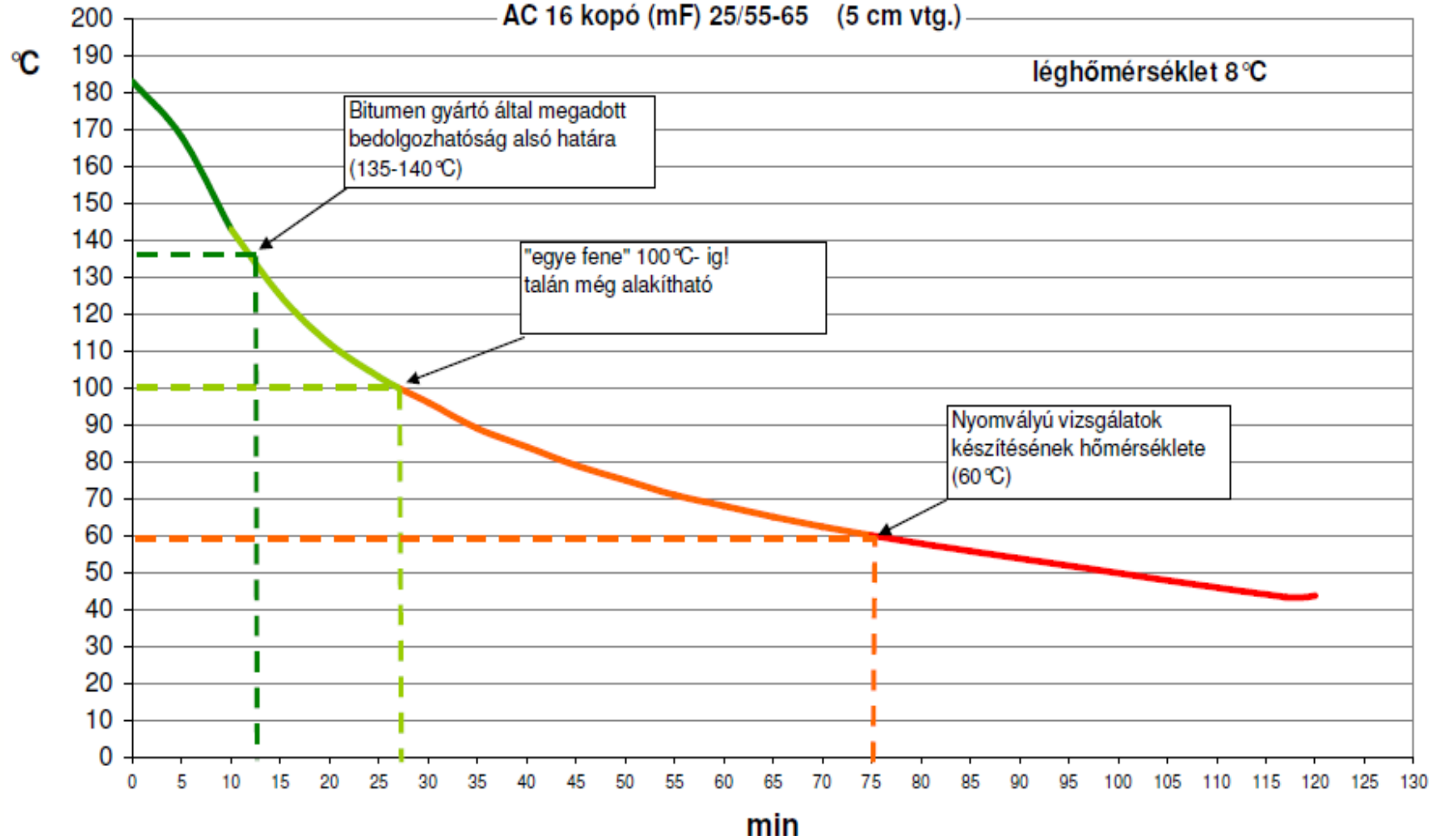


Figure 2 Typical Asphalt Cooling Rates, 50 mm and 75 mm Compacted Thickness



**Maghőmérséklet terítés után**  
**AC 16 kopó (mF) 25/55-65 (5 cm vtg.)**

léghőmérséklet 8 °C



## Aszfaltkeverék lehűlése

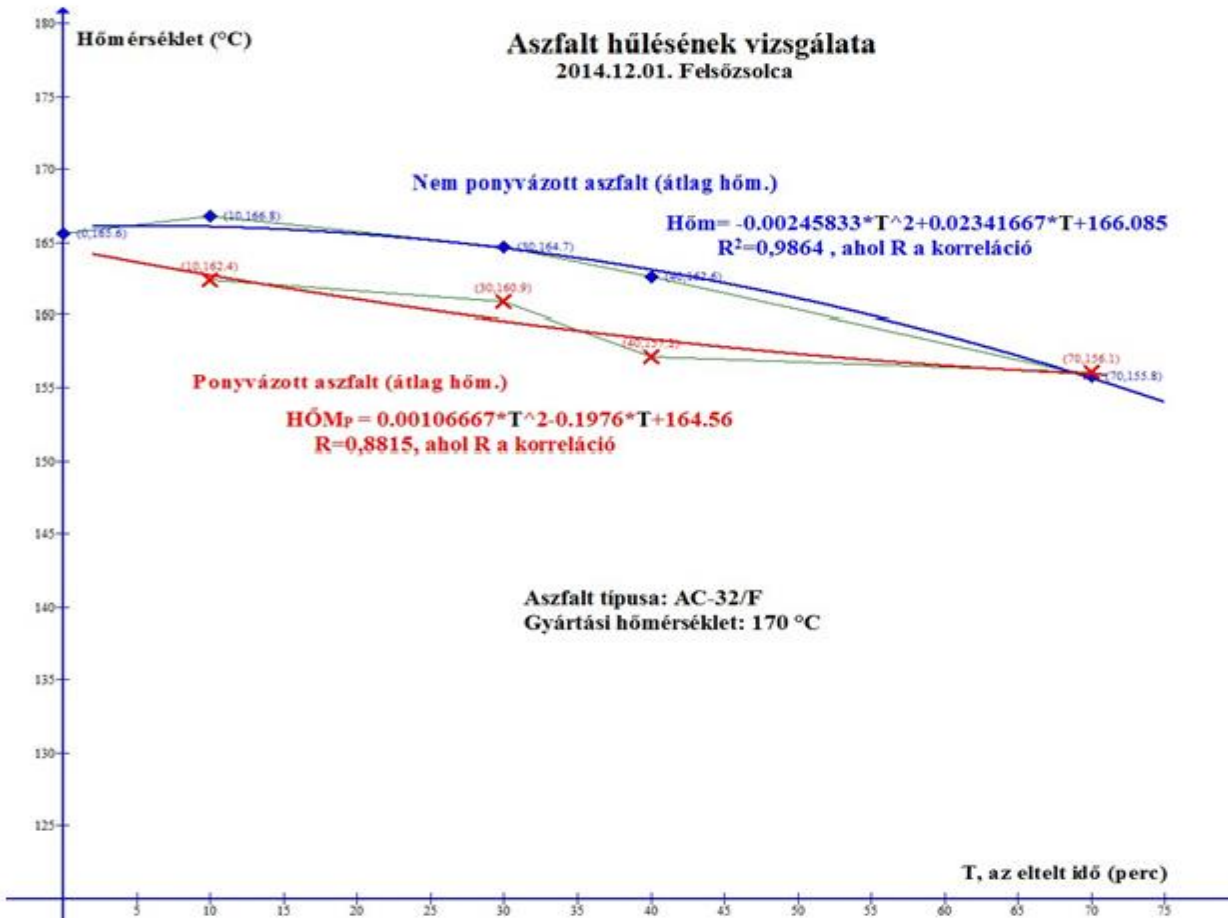
Az aszfalt hűlése

Keverőtelep, Felsőzsolca.

2014.12.01.



idő (min)	nem ponyvázott					ponyvázott				
	1	2	3	átlag	szórás	4	5	6	átlag	szórás
0	166,0	163,0	167,8	165,6	2,42					
10	167,1	165,7	167,5	166,8	0,95	162,6	164,5	160,2	162,4	2,15
30	167,3	161,8	165,0	164,7	2,76	166,2	153,8	162,7	160,9	6,39
40	164,7	159,4	163,6	162,6	2,80	163,1	152,3	156,3	157,2	5,46
70	158,6	150,6	158,2	155,8	4,51	160,8	149,6	157,8	156,1	5,80



