

Többet észszel, mint erővel!

Tóth Gergő

Gradex Mérnöki és Szolgáltató Kft.
1034 Budapest, Bécsi út 120. Telefon: +36-1/436-0990
www.gradex.hu

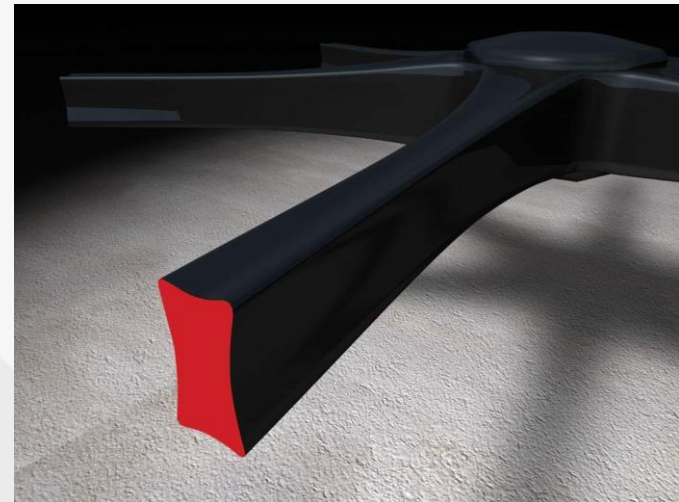
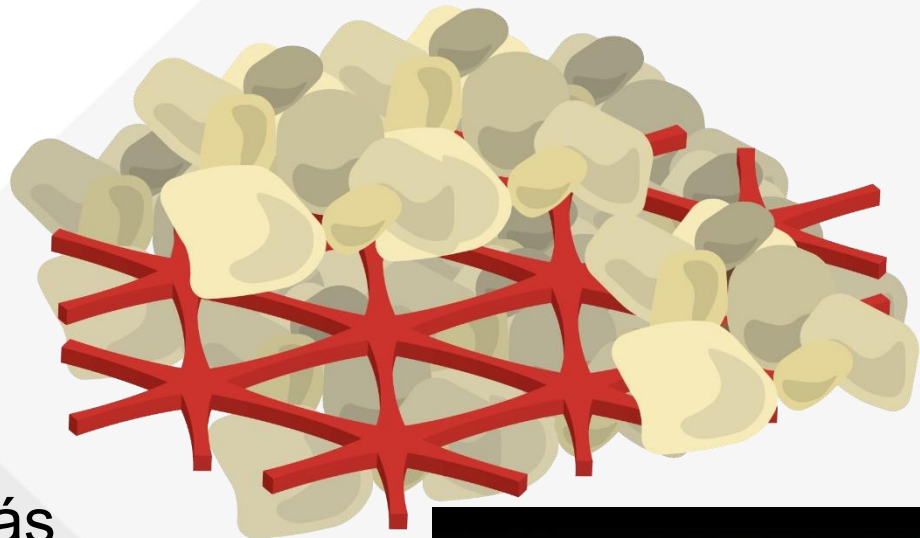
Stabilizáció

- **Mechanikai módszerek (tömörítés, víztelenítés, keverés, georács alkalmazása)**
- Fizikai módszerek (hőmérsékletváltozás, hidratáció...)
- Kémiai módszerek (oxidáció, polimerizáció...)

Stabilizáció

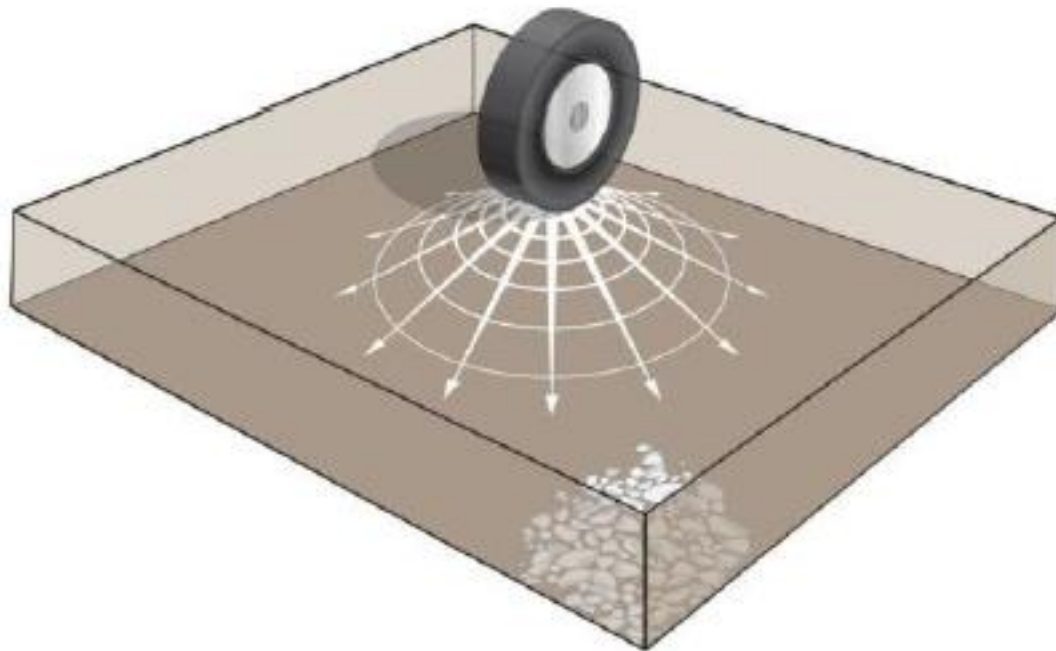
Eddigi tapasztalatok alapján 2002-től fejlesztés

- Nagy merevség
- Nagy csomóponti hatékonyság
- Megfelelő bordakialakítás
- Jól „együttdolgozik” a feltöltés anyagával



