



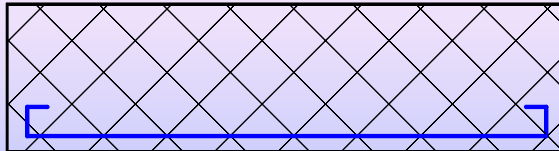
### Az S&P épület-megerősítések anyagának gyártója

Az S&P megerősítések száltípusai

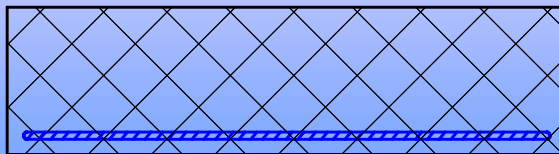
A szál típusa	E-modulus kN/mm <sup>2</sup>	Húzó-szilárdság N/mm <sup>2</sup>
Szén	240-640	2500-4000
Aramid	120	2900
Üveg	70	2000
PES / PP	10-15	1200-3000
acél	210	370

**Az S&P szálerősítésű anyagok csak akkor működnek, ha a felületi tapadás segítségével az erőket a hordozófelületen lehet lehorgonyozni.**

## Az acél és beton kapcsolata



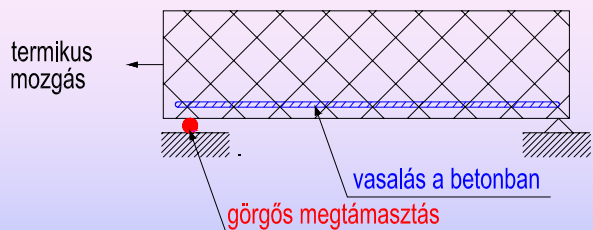
korábban (a síma acélbetétek végeinek kampózása)



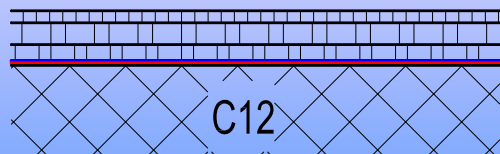
ma (a bordázott acélbetétek lehor-gonyzása a jó tapadás következtében)



