



Első hazai örökaszfalt próbaszakasz rétegeinek összehasonlítása a hagyományos pályaszerkezeti rétegekkel

MAÚT Közgyűlés

Koch Domonkos

okl. építőmérnök

építésvezető – Hazai Építőgép Társulás Zrt.

PhD hallgató – BME UVT

Budapest, 2022.05.13.

Tartalomjegyzék

- Perpetual Pavement szemlélet
- Próbaszakasz az M85 gyorsforgalmi úton
- FZKA alapréteg lehetőségei
 - Próbabeépítés eredményei
 - Földmű és FZKA teherbírásának kapcsolata
- Aszfalt rétegek vizsgálata
 - Analitikus ellenőrzés
 - Bitumen vizsgálatok
 - Alap-, kötő-, kopóréteg
- Kivitelezési tapasztalatok, élettartam költségek
- Következtetések, összefoglalás

Perpetual Pavement szemlélet

APA:

Pályaszerkezetek élettartama ≥ 50 év

Cél:

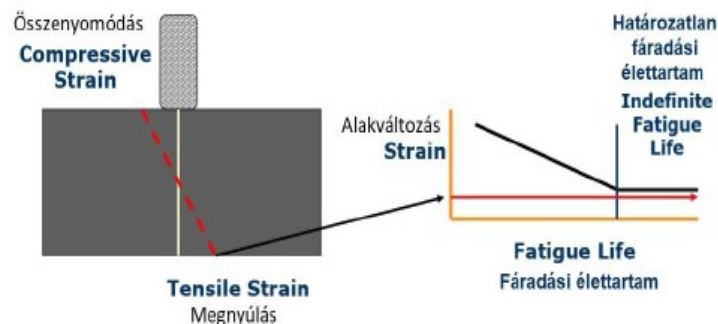
Minimális igénybevételek ➡ Növekvő élettartam

Követelmény:

Aszfaltrétegek **funkció szerinti** megválasztása:

- Anyag
- Rétegvastagság

- » A pályaszerkezet vastagságával a megnyúlás csökkenthető
- » Vastagabb aszfaltburkolat = **kisebbalakváltozás**
- » Fáradási határ alatti alakváltozás = **határozatlan** (végtelen) **élettartam**
- » Minimize Tensile Strain with Pavement Thickness
 - » Thicker Asphalt Pavement = **Lower Strain**
 - » Strain Below Fatigue Limit = **Indefinite Life**



Fáradás elleni réteg/Fatigue Resistant Layer

Jó fáradási tulajdonság:

- **Bitumen:**
 - Nagy teljesítményű, modifikált
 - Lágyabb (45/80)
 - Magasabb bitumentartalom
- Kisebb szemnagyság
- Csökkentett réteg vastagság



Nagy merevség:

- Bitumen:
 - Nagy teljesítményű, modifikált
 - Keményebb (25/55)
- Megnövelt réteg vastagság

M85 II. szakasz 57+300-57+800

- M85 II. szakasz 51+600-67+200
- 2018 – 2020
- TF = 13 981 781 Et, K forg. terhelési osztály
- 24,60 m koronaszélesség



Hagyományos	Próbaszakasz
4 cm SMA 11 kopó (mF) kopóréteg Pmb 25/55-65	4 cm SMA 11 kopó (mF) kopóréteg Pmb 45/80-65
7 cm AC 22 kötő (mNM) kötőréteg Pmb 25/55-65	12 cm AC 22 kötő (mNM) kötőréteg Pmb 25/55-65
12 cm AC 32 alap (mF) alapréteg Pmb 25/55-65	8 cm AC 22 kötő (mF) alapréteg Pmb 45/80-65
20 cm CKt-4 alapréteg	20 cm FZKA 0/32 ($E_2 \geq 144$ MPa)

Pályaszerkezetek analitikus ellenőrzése

Rétegek megnevezése	Vastagság [mm]	Méretezési modulus [MPa]	Poisson tényező [-]	V _b	SF	F	Egyenértékű modulus és vastagság
Kopóréteg	40	4000	0,35	12,8	5,00	1,5	E _a = 4500 MPa H _a = 241 mm
Kötőréteg	70	10000	0,35	11,4			
Alapréteg	120	4500	0,35	11,0			
CKt	200	2000	0,2		2,50		
Földmű	végtelen	80	0,4				