Stabilizáció

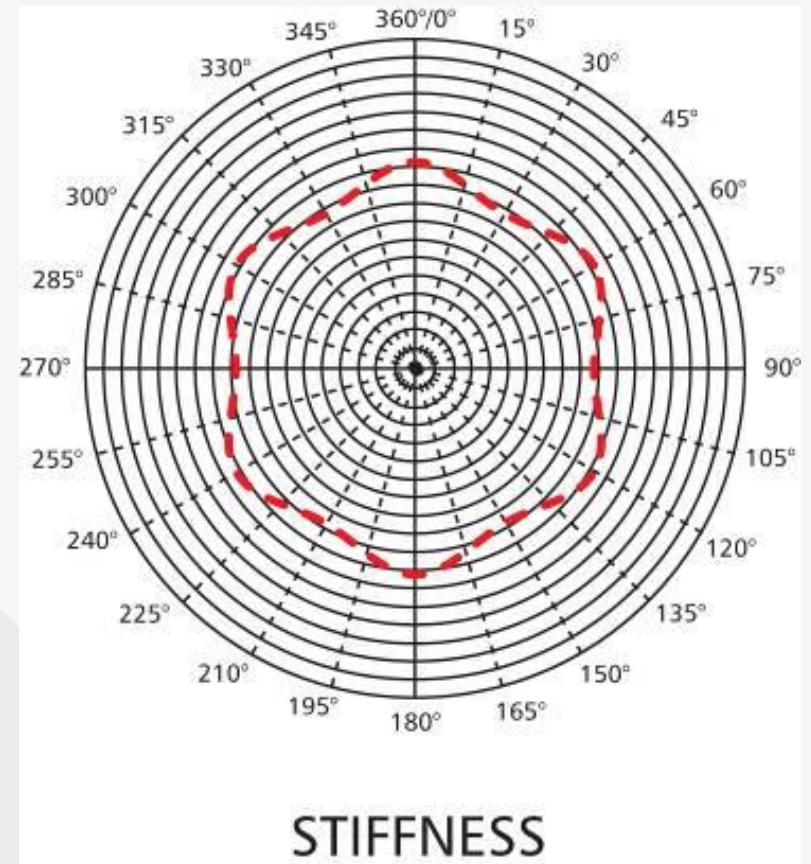
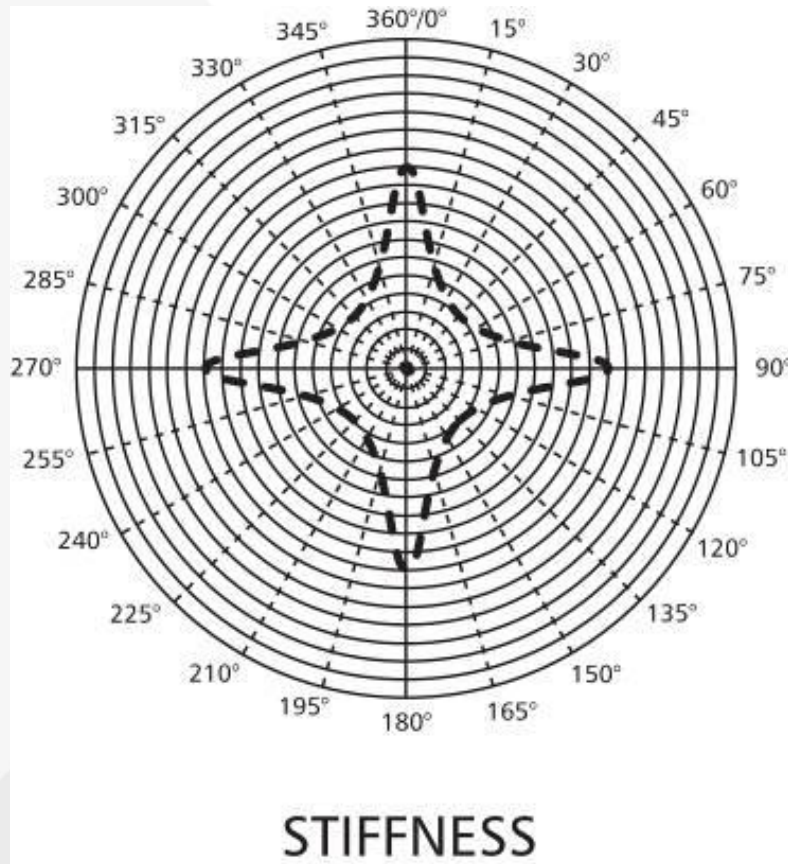
Tehereeloszlás



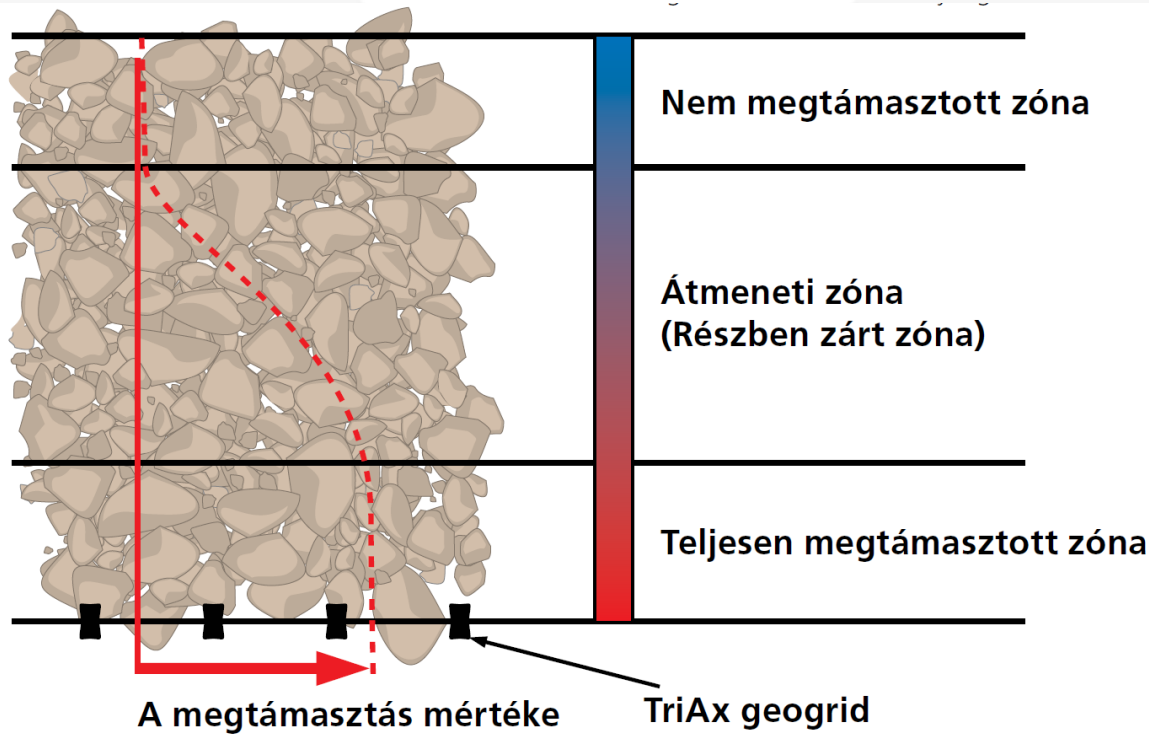
Stabilizáció

Tensar
kétirányú

TriAx™



Stabilizáció



- Helyi jellegű hatás (terhelt területen)
- Alakkal záró kötés és „megfogás”
- Georács: csomópont, nyílásméret, bordák alakja
- Szemcsés réteg: típus, szemcseméret, -alak, tömörség