## Mechanikai alapelvek



vasbeton



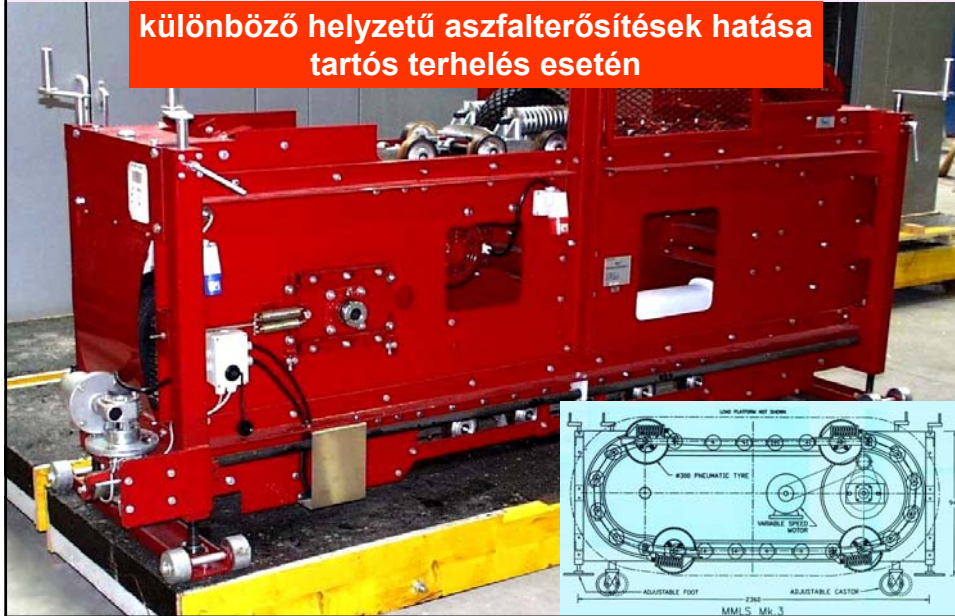
útépítés  
Magyarországon

mozgást biztosító támasz + erősítés egyazon helyen

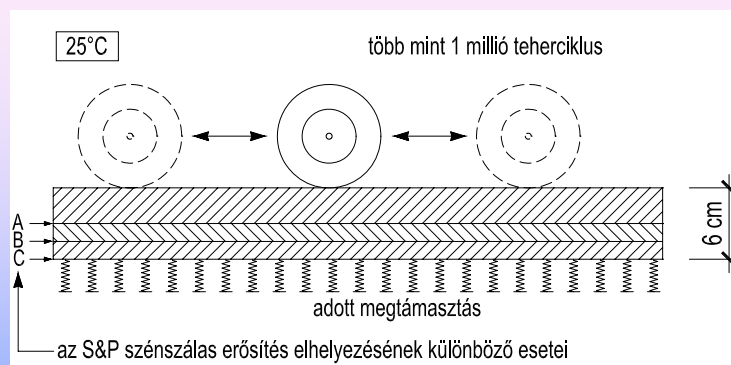


## Tartós terhelés EMPA (CH) által végzett vizsgálata

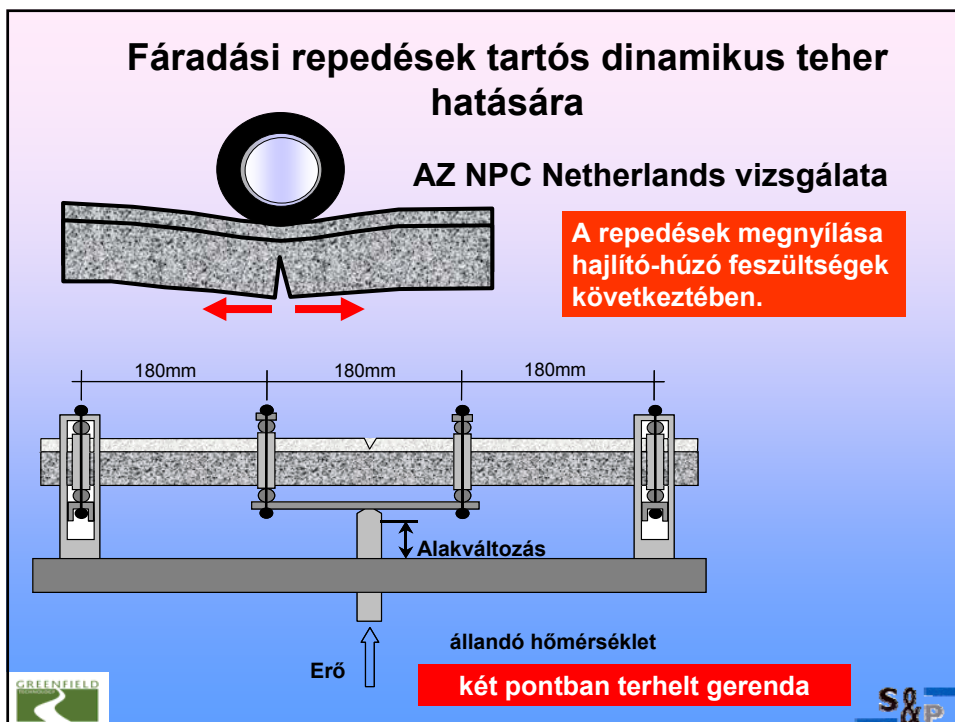
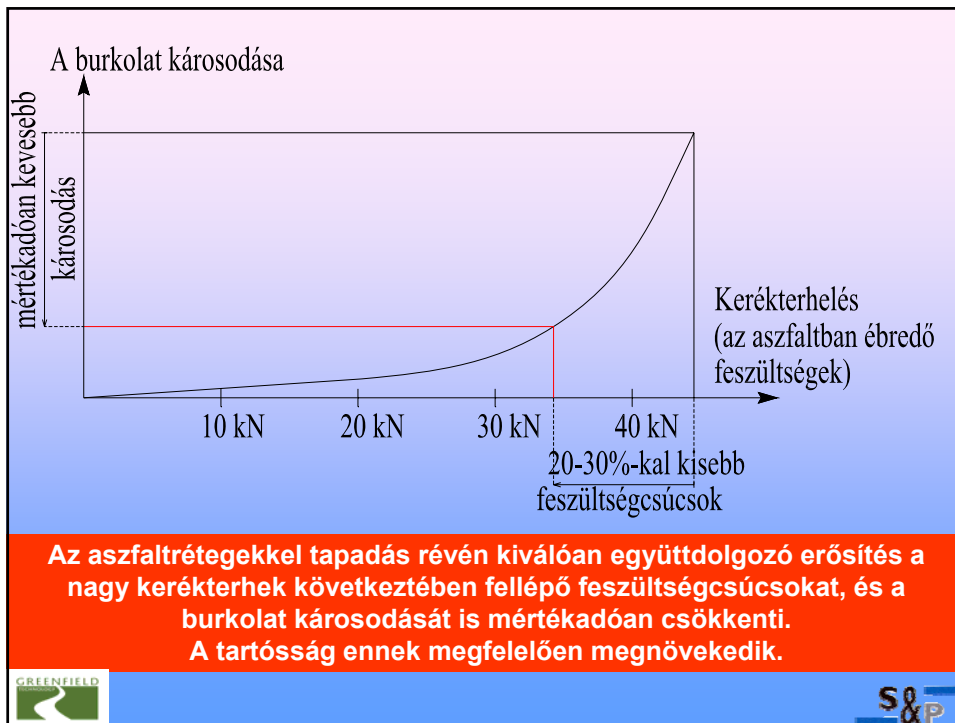
különböző helyzetű aszfalterősítések hatása  
tartós terhelés esetén