Rétegek megnevezése	Vastagság [mm]	Méretezési modulus [MPa]	Poisson tényező [-]	V _b	SF	F	Egyenértékű modulus és vastagság
Kopóréteg	40	4000	0,35	12,8	5,00	1,5	E _a = 4500 MPa H _a = 254 mm
Kötőréteg	120	10000	0,35	11,4			
Alapréteg	80	4500	0,35	11,0			
FZKA	200	280	0,4		2,50		
Földmű	végtelen	80	0,4				

Rétegek megnevezése	Vastagság [mm]	Méretezési modulus [MPa]	Poisson tényező [-]	V _b	SF	F	Egyenértékű modulus és vastagság
Kopóréteg	40	4000	0,35	12,8	5,00	1,5	E _a = 10000 MPa H _a = 241 mm E _a = 4500 MPa H _a = 80 mm
Kötőréteg	120	10000	0,35	11,4			
Alapréteg	80	4500	0,35	11,0			
FZKA	200	280	0,4		2,50		
Földmű	végtelen	80	0,4				

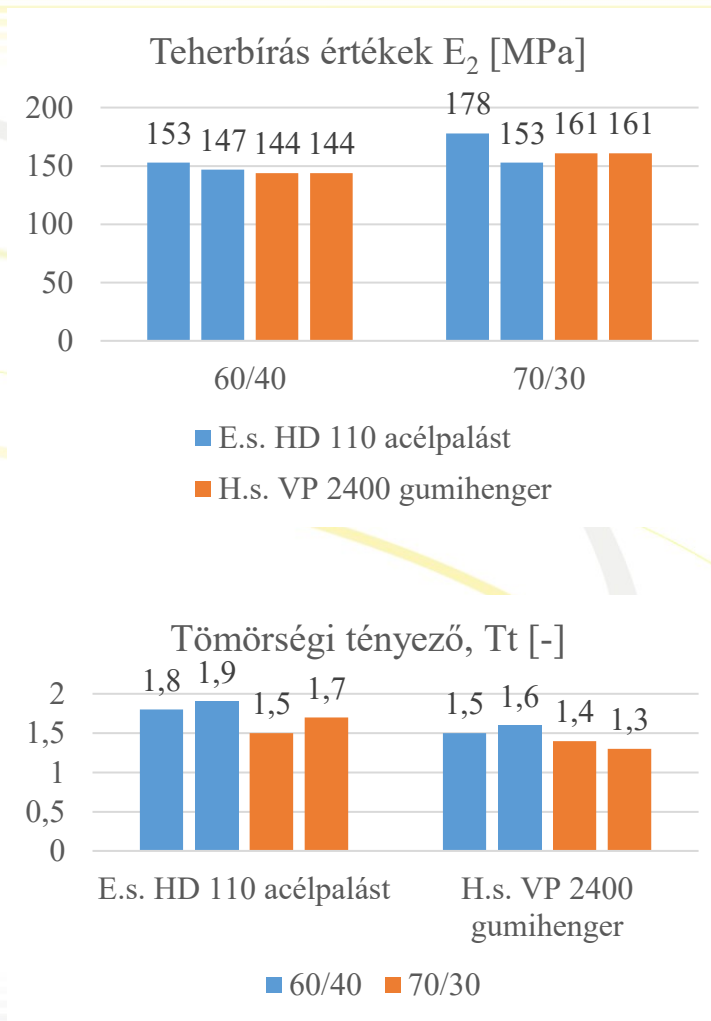
$$\varepsilon_{teng}^{aszfalt} = \left[\frac{F}{SF} \right]^{0,2} * \frac{10^4 * (0,856 * V_b + 1,08)}{E_a^{0,36} * TF^{0,2}}$$

$$N_{eng} = \left[\frac{F}{SF} \right]^{0,2} * \frac{10^4 * (0,856 * V_b + 1,08)}{E_a^{0,36} * \varepsilon_{tmértékadó}^{aszfalt}}$$