Stabilizáció

Erősítés

vagy

Stabilizáció



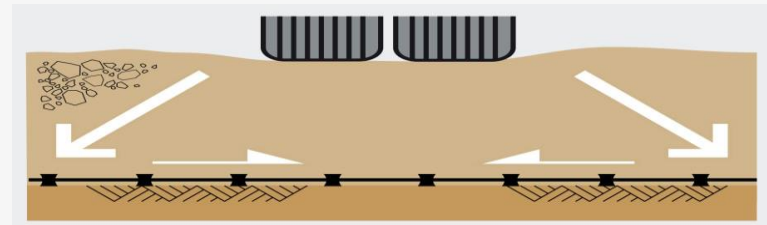
MSZ EN 13249 - Geotextíliák és rokon termékeik. Az utak és más közlekedési területek

Előírt jellemzők:

Húzószilárdság [kN/m]

Nyúlás a legnagyobb erőnél [%]

Vizsgálata: EN ISO 10319



ETA 12/0530 - Kötőanyag nélküli szemcsés rétegeknek a kötőanyag mechanikus kötésével Előírt

jellemzők:

Radiális sz. merevség (0,5%) [kN/m]

Radiális sz. merevségi arány [-]

Csomópont hatékonyság [%]

Hatszög oldaltávolság [mm]

Vizsgálata: EOTA TR041

Stabilizáció

- Deformáció csökkentése – *forgalmi terhelés hatására*
- Teherbírás növelés – *alapozás, munkaplatform*
- Tervezési élettartam növelése – *út, vasúti pályaszerkezetek*
- Stabilizációs réteg vastagságának csökkentése – *gazdaságosság, versenyképesség minden területen*

Stabilizáció

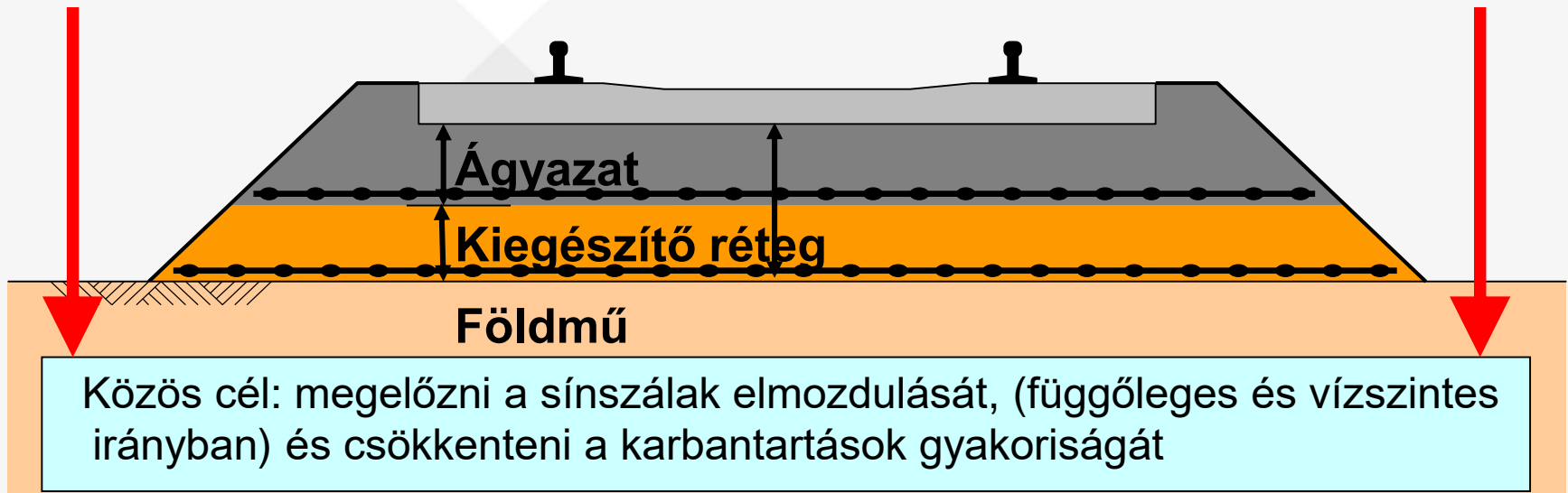
Alkalmazás

Kiegészítő réteg stabilizáció:

Elsődleges funkció a teherbírás növelés

Ágyazat stabilizáció:

Elsődleges funkció az ágyazat kőanyagának stabilizációja



0 teherbírás!!!



160km/h ?