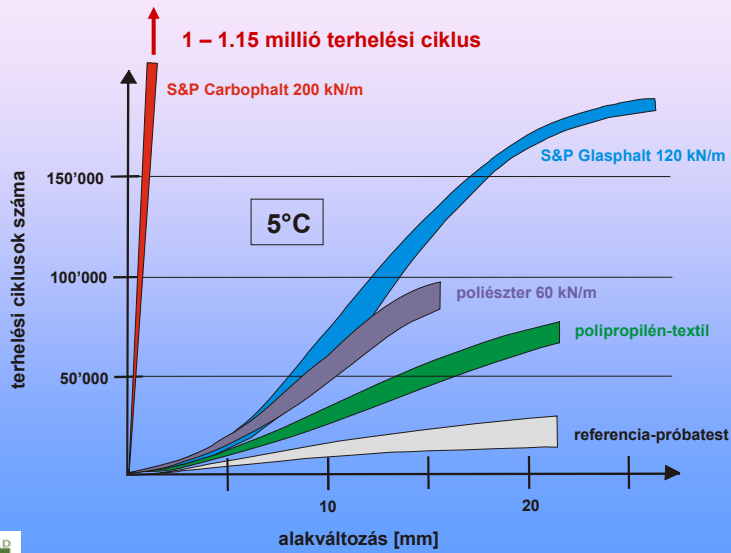
## Az EMPA kísérletek elrendezése és eredményei



Próbatest	A szén-szál erősítés helye	Keresztirányú feszültség alakulása
0	nincs	100 %
A	3 cm mélyen	- 13 %
B	4 cm mélyen	- 26 %
C	a próbatest alsó síkján	nincs feszültségcsökkenés