Modell megnevezés e	$\varepsilon_{teng}^{aszfalt}$ [με]	$\varepsilon_{tmértékadó}^{aszfalt}$ [με]	N _{eng} [Et]
Kontroll	149	131	26 308 820
Örökaszfalt 3 rétegű		136	21 815 406
Örökaszfalt 4 rétegű		93	145 895 903

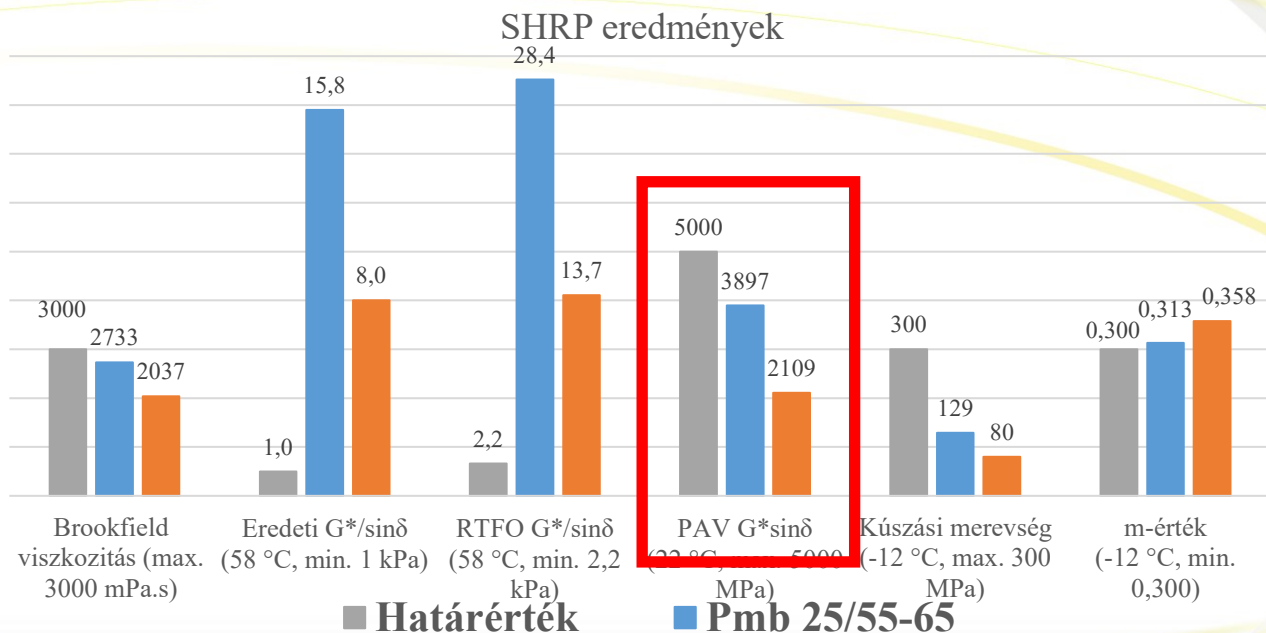
FZKA 0/32 alapréteg

- 2x25 m, 4 rászter
- 60 % Z0/22 + 40 % Z22/32
- 70 % Z0/22 + 30 % Z22/32
- HD90 ah. 1 vibro + 1 simító + VP2400 gh. 8 járat
- HD90 ah. 1 vibro + 1 simító + HD 110 ah. 6 járat
- $E_2 \geq 144 \text{ Mpa}$
- $T_t \leq 1,9$



Bitumenek összehasonlítása

- Pmb 25/55-65 - **Pmb 45/80-65**
- Empirikus vizsgálatok (penetráció, lágyuláspont, töréspont stb..)
- SHRP vizsgálatok (disszipált energia alapján)