Stabilizáció



Pályafenntartási költségek minimalizálása



Pályafenntartási költségek minimalizálása



18/07/2013

Stabilizáció

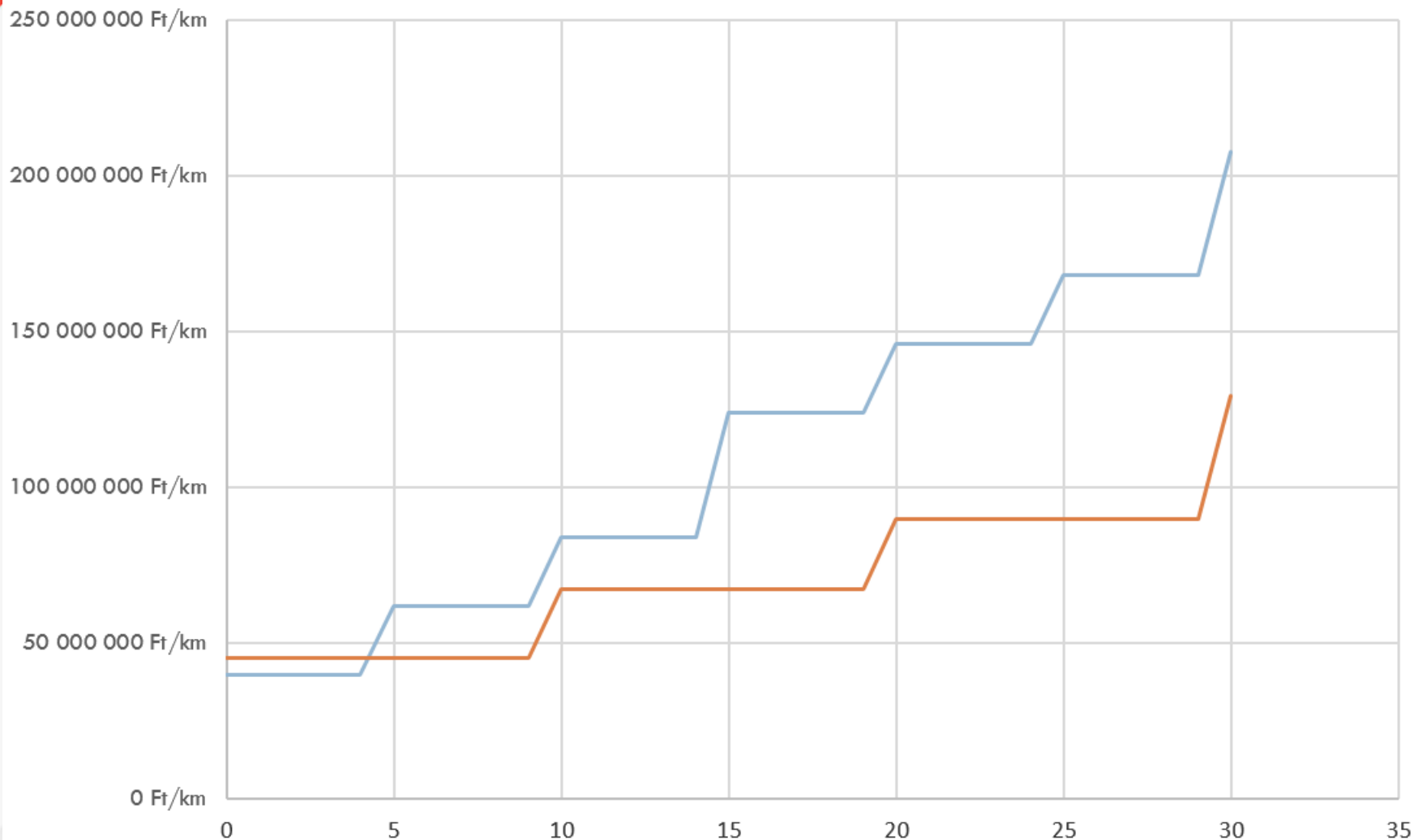
- **Hosszú távon** dinamikus terhelés hatására csak a szemcseszerkezet stabilizálásával lehet biztosított a megfelelő teherbírás.
- A stabilizálást akár kisebb szakítószilárdságú ráccsal is el lehet érni.
- Számít a tömörség, szemcseszerkezet, víztelenítés, teherátadódás, rácsnyílás, borda magasság, vastagság, alak, stb...
- A korszerűség nem az újdonságban, hanem a sok éves fejlesztésben rejlik...

Vasúti ágyazat stabilizációja Triax ráccsal

Feltételezések:

- Hagyományos építés fenntartási költségei:
 - Aláveréses szabályozás 5 évente
 - Géplánc, 60 %-s kőcserével 15 évente
- Triax erősített építés fenntartási költségei:
 - Aláveréses szabályozás 10 évente
 - Géplánc, 60%-s kőcserével 30 évente

Vasúti ágyazat stabilizációja Triax ráccsal



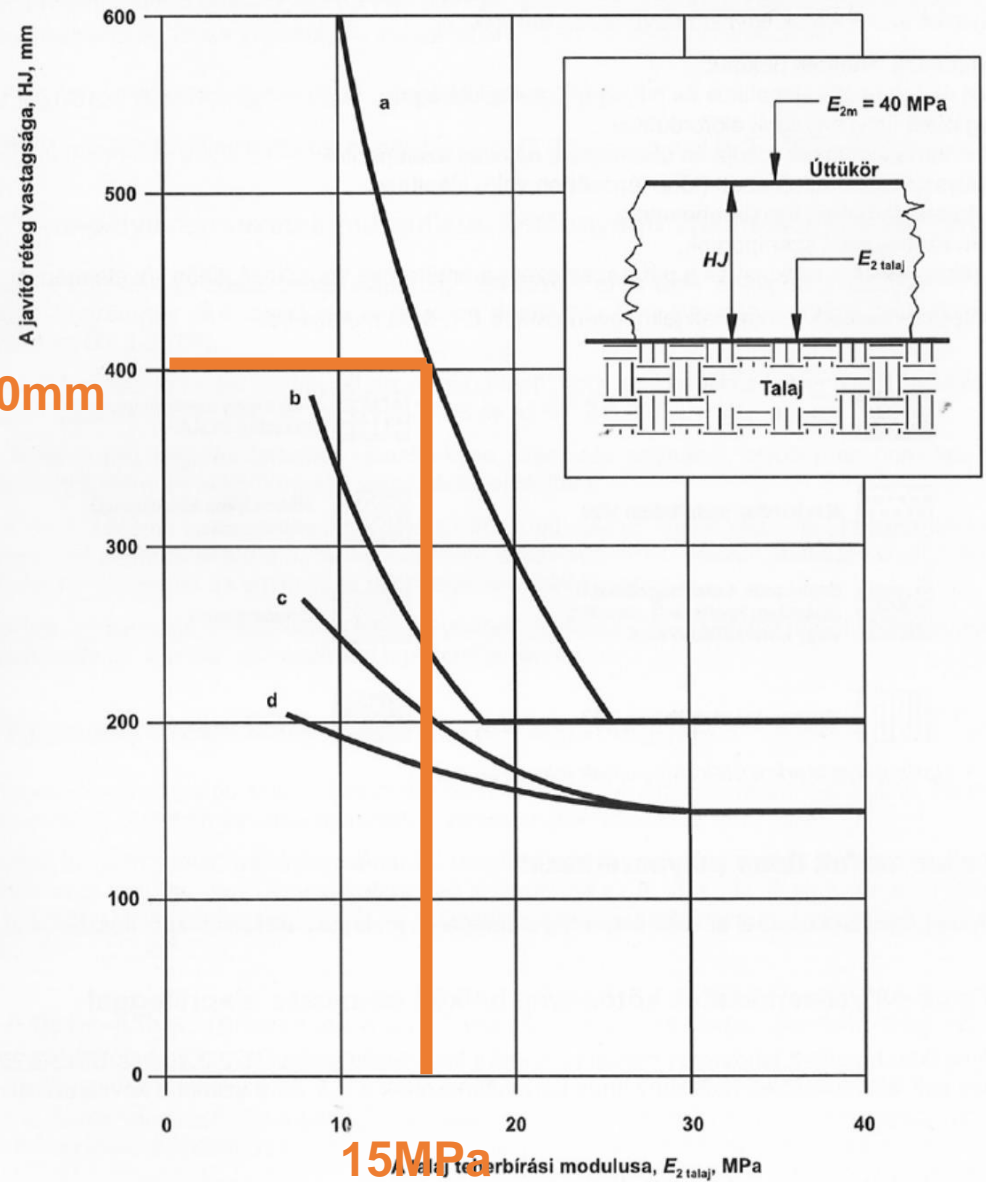
Aszfalt pályaszerkezetek tervezése (e-ÚT 06.03.11-16)