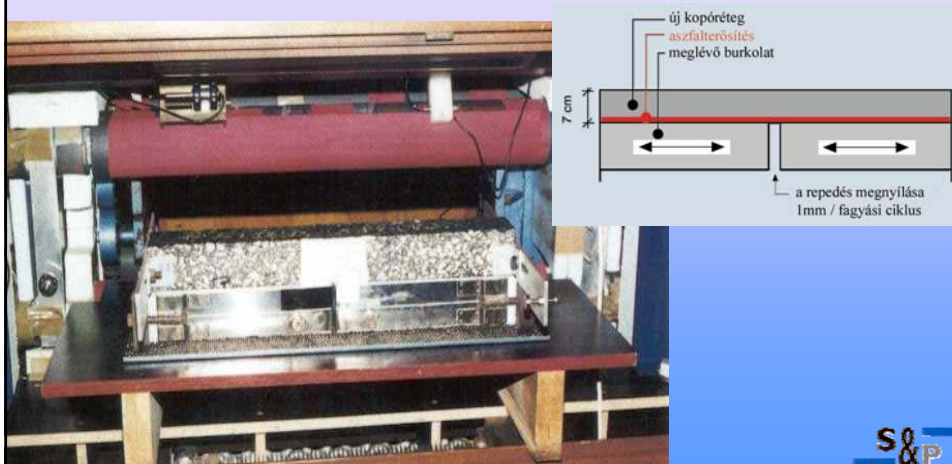


## Az NPC eredményei: különböző aszfalterősítések összehasonlítása

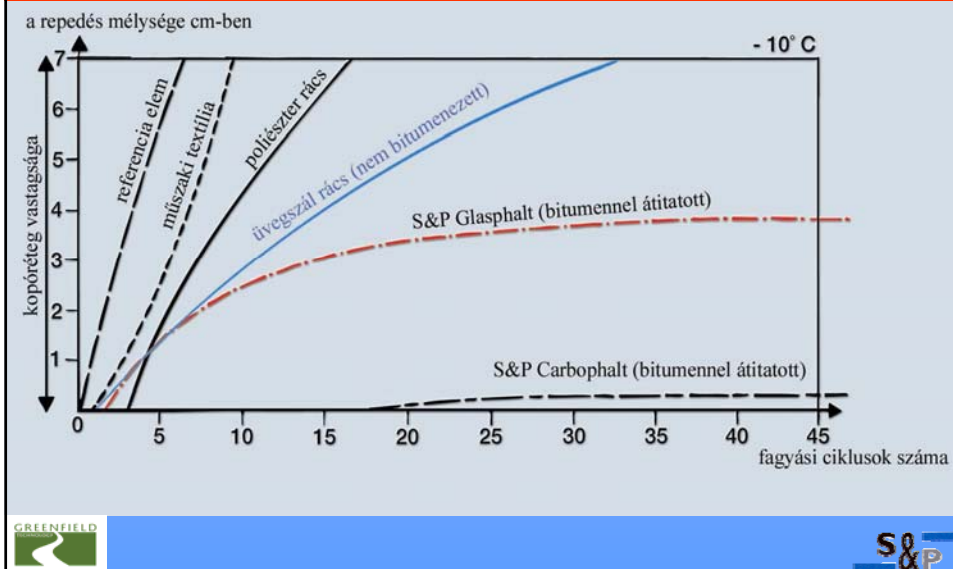


## Repedés áttükröződése fagyhatás következtében

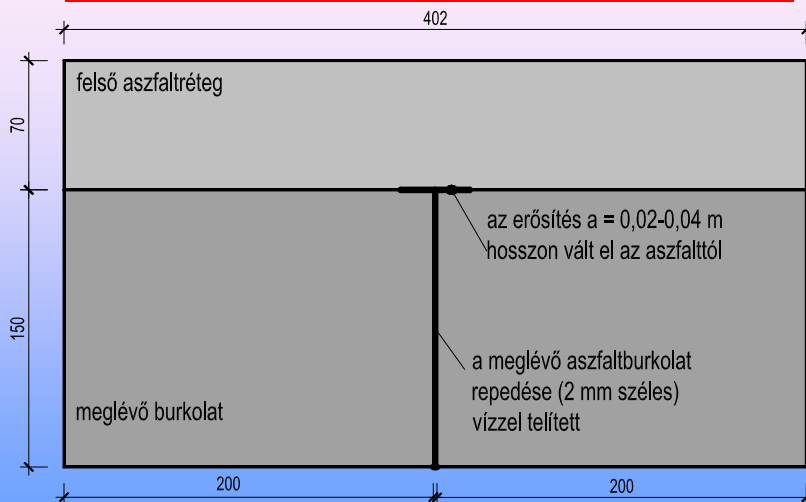
Fagyás-olvadás ciklusok hatására a meglévő aszfaltburkolat repedései áttükröződnek az új fedőrétegbe. A BRRC kifejlesztett egy vizsgálati módszert a jelenség ellenőrzésére.