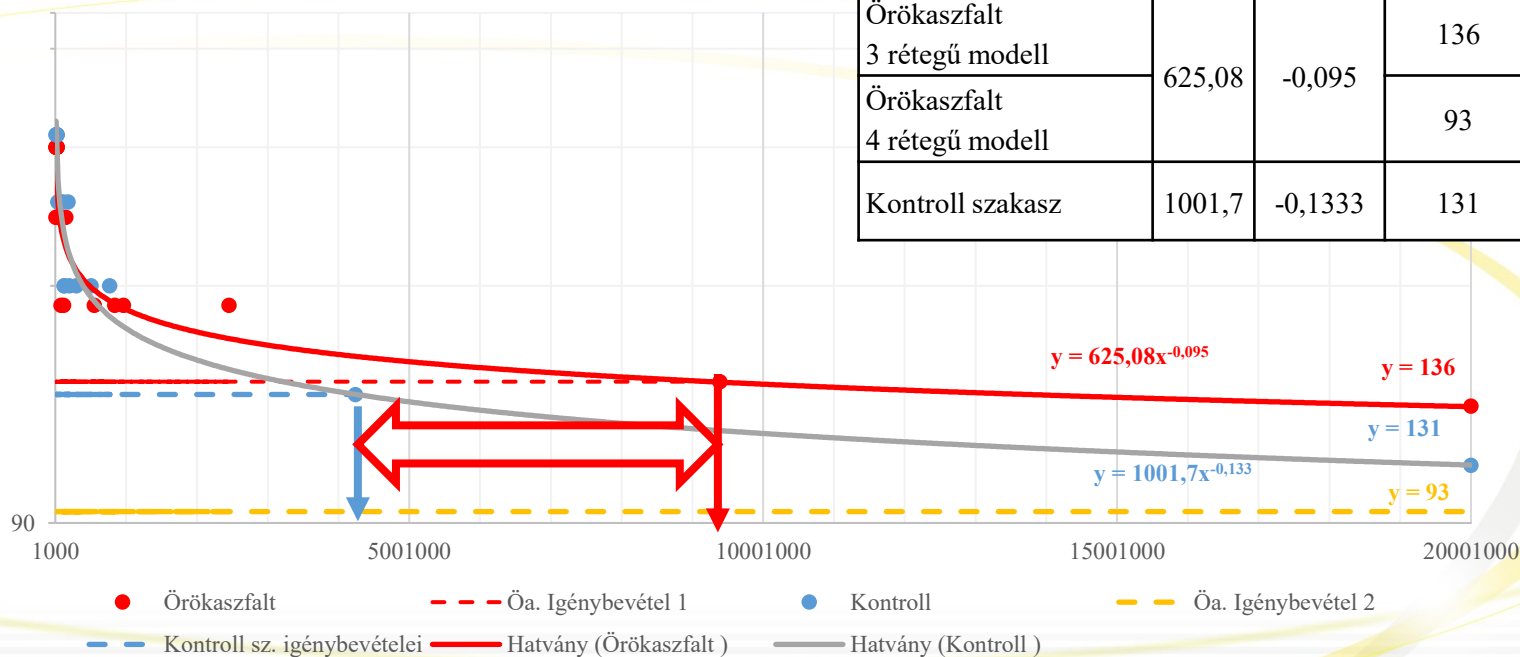


Aszfaltok 1. - Alapréteg

AC 22 kötő (mF) Pmb 45/80-65 : **168 $\mu\epsilon$** (152/243 $\mu\epsilon$)

AC 32 alap (mF) Pmb 25/55-65: **159 $\mu\epsilon$**

Megnevezés	Paraméterek		$\epsilon_{\text{mértékadó}}$ [$\mu\epsilon$]	Ismétlésszá m
	a	b		N [db]
Örökaszfalt 3 rétegű modell	625,08	-0,095	136	9 388 513
Örökaszfalt 4 rétegű modell			93	512 894 387
Kontroll szakasz	1001,7	-0,1333	131	4 242 821



Aszfaltok 2. - Kötőréteg

- AC 22 kötő (mNM) Pmb 25/55-65
- Maradó alakváltozás: 1,3 %
- $S = 12\,126\text{ MPa}$
- $\varepsilon = 158\text{ }\mu\text{ε}$
- Rétegtapadás