9sz. kép: grafikon

120 perc múlva  
152 °C      133 °C

## Aszfaltkeverékek bedolgozhatósága Euroaszfalt & Eurobitumen konferencia

- **Natascha Poeran, Berwich Sluer**
- *QRS, Boskalis Nederland, Nieuw Vennep, Netherlands*
- Az elmélet szerint az aszfalt ellenállással rendelkezik a keveréssel szemben, amely a keverőszárra gyakorolt forgatónyomatékban jelentkezik.
- Elképzelésük szerint, a bedolgozhatóságot ezzel a forgatónyomatékkal fejezik ki. Ugyanis a nehezen bedolgozható keverék nagyobb nyomatékokat produkál és fordítva.
- **A BOSKALIS BEDOLGOZHATÓSÁG-MÉRŐ PROTOTÍPUSA**
- Ennél a prototípusnál közvetlen forgatónyomaték mérést alkalmaztak. Ezt az érzékelőt a meghajtó tengely és a keverőszár közé helyezték el, hogy közvetlenül a keverőszárra alkalmazott forgatónyomatékokat mérje. Ez kizárta a mérési bizonytalanságokat.
- A hőmérséklet folyamatos rögzítésére három érzékelőt használtak.





## Vizsgálati módszer kidolgozása

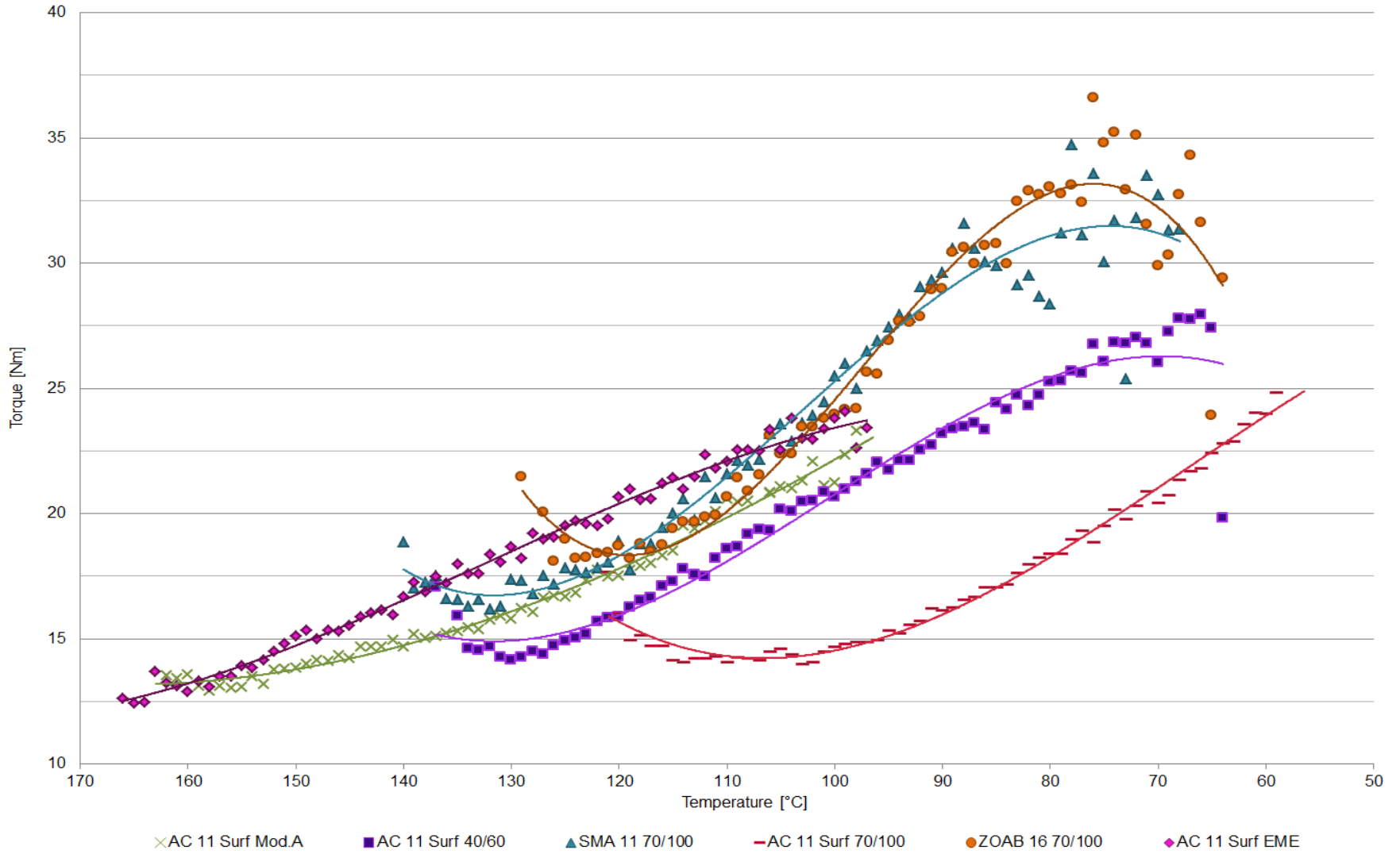
- Különböző aszfaltkeverékeket, négy különböző típusú bitumen alkalmazásával teszteltek, különböző forgási sebességnél. A köváz mindenhol ugyanaz volt.
- Első kísérlet: 25 rpm és  $20 \pm 1$  kg.
- Több nehézséget tapasztaltak az első kísérletsorozatnál:
- A kövek, amelyek a keverőlapátok és a keverőtartály közé ékelődnek, kiemelkedően magas értékekhez vezetnek, ennek a csökkentésére a keverőszár pengéit lerövidítették 15 mm-el.
- Az is megfigyelhető volt, hogy nagy mennyiségű anyag rakodott le az edény falán és jelentős volt a szegregáció. Ez azt indikálta, hogy a forgási sebesség túl nagy lehet.
- Megállapítások
- Az aszfaltkeveréket amennyire lehetséges, azonnal a keverés után kell vizsgálni. A bedolgozhatósági vizsgálat végeztével az összes keverék homályos (fakó, matt) volt. A gyakorlatban ez tekinthető annak a pillanatnak, amelytől a keverék már nem bedolgozható.  
Csökkenteni kell a fordulatszámot