**A reflexiós repedések kialakulását csak magas rugalmassági modulusú erősítések képesek megakadályozni.**



**A kísérlet végeleselemes programmal végzett numerikus ellenőrzése**



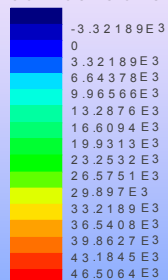
**A kísérlet ellenőrzéséhez használt végeleselemes modell geometriája**



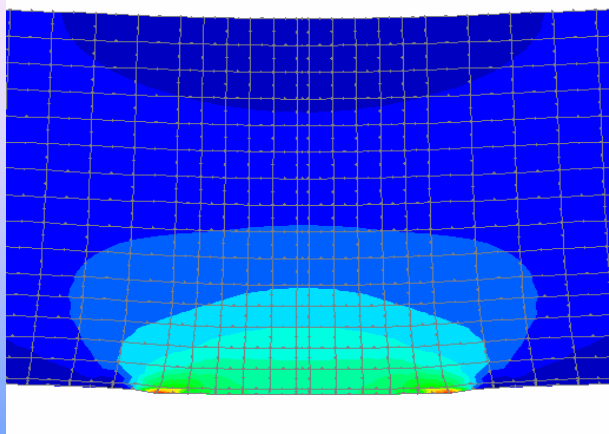
## Eredmények a repedésmentes kiindulási állapot feltételezésével

LOAD CASE = 1  
Delta T = -10  
RESULTS FILE = 1  
STRESS

CONTOURS OF SX



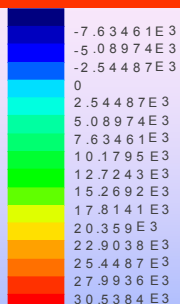
Max 0.4682E+05 at Node  
Min -6326. at Node 2259



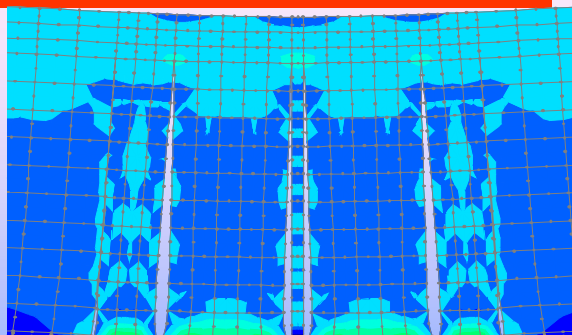
Az aszfaltban ébredő eredő húzófeszültségek jóval meghaladják az aszfalt húzószilárdságát (3,5 N/mm<sup>2</sup>). ⇒ Repedésképződés



## A feltételezett, áttükröződött repedések alapján nyert eredmények az új aszfaltrétegben



Max 0.3174E+05 at Node 4  
Min -8979. at Node 151

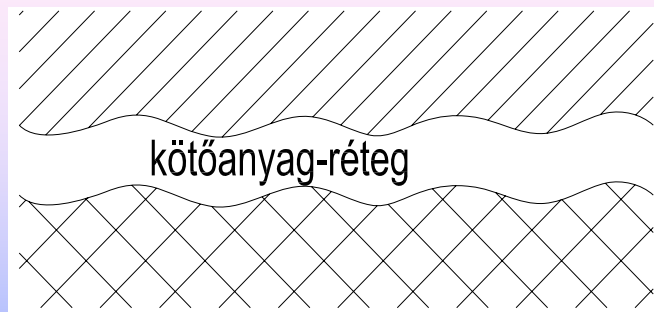


Repedések száma	Repedés hossza [m]	$\sigma_x$ eredő húzófeszültség a repedéscsúcsokban [N/mm <sup>2</sup> ]
--	0.0	34.02
6	0.02	9.8
6	0.06	3.4 < 3.5 N/mm <sup>2</sup>

A modellkísérletek alapján 25 – 40 %-os feszültségcsökkenés érhető el az aszfaltban.



## Felületi tapadás

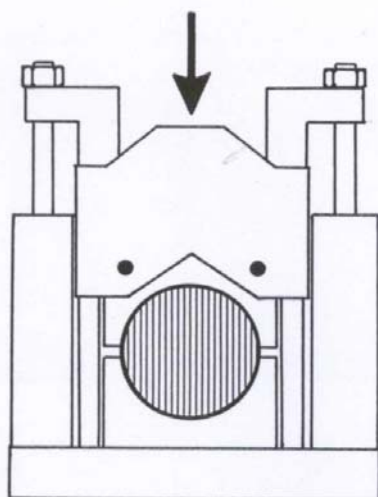


**felületi tapadás = mechanikus fogazott kapcsolat  
+ ragasztóhatás**

A SAMI-rendszerekben nincs mechanikus fogazott kapcsolat. Az osztrák irányelv is utal rá, hogy a SAMI-rendszer a tapadás csökkenését okozza. A SAMI-rendszereknél általában  $0,1-0,4 \text{ N/mm}^2$  nyírási ellenállás adódik.