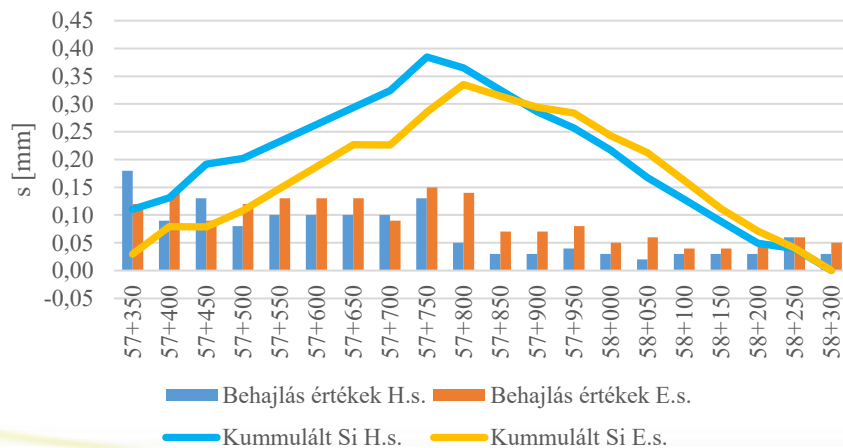
Réteghatár	Előírás [min. kN]	Fúrt minták száma		
		1	2	3
Alap/Kötőréteg	12	16,3	21,6	27,1
Kötő/Kopóréteg	15	33,4	33,5	-



Aszfaltok 3. - Kopóréteg

- SMA 11 kopó (mF) Pmb 25/55-65
- SMA 11 kopó (mF) Pmb 45/80-65
- Repedésvizsgálat: -28,9 v. -30,8 °C
- Behajlásmérés

Homogén szakaszok és behajlásértékek



Megnevezés	Mértékadó behajlás [mm]		Megengedett behajlás [mm]
	Haladó sáv	Előző sáv	
Próba szakasz	0,13	0,16	0,39
Kontroll szakasz	0,04	0,08	0,34

Kivitelezési tapasztalatok

- FZKA
 - Szemeloszlás
 - Víztelenítés
 - Építési forgalom
 - Felpuhulás
- Alapréteg + Kötőréteg
 - Emulziószórás
- Kopóréteg
 - Emulziószórás



Életciklus költségek

Megnevezés	Örökaszfalt burkolat		Félmerev burkolat	
	1 km autópálya költsége [Ft]	Fajlagosan [Ft/m ²]	1 km autópálya költsége [Ft]	Fajlagosan [Ft/m ²]
Építési költség	492 800 000	24 640	486 700 000	24 335
Üzemeltetési költség	189 420 000	9 471	189 420 000	9 471
Fenntartási költség	464 737 500	23 237	693 267 500	34 663
Közlekedésüzemi többletköltség	25 200 000	1 260	25 200 000	1 260
Többlet időköltség	1 926 330	96	1 926 330	96
Baleseti többletköltség	28 000 000	1 400	28 000 000	1 400
Összesen:	1 202 083 830	60 104	1 424 513 830	71 226

Összefoglalás, következtetések

- FZKA előnyösebb lehet, mint a CKt
- Teljesítmény alapú vizsgálatok, SHRP
- Pmb 45/80-65
- Nagyobb fáradási élettartam
- Nyomvályúsodás veszélye nem áll fenn
- Együttműködés ✓
- Jobb hidegviselkedés
- Megfelelő behajlás
- Alacsonyabb fenntartási költségek

Az örökaszfalt próbaszakasz sikeres volt.



Köszönöm a figyelmet!

Any question?