- Ha megfelelőnek minősíthető a teherbírás (40 MPa) a földmű felső részén (a felső 50-100cm-es zónát figyelembe véve) típus-pályaszerkezet tervezhető
- Ha nem megfelelő a teherbírás, javító réteg tervezendő az e-ÚT 06.03.13 és eÚT 06.02.11 alapján
- Mindkét esetben fagyvédelmi méretezés szükséges

Javító réteg (e-ÚT 06.03.13)

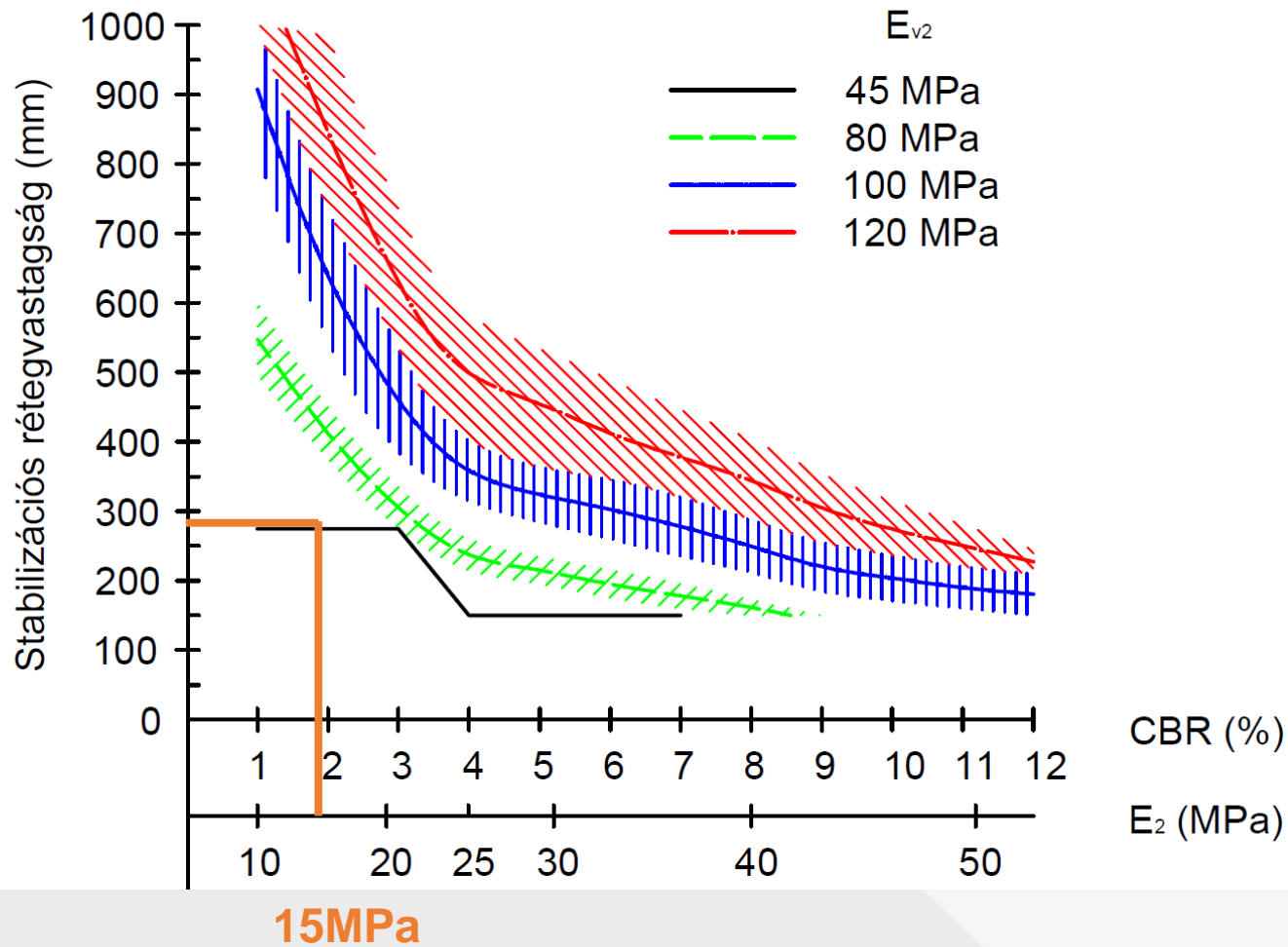
- Útügyi előírás alapján
- Homokos kavicsból

400mm



5.1. ábra – A javítóréteg szükséges vastagságának meghatározása
(a – homokos kavics, M20, fagyálló szemcsés anyag; b – M50, zúzottkő, murva; c – FZKA;
d – hidraulikus kötőanyagú stabilizáció)

Tensor TriAx ráccsal



Számítási mintapéldák

Hidraulikus kötőanyagú stabilizációs alapréteg esetén

e-ÚT 06.03.13 és e-ÚT 06.02.11

és

Program: Tensar Spectra 7.00.07

Szabvány: AASTHO 93'

Fagyvédelem

Minimálisan szükséges feltételezett fagyvédelmi rétegvastagság 70 cm.

Pályaszerkezeti réteg	f
Zúzottkő, mechanikai stabilizáció	1,0
Cementtel stabilizált talaj	1,1
Aszfaltmakadám, cementtel stabilizált homokos kavics	1,2
Beton burkolatalap C12 minőségig	1,3
Betonburkolat C12 minőség felett	1,4
Hengereltaszfalt, öntöttaszfalt	1,5

Egyenértékűségi számítás

A CK_t réteg vastagságát a programban való számításoknál stabilizálatlan szemcsés réteggel helyettesítettük, a következők szerint:

A CK_t-t C_{3/4}-es szilárdsági osztályba soroltuk, így:

Növekedési szorzó: $3,0 / 1,38 = 2,17$
 Ez alapján 200mm-es CK_t réteg
 440mm kötőanyag nélküli zúzottkő
 rétegnek felel meg. Ez a rétegvastagság lett
 a Tensor Spectra programban figyelembe véve.