## Aszfaltburkolatok tapadása



**Leutner-féle nyírásvizsgálat**

**Lengyel szabvány:**  
nyírószilárdság min.:  $0,8 \text{ N/mm}^2$

Középtávon a nyírási szilárdságra vonatkozó  $0,7-0,9 \text{ N/mm}^2$  előírás az európai szabvány része lesz.

Németország, Svájc:  
a rétegek tapadását rendszeresen ellenőrzik







**Szendvics-szerű építésmód tapadás (nyírási ellenállás) nélkül!**



Csak útravalónak jó. Egy többrétegű burkolatnak más tulajdonságokkal kell rendelkeznie.



SC 1.1

**SC 1.1 próba: bitumenbe ágyazott aszfaltrács**  
**S&P Carbophalt G/ Glasphalt G**

átlagos nyírási ellenállás  $10.0 / 15.8 = 12.9 \text{ kN}$   
( $\sim 0,80 \text{ N/mm}^2$ )

SC 1.1

elnyíródás a burkolati rétegen belül

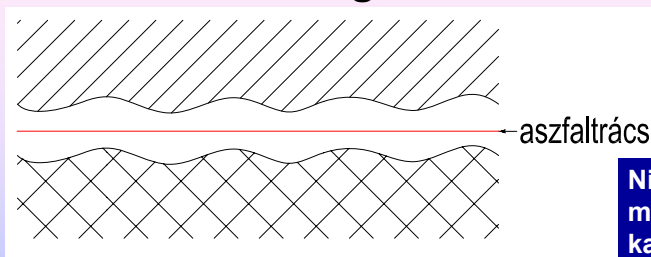


## Az aszfalterősítések fejlődése

A rács típusa	Beépítés	Tapadás	Összegzés
hagyományos rács	alig lehetséges	csak 1-2 kg/m <sup>2</sup> bitumennel + zúzottkő szórással kombinálva	<b>Magyarországon nincs elég zúzottkő. A kőszórás drága.</b>
hagyományos rács (20-50 g/m <sup>2</sup> textíllel fedve)	OK	csak 1-2 kg/m <sup>2</sup> bitumennel + zúzottkő szórással kombinálva	<b>Magyarországon nincs elég zúzottkő. A kőszórás drága.</b>
hagyományos rács SAMI-rendszerben	OK	csak 1-2 kg/m <sup>2</sup> bitumennel + zúzottkő szórással kombinálva	<b>Magyarországon nincs elég zúzottkő. A kőszórás drága.</b>
bitumennel átitatott S&P aszfaltrács	OK	OK	<b>A 150-200 g/m<sup>2</sup> felületi kenéssel problémamentesen beépíthető.</b>



## SAMI-hálóval végzett aszfalterősítés



**Nincs meg mechanikus kapcsolat.**

**Követelmény a SAMI rendszerrel szemben**  
 •130 g/m<sup>2</sup> műsz. textília (a kötőanyag hordozója)  
 •1-1,2 kg/m<sup>2</sup> bitumen (1,6-1,8 kg/m<sup>2</sup> emulzió)

⇒ **csúsztató réteg**

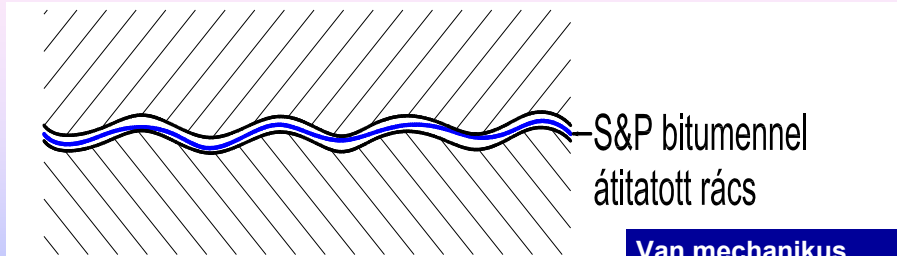
	nyúlás (-25 °C)
erősítés	50 %
bitumen	2 ‰