Források

- [1] Asphalt Pavement Alliance: Perpetual pavements: A synthesis, (APA 101). Lanham, MD: National Asphalt Pavement Association, Asphalt Institute, State Asphalt Pavement Associations, 2002
- [2] e-UT 06.03.21:2018, Útpályaszerkezeti aszfaltburkolatok rétegeinek követelményei, Útügyi Műszaki előírás, 2019
- [3] Igor Ruttmar, Agata Grajewska, Karolina Pełczyńska: Perpetual pavement design and construction using anti-fatigue base layer on expressway S8 in Poland, 6th Euraspalt & Eurobitume Congress, 2016, DOI: 10.14311/EE.2016.175
- [4] NIF Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt, Utiber Kft, Unitef Zrt: „M1-es autópálya 2x3 sávra bővítése az M0 és Tatabánya – Újváros csomópontok között”, A pályaszerkezet analitikus méretezése, 2019
- [5] Igor Ruttmar: Perpetual Pavement Design, S8 Expressway, MAUT, 2019
- [6] David E. Newcomb, Kent R. Hansen: Mix Type Selection for Perpetual Pavements, International Conference on Perpetual Pavements, Columbus, Ohio, 2006
- [7] e-UT 06.03.53:2018, Kötőanyag nélküli és hidraulikus kötőanyagú burkolatalapok, Útügyi Műszaki Előírás, 2018
- [8] e-UT 05.01.15:2018, Útépitési kőanyag-halmazok, Útügyi Műszaki Előírás, 2018
- [9] Primusz Péter, Tóth Csaba: Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezésének alternatív módszere, Analitikus méretezési útmutató, Kutatási jelentés, Útügyi Lapok, 2016
- [10] Hussain U. Bahia, David A. Anderson: Strategic Highway Research Program Binder Rheological Parameters: Background and Comparison with Conventional Properties, Transportation Research Record 1488, TRB, National Research Council, Washington DC, 32-39 p., 1995
- [11] Török Kálmán, Pallós Imre: Az aszfaltok téli hidegviselkedését befolyásoló anyagtulajdonságok laboratóriumi vizsgálatai, Útügyi Lapok 3. évf. 5. szám 36-54 p., Budapest, 2015
- [12] e-UT 06.03.13, Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése, Útügyi Műszaki Előírás, 2005
- [13] Gáspár László: A közúti vagyongazdálkodás, Budapest, 2012
- [14] e-UT 05.01.26:2018, Bitumenes kötőanyagok az útpályaszerkezetek aszfaltburkolati keverékeinek gyártásához, Útügyi Műszaki Előírás, 2018
- [15] e-UT 05.02.11:2018, Útpályaszerkezeti aszfaltburkolatok keverékeinek követelményei, Útügyi Műszaki Előírás, 2019

Mellékletek

Rétegek megnevezése	Vastagság [mm]	Méretezési modulus [MPa]	Poisson tényező [-]	V_b	SF	F	Egyenértékű modulus és vastagság
Kopóréteg	40	4000	0,35	12,8	5,00	1,5	$E_a = 4500$ MPa $H_a = 241$ mm
Kötőréteg	70	10000	0,35	11,4			
Alapréteg	120	4500	0,35	11,0			
CKt	200	2000	0,2		2,50		
Földmű	végtelen	80	0,4				

Rétegek megnevezése	Vastagság [mm]	Méretezési modulus [MPa]	Poisson tényező [-]	V_b	SF	F	Egyenértékű modulus és vastagság
Kopóréteg	40	4000	0,35	12,8	5,00	1,5	$E_a = 4500$ MPa $H_a = 254$ mm
Kötőréteg	120	10000	0,35	11,4			
Alapréteg	80	4500	0,35	11,0			
FZKA	200	280	0,4		2,5		
Földmű	végtelen	80	0,4				