Material Grouping	Preferred Pavement Base Construction Material		Material Equivalence Factor (MEF)
Hydraulically Bound Mixtures	Material strength	Relevant Standard	
	C _{1.5/2.0}	to BS EN 14227-1	1.74
	C_{3/4}	to BS EN 14227-1	1.38
	C _{5/6}	to BS EN 14227-1	1.16
	C_{8/10}	to BS EN 14227-1	1.00
	C _{12/15}	to BS EN 14227-1	0.87
	C _{16/20}	to BS EN 14227-1	0.79
	C _{20/25}	to BS EN 14227-1	0.74
	C _{1.5/2.0}	to BS EN 14227-2&3	1.74
	C _{3/4}	to BS EN 14227-2&3	1.38
	C _{5/6}	to BS EN 14227-2&3	1.10
	C _{8/12}	to BS EN 14227-2&3	0.95
	C _{12/16}	to BS EN 14227-2&3	0.85
	C _{15/20}	to BS EN 14227-2&3	0.79
	C _{18/24}	to BS EN 14227-2&3	0.76
	C _{21/28}	to BS EN 14227-2&3	0.72
	C _{24/32}	to BS EN 14227-2&3	0.68
	C _{27/36}	to BS EN 14227-2&3	0.63
	Unbound Materials	Crushed rock sub-base material of CBR ≥ 80%	3.00

„E” FORGALMI TERHELÉSI OSZTÁLY

3-10 millió egységtengely (100kN)

Átszámítva: 26 984 726 (80kN)

Altalaj teherbírás: $E_2=13\text{MPa}$ (CBR=1,5%)

Javító réteg (homokos kavics) figyelembe vett

teherbírása $E_{2\text{talaj}}=50\text{MPa}$

Szükséges javítóréteg vastagság $h=40\text{cm}$, az e-ÚT 06.02.11 alapján, a tervezett 40MPa teherbírás eléréséhez a pályaszerkezet alatt.

Fagyvédelem szempontjából szükséges többlet $h_v=70-(15,5*1,5+20*1,2+40*1)=0\text{cm}$

Vízvezetési tényező: $m=1,0$ (jó)

Az eredmény, hogy TriAx rács alkalmazásával a javító rétegben kétszeres élettartam vagy **35mm aszfaltcsökkentés érhető el!**

- 33.000.000,- Ft/km

RÉTEGREND	ÚT 2-1.202	TRIAx
FORGALMI JÁRATSZÁM	27 684 807	34 539 412
ASZFALT KOPÓRÉTEG	40 mm	megtakarítás 35mm
ASZFALT KÖTŐRÉTEG	60 mm	35 mm
ASZFALT ALAPRÉTEG	90 mm	120 mm ALFA-MESH GR-G 100/100
CKT-4 CEMENTSTABILIZÁCIÓ	200 mm	200 mm
HOMOKOS KAVICS FAGYVÉDŐ RÉTEG	400 mm	400 mm TX160
ALTALAJ		$\downarrow 13\text{ MPa}$

„E” FORGALMI TERHELÉSI OSZTÁLY

3-10 millió egységtengely (100kN)

Átszámítva: 26 984 726 (80kN)

Altalaj teherbírás: $E_2=20\text{MPa}$ (CBR=2,82%)

Javító réteg (homokos kavics) figyelembe vett teherbírása $E_{2\text{talaj}}=50\text{MPa}$

Szükséges javítóréteg vastagság $h=35\text{cm}$, az e-ÚT 06.02.11 alapján, a tervezett 40MPa teherbírás eléréséhez a pályaszerkezet alatt.

Fagyvédelem szempontjából szükséges többlet $h_v=70-(14,5*1,5+20*1,2+35*1)=0\text{cm}$

Vízvezetési tényező: $m=1,0$ (jó)

Az eredmény, hogy TriAx rács alkalmazásával a javító rétegben kétszeres élettartam vagy **45mm aszfaltcsökkentés érhető el!**

- 45.000.000,- Ft/km

RÉTEGREND	ÚT 2-1.202	TRIAx
FORGALMI JÁRATSZÁM	93 573 867	98 133 867
ASZFALT KOPÓRÉTEG	40 mm	megtakarítás 45mm
ASZFALT KÖTŐRÉTEG	60 mm	35 mm
ASZFALT ALAPRÉTEG	90 mm	110 mm ALFA-MESH GR-G 100/100
CKT-4 CEMENTSTABILIZÁCIÓ	200 mm	200 mm
HOMOKOS KAVICS FAGYVÉDŐ RÉTEG	350 mm	350 mm TX160
ALTALAJ		

↓ 20 MPa

„E” FORGALMI TERHELÉSI OSZTÁLY

3-10 millió egységtengely (100kN)

Átszámítva: 26 984 726 (80kN)

Altalaj teherbírás: $E_2=30\text{MPa}$ (CBR=5,19%)

Javító réteg (homokos kavics) figyelembe vett teherbírása $E_{2\text{talaj}}=50\text{MPa}$

Szükséges javítóréteg vastagság $h=25\text{cm}$, az e-ÚT 06.02.11 alapján, a tervezett 40MPa teherbírás eléréséhez a pályaszerkezet alatt.

Fagyvédelem szempontjából szükséges többlet $h_v=70-(14,5*1,5+20*1,2+25*1)=0\text{cm}$

Vízvezetési tényező: $m=1,0$ (jó)

Az eredmény, hogy TriAx rács alkalmazásával a javító rétegben kétszeres élettartam vagy **45mm aszfaltcsökkentés érhető el!**

- 45.000.000,- Ft/km

RÉTEGREND	ÚT 2-1.202	TRIAx
FORGALMI JÁRATSZÁM	230 734 936	242 586 835
ASZFALT KOPÓRÉTEG	40 mm	megetakarítás 45mm
ASZFALT KÖTŐRÉTEG	60 mm	35 mm
ASZFALT ALAPRÉTEG	90 mm	110 mm ALFA-MESH GR-G 100/100
CKT-4 CEMENTSTABILIZÁCIÓ	200 mm	200 mm
HOMOKOS KAVICS FAGYVÉDŐ RÉTEG	250 mm	250 mm TX160
ALTALAJ		

↓30 MPa

„K” FORGALMI TERHELÉSI OSZTÁLY

10-30 millió egység tengely (100kN)

Átszámítva: 81 487 384 (80kN)

Altalaj teherbírás: $E_2=13\text{MPa}$ (CBR=1,5%)

Javító réteg (homokos kavics) figyelembe vett

teherbírása $E_{2\text{talaj}}=50\text{MPa}$

Szükséges javítóréteg vastagság $h=50\text{cm}$, az e-ÚT 06.02.11 alapján, a tervezett 40MPa teherbírás eléréséhez a pályaszerkezet alatt.