**Fennáll a kötőanyag ridegedésének a veszélye alacsony hőmérséklet esetén**

**Németországban a SAMI-rendszerekhez mindig hidegtűrő bitumént követelnek meg.**



## S&P bitumennel átítatott rács



S&P bitumennel  
átítatott rács

**Van mechanikus  
kapcsolat a rétegek  
között!**

**A bitumennel átítatott S&P rácsot hagyományos  
150-200 g/m<sup>2</sup> felületi kenéssel terítik.**



### 3 lehetséges végeredmény

Az erősítés megszakítja a  
repedés kialakulását

A repedés áttükröződik, az  
erősítés ép marad

A repedés átütött, az erősítés  
elszakadt

### Összegzés

az erősítés teljesíti a vele szemben  
támasztott követelményeket

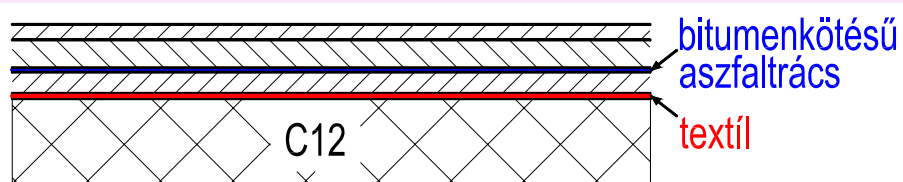
lehorgonyzási hiányosságok  
okozzák

az erősítés túl gyenge volt

**Különböző  
magyarországi  
projekteken végzett  
minőségellenőrzések  
megmutatták, hogy a  
textil hordozórétegű  
rács a C12-es  
betonban keletkezett  
repedések átütését is  
meg tudta  
akadályozni.**



## A megoldás

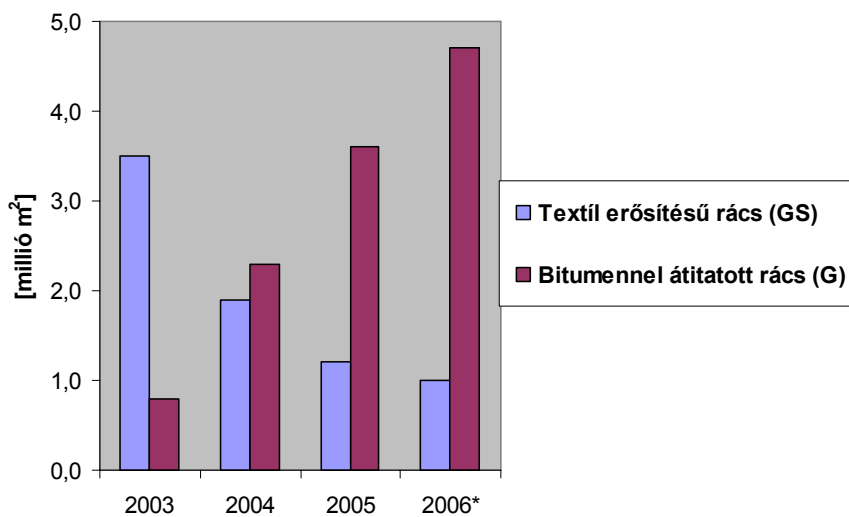


mozgást biztosító támasz és  
más rétegbe helyezett aszfalterősítés

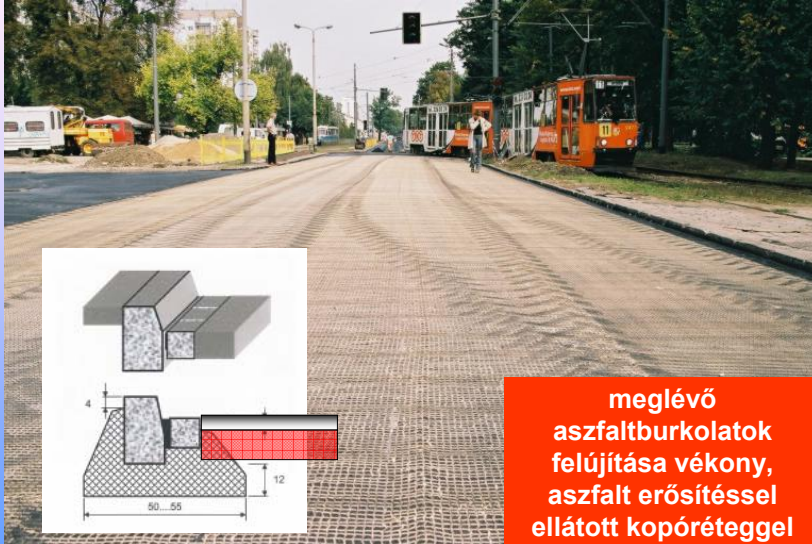
- az aszfaltrács a jó tapadás révén együttműködik a két bitumenes burkolattal
- a textíl elválasztóréteggént működik