## Vizsgálati eljárás

Minta tömege [kg]	Rotációs sebesség [RPM]	Kiindulási hőmérséklet [°C]	Végső hőmérséklet [°C]
20	15	a bitumen előírt keverési hőmérséklet	a bitumen lágyuláspontja vagy amikor a keverék fényét veszti
<input type="checkbox"/> Az aszfaltkeveréket azonnal vagy amilyen gyorsan csak lehet a keverés után kell vizsgálni			
<input type="checkbox"/> Specifikusan pozícionált pengéjű keverőszár használata			

## EREDMÉNYEK

Keveréktípus	Kötőanyag	Alsó bedolgozhatósági határ [°C]
AC 11 kopó	Bitumen 40/60	122
AC 11 kopó	Bitumen 70/100	114
AC 11 kopó	PMB - SBS	149
AC 11 kopó	EME 15/25	153
PA 16	Bitumen 70/100	113
SMA 11	Bitumen 70/100	126



## ÖSSZEFOGLALÁS

- A bitumenek öregedése jelentős, a különböző bitumentípusoknál eltérő. A bemutatott 50/70 bitumen öregítés utáni tulajdonságai (Lp, penetráció) a 35/50 felelnek meg.
- Az aszfaltkeverék tömöríthetősége a hőmérséklettől függően változik, ezáltal a beépített aszfaltréteg burkolati hézagtartalma is.
- A bemutatott külföldi példákból látható hogy az egyes országok milyen előírásokat alkalmaznak a gyártásra és a beépítésre. Vannak minimális követelmények pl. Svájc, illetve részletes szabályozások, mint a Cseh szabvány.
- Az aszfaltok lehűlésére, bedolgozhatóságára számtalan irodalmi anyag, kísérleti leírás van. A keverék bedolgozhatósági hőmérsékletét a kötőanyag típusa határozza meg. Azt az időtartamot, míg az aszfaltkeveréket be lehet dolgozni döntően befolyásolja a gyártási hőmérséklet, a beépítési körülmények, fogadófelület hőmérséklete, időjárás, alkalmazott tömörítési munka. Nem a keverőtelep távolsága a lényeges, hanem az eltelt idő, amely kb. 2 órára tehető a gyártótól a bedolgozás megkezdéséig.
- Nagy szállítási távolság esetében, mérsékelten meleg aszfaltok alkalmazása!
- A bedolgozhatóság meghatározására kidolgoztak mérési módszert, amelynek eredményeit a gyakorlati tapasztalatok is alátámasztják.

Lakossági utca 2013 aszfalt szállítási táv:160km





Országos közút beépítés éve: 2013, aszfalt szállítási táv: 20km





**Köszönöm szíves figyelmüket !**