Fagyvédelem szempontjából szükséges többlet $h_v=70-(18*1,5+20*1,2+50*1)=0\text{cm}$

Vízvezetési tényező: $m=1,0$ (jó)

Az eredmény, hogy TriAx rács alkalmazásával a javító rétegben kétszeres élettartam vagy **50mm aszfaltcsökkentés érhető el!**

- 26.000.000,- Ft/km

RÉTEGREND	ÚT 2-1.202	TRIAX
FORGALMI JÁRATSZÁM	86 255 748	116 428 985
ASZFALT KOPÓRÉTEG	40 mm	megtakarítás 50mm
ASZFALT KÖTŐRÉTEG	70 mm	40 mm
ASZFALT ALAPRÉTEG	120 mm	140 mm ALFA-MESH GR-G 100/100
CKT-4 CEMENTSTABILIZÁCIÓ	200 mm	200 mm
HOMOKOS KAVICS FAGYVÉDŐ RÉTEG	500 mm	TX150 500 mm TX160
ALTALAJ		↓ 13 MPa

„K” FORGALMI TERHELÉSI OSZTÁLY

10-30 millió egység tengely (100kN)

Átszámítva: 81 487 384 (80kN)

Altalaj teherbírás: $E_2=20\text{MPa}$ (CBR=2,82%)

Javító réteg (homokos kavics) figyelembe vett teherbírása $E_{2\text{talaj}}=50\text{MPa}$

Szükséges javítóréteg vastagság $h=40\text{cm}$, az e-ÚT 06.02.11 alapján, a tervezett 40MPa teherbírás eléréséhez a pályaszerkezet alatt.

Fagyvédelem szempontjából szükséges többlet $h_v=70-(18,5*1,5+20*1,2+40*1)=0\text{cm}$

Vízvezetési tényező: $m=1,0$ (jó)

Az eredmény, hogy TriAx rács alkalmazásával a javító rétegben kétszeres élettartam vagy **45mm aszfaltcsökkentés érhető el!**

- 33.000.000,- Ft/km

RÉTEGREND	ÚT 2-1.202	TRIAx
FORGALMI JÁRATSZÁM	192 192 410	204 006 351
ASZFALT KOPÓRÉTEG	40 mm	megtakarítás 45mm
ASZFALT KÖTŐRÉTEG	70 mm	45 mm
ASZFALT ALAPRÉTEG	120 mm	140 mm ALFA-MESH GR-G 100/100
CKT-4 CEMENTSTABILIZÁCIÓ	200 mm	200 mm
HOMOKOS KAVICS FAGYVÉDŐ RÉTEG	400 mm	400 mm TX160
ALTALAJ		$\downarrow 20\text{MPa}$

„K” FORGALMI TERHELÉSI OSZTÁLY

10-30 millió egység tengely (100kN)

Átszámítva: 81 487 384 (80kN)

Altalaj teherbírás: $E_2=30\text{MPa}$ (CBR=5,19%)

Javító réteg (homokos kavics) figyelembe vett teherbírása $E_{2\text{talaj}}=50\text{MPa}$

Szükséges javítóréteg vastagság $h=25\text{cm}$, az e-ÚT 06.02.11 alapján, a tervezett 40MPa teherbírás eléréséhez a pályaszerkezet alatt.

Fagyvédelem szempontjából szükséges többlet $h_v=70-(19*1,5+20*1,2+25*1)=0\text{cm}$

Vízvezetési tényező: $m=1,0$ (jó)

Az eredmény, hogy TriAx rács alkalmazásával a javító rétegben kétszeres élettartam vagy **40mm aszfaltcsökkentés érhető el!**

- 26.000.000,- Ft/km

RÉTEGREND	ÚT 2-1.202	TRIAx
FORGALMI JÁRATSZÁM	390 646 420	406 525 801
ASZFALT KOPÓRÉTEG	40 mm	megtakarítás 40mm
ASZFALT KÖTŐRÉTEG	70 mm	50 mm
ASZFALT ALAPRÉTEG	120 mm	140 mm ALFA-MESH GR-G 100/100
CKT-4 CEMENTSTABILIZÁCIÓ	200 mm	200 mm
HOMOKOS KAVICS FAGYVÉDŐ RÉTEG	250 mm	250 mm TX160
ALTALAJ		

↓ 30 MPa

„R” FORGALMI TERHELÉSI OSZTÁLY

50 millió egység tengely (100kN)

Átszámítva: 136 696 688 (80kN)

Altalaj teherbírás: $E_2=13\text{MPa}$ (CBR=1,5%)

Javító réteg (homokos kavics) figyelembe vett teherbírása $E_{2\text{talaj}}=50\text{MPa}$

Szükséges javítóréteg vastagság $h=50\text{cm}$, az e-ÚT 06.02.11 alapján, a tervezett 40MPa teherbírás eléréséhez a pályaszerkezet alatt.

Fagyvédelem szempontjából szükséges többlet $h_v=70-(18*1,5+20*1,2+50*1)=0\text{cm}$

Vízvezetési tényező: $m=1,0$ (jó)

Az eredmény, hogy TriAx rács alkalmazásával a javító rétegben kétszeres élettartam vagy **50mm aszfaltcsökkentés érhető el!**

- 30.000.000,- Ft/km

RÉTEGREND	ÚT 2-1.202	TRIAx
FORGALMI JÁRATSZÁM	97 413 627	169 018 348
ASZFALT KOPÓRÉTEG	50 mm	megetakarítás 50mm
ASZFALT KÖTŐRÉTEG	100 mm	50 mm
		70 mm
ASZFALT ALAPRÉTEG	120 mm	100 mm
		ALFA-MESH GR-G 100/100
CKT-4 CEMENTSTABILIZÁCIÓ	200 mm	200 mm
HOMOKOS KAVICS FAGYVÉDŐ RÉTEG	500 mm	TX150
		TX160
ALTALAJ		↓ 13 MPa

„R” FORGALMI TERHELÉSI OSZTÁLY

50 millió egységtengely (100kN)

Átszámítva: 136 696 688 (80kN)

Altalaj teherbírás: $E_2=20\text{MPa}$ (CBR=2,82%)

Javító réteg (homokos kavics) figyelembe vett teherbírása $E_{2\text{talaj}}=50\text{MPa}$

Szükséges javítóréteg vastagság $h=40\text{cm}$, az e-ÚT 06.02.11 alapján, a tervezett 40MPa teherbírás eléréséhez a pályaszerkezet alatt.