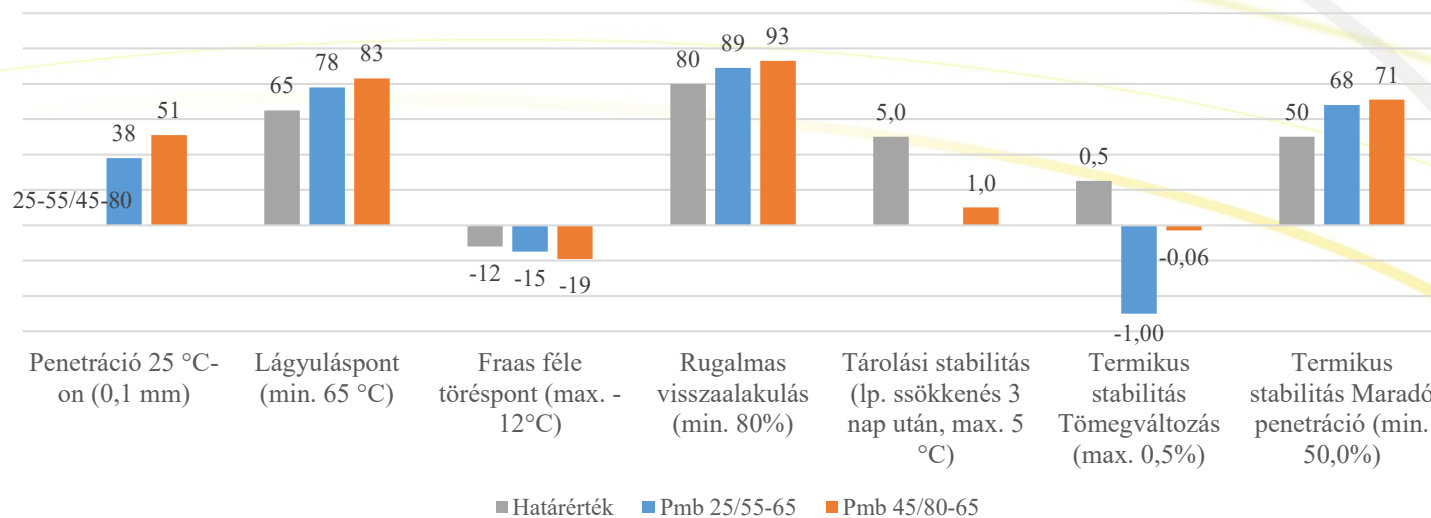
Mellékletek

Rétegek megnevezése	Vastagság [mm]	Méretezési modulus [MPa]	Poisson tényező [-]	V_b	SF	F	Egyenértékű modulus és vastagság
Kopóréteg	40	4000	0,35	12,8	5,00	1,5	$E_a = 10\,000\text{ MPa}$ $H_a = 142\text{ mm}$ $E_a = 4500\text{ Mpa}$ $H_a = 80\text{ mm}$
Kötőréteg	120	10000	0,35	11,4			
Alapréteg	80	4500	0,35	11,0			
FZKA	200	280	0,4		2,50		
Földmű	végtelen	80	0,4				

Modell megnevezése	$\varepsilon_{teng}^{aszfalt}$ [με]	$\varepsilon_{veng}^{földmű}$ [με]	$\varepsilon_{tmértékadó}^{aszfalt}$ [με]	$\varepsilon_{vmértékadó}^{földmű}$ [με]	N_{eng} [Et]
Kontroll	149	136	131	105	26 308 820
Örökaszfalt 3 rétegű			136	103	21 815 406
Örökaszfalt 4 rétegű			93	429	145 895 903

Mellékletek

Empirikus vizsgálatok



Aszfaltvizsgálatok	AC 32 alap (mF) Pmb 25/55-65 „Kontroll szakasz”	AC 22 kötő (mF) Pmb 45/80-65 „Próba szakasz”
Oldható kötőanyag-tartalom	4,0	4,5 %
Tervezett hézagtartalom V%	4,9%	3,5%
Vízérzékenység ITSR%	90,3%	99,0%
Maradó alakváltozás P%	3,9%	2,6 %

Aszfaltvizsgálatok	AC 22 kötő (mNM) Pmb 25/55-65
Oldható kötőanyag-tartalom	4,2 %
Tervezett hézagtartalom V%	4,9%
Vízérzékenység ITSR%	97,6%
Maradó alakváltozás P%	2,4 %

Aszfaltvizsgálatok	SMA 11 kopó (mF) Pmb 25/55-65 „Kontroll szakasz”	SMA 11 kopó (mF) Pmb 45/80-65 „Próba szakasz”
Oldható kötőanyag-tartalom	5,9	6,2 %
Tervezett hézagtartalom V%	3,6%	3,5%
Vízérzékenység ITSR%	98,1%	99,1%
Maradó alakváltozás P%	3,3%	3,4 %
Adalékszer (ökocell)	0,4%	0,4 %