## Európai eladások



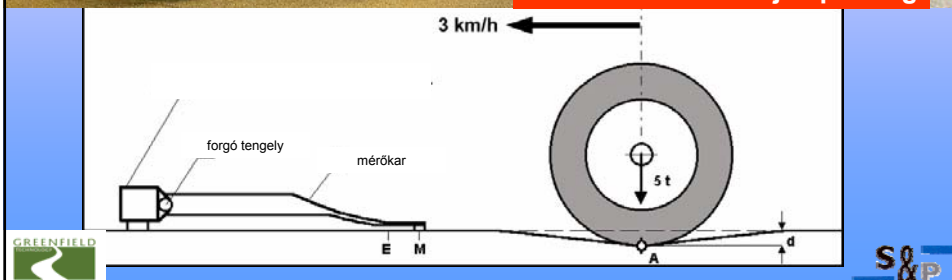
## Nagymodulusú szénszálás erősítések alkalmazása



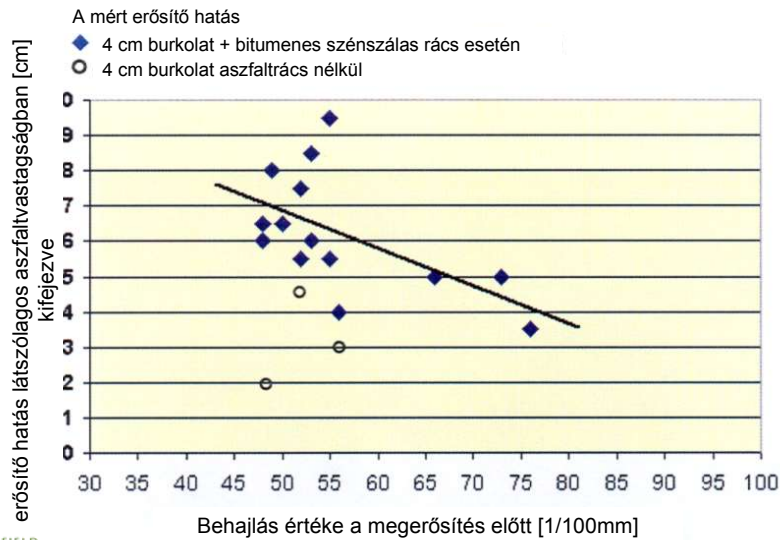
Varsó / PL



## Lakroá kocsival végzett kísérlet *N2P, Hospental >> Andermatt*



## Az S&P Carbophalt-erősítés 3 - 3.5 cm aszfaltburkolat erősítő hatásának felel meg.



## A szénzál erősítésű vékony burkolat előnyei

• az útszerkezet feljavulása	⇒ S&P Carbophalt útszerkezeti egyenértéke kb. 3 cm aszfaltnak felel meg
• rövidebb építési idő	⇒ S&P Carbophalt útszerkezeti egyenértéke kb. 3 cm aszfaltnak felel meg
• lecsökken a felmart aszfalt mennyisége	⇒ a nyersanyagkészletek megóvása
• az aszfaltban ébredő feszültségek csökkenése miatt kevesebb reflexiós és fáradási repedés	⇒ megnövekedett tartósság és kisebb fenntartási költségek

## Végezetül



### A termékek megfelelő felhasználása:

textil	- mozgást biztosító elválasztóréteg (a C12 ill. Ckt / aszfalréteg között)
bitumennel átitatott üvegszálalás rács	- együttdolgozó aszfalterősítés két aszfalréteg között
bitumennel átitatott szénszálalás rács	- aszfalterősítés megújítása vékony, aszfalterősítéssel ellátott kopóréteggel