Fagyvédelem szempontjából szükséges többlet $h_v=70-(18,5*1,5+20*1,2+40*1)=0\text{cm}$

Vízvezetési tényező: $m=1,0$ (jó)

Az eredmény, hogy TriAx rács alkalmazásával a javító rétegben kétszeres élettartam vagy **45mm aszfaltcsökkentés érhető el!**

- 32.000.000,- Ft/km

RÉTEGREND	ÚT 2-1.202	TRIAx
FORGALMI JÁRATSZÁM	278 150 015	287 409 921
ASZFALT KOPÓRÉTEG	50 mm	megtakarítás 45mm
ASZFALT KÖTŐRÉTEG	100 mm	50 mm
		75 mm
ASZFALT ALAPRÉTEG	120 mm	100 mm
		ALFA-MESH GR-G 100/100
CKT-4 CEMENTSTABILIZÁCIÓ	200 mm	200 mm
HOMOKOS KAVICS FAGYVÉDŐ RÉTEG	400 mm	400 mm
		TX160
ALTALAJ		

↓ 20 MPa

„R” FORGALMI TERHELÉSI OSZTÁLY

50 millió egység tengely (100kN)

Átszámítva: 136 696 688 (80kN)

Altalaj teherbírás: $E_2=30\text{MPa}$ (CBR=5,19%)

Javító réteg (homokos kavics) figyelembe vett teherbírása $E_{2\text{talaj}}=50\text{MPa}$

Szükséges javítóréteg vastagság $h=25\text{cm}$, az e-ÚT 06.02.11 alapján, a tervezett 40MPa teherbírás eléréséhez a pályaszerkezet alatt.

Fagyvédelem szempontjából szükséges többlet $h_v=70-(19*1,5+20*1,2+25*1)=0\text{cm}$

Vízvezetési tényező: $m=1,0$ (jó)

Az eredmény, hogy TriAx rács alkalmazásával a javító rétegben kétszeres élettartam vagy **40mm aszfaltcsökkentés érhető el!**

- 38.000.000,- Ft/km

RÉTEGREND	ÚT 2-1.202	TRIAx
FORGALMI JÁRATSZÁM	592 604 196	595 057 455
ASZFALT KOPÓRÉTEG	50 mm	megtakarítás 40mm
ASZFALT KÖTŐRÉTEG	100 mm	50 mm
		80 mm
ASZFALT ALAPRÉTEG	120 mm	100 mm
		ALFA-MESH GR-G 100/100
CKT-4 CEMENTSTABILIZÁCIÓ	200 mm	200 mm
HOMOKOS KAVICS FAGYVÉDŐ RÉTEG	250 mm	250 mm
		TX160
ALTALAJ		

↓ 30 MPa

Számítási mintapéldák

Kötőanyag nélküli szemcsés alapréteg esetén

e-ÚT 06.03.13 és e-ÚT 06.02.11

és

Program: Tensar Spectra 7.00.07

Szabvány: AASTHO 93'

„D” FORGALMI TERHELÉSI OSZTÁLY

1-3 millió egységtengely (100kN)

Átszámítva: 7 646 953 (80kN)

Altalaj teherbírás: $E_2=40\text{MPa}$

Vízvezetési tényező: $m=0,8$ (megfelelő)

Az eredmény, hogy TriAx rács alkalmazásával a javító rétegben kétszeres élettartam vagy **35mm aszfaltcsökkentés érhető el!**

RÉTEGREND	ÚT 2-1.202	TRIAX
FORGALMI JÁRATSZÁM	10 722 190	11 781 975
ASZFALT KOPÓRÉTEG	50 mm	meztakarítás 35 mm
ASZFALT KÖTŐRÉTEG	60 mm	40 mm
ASZFALT ALAPRÉTEG	70 mm	45 mm
		50 mm
FOLYTONOS SZEMMEGOSZLÁSÚ ZÚZOTTKŐ - FZKA	200 mm	200 mm
		TX170
ALTALAJ		

↓ 40 MPa

- 34.000.000,- Ft/km

„E” FORGALMI TERHELÉSI OSZTÁLY

3-10 millió egységtengely (100kN)

Átszámítva: 25 305 810 (80kN)

Altalaj teherbírás: $E_2=40\text{MPa}$

Vízvezetési tényező: $m=0,8$ (megfelelő)

Az eredmény, hogy TriAx rács alkalmazásával a javító rétegben kétszeres élettartam vagy **45mm aszfaltcsökkentés** érhető el!

RÉTEGREND	ÚT 2-1.202	TRIAx
FORGALMI JÁRATSZÁM	31 557 852	34 435 137
ASZFALT KOPÓRÉTEG	50 mm	megtakarítás 45 mm
ASZFALT KÖTŐRÉTEG	60 mm	40 mm
ASZFALT ALAPRÉTEG	110 mm	60 mm
		75 mm
FOLYTONOS SZEMMEGOSZLÁSÚ ZÚZOTTKŐ - FZKA	200 mm	200 mm
ALTALAJ		TX170

↓ 40 MPa

- 32.000.000,- Ft/km

„K” FORGALMI TERHELÉSI OSZTÁLY

10-30 millió egység tengely (100kN)

Átszámítva: 76 469 536 (80kN)

Altalaj teherbírás: $E_2=40\text{MPa}$

Vízvezetési tényező: $m=1$ (jó)

Az eredmény, hogy TriAx rács alkalmazásával a javító rétegben kétszeres élettartam vagy **55mm aszfaltcsökkentés érhető el!**

RÉTEGREND	ÚT 2-1.202	TRIAx
FORGALMI JÁRATSZÁM	91 770 284	103 595 052
ASZFALT KOPÓRÉTEG	50 mm	megtakarítás 55 mm
ASZFALT KÖTŐRÉTEG	80 mm	35 mm 70 mm
ASZFALT ALAPRÉTEG	120 mm	90 mm
FOLYTONOS SZEMMEGOSZLÁSÚ ZÚZOTTKŐ - FZKA	200 mm	200 mm TX170
ALTALAJ		

↓ 40 MPa

- 46.000.000,- Ft/km

TRIAX[®] = Azonnali és hosszútávú megtakarítás

