

# HIDEG ÚJRAHASZNOSÍTÁSI ELJÁRÁSOK



- 1. A hideg remix eljárás fajtái**
- 2. Történeti áttekintés**
- 3. A gépek bemutatása**
- 4. Előkészítés, állapotfelvétel**
- 5. Méretezés**
- 6. Alapanyagok**
- 7. Technológiai tervezés**
- 8. Kivitelezés**
- 9. Minősítés**
- 10. Alkalmazási példák**

## Helyszíni



Újrahasznosítás a helyszínen

**e-UT 05.02.52**  
**(ÚT 2-3.707:2008)**

## Mobil telepi




Újrahasznosítás keverőtelepen

**e-UT 05.02.53**  
**(ÚT 2-3.708:2009)**

**1980–tól az USA-ban  
California és Arizona államokban  
80-as évek közepe: Oregon, New Mexico,  
Montana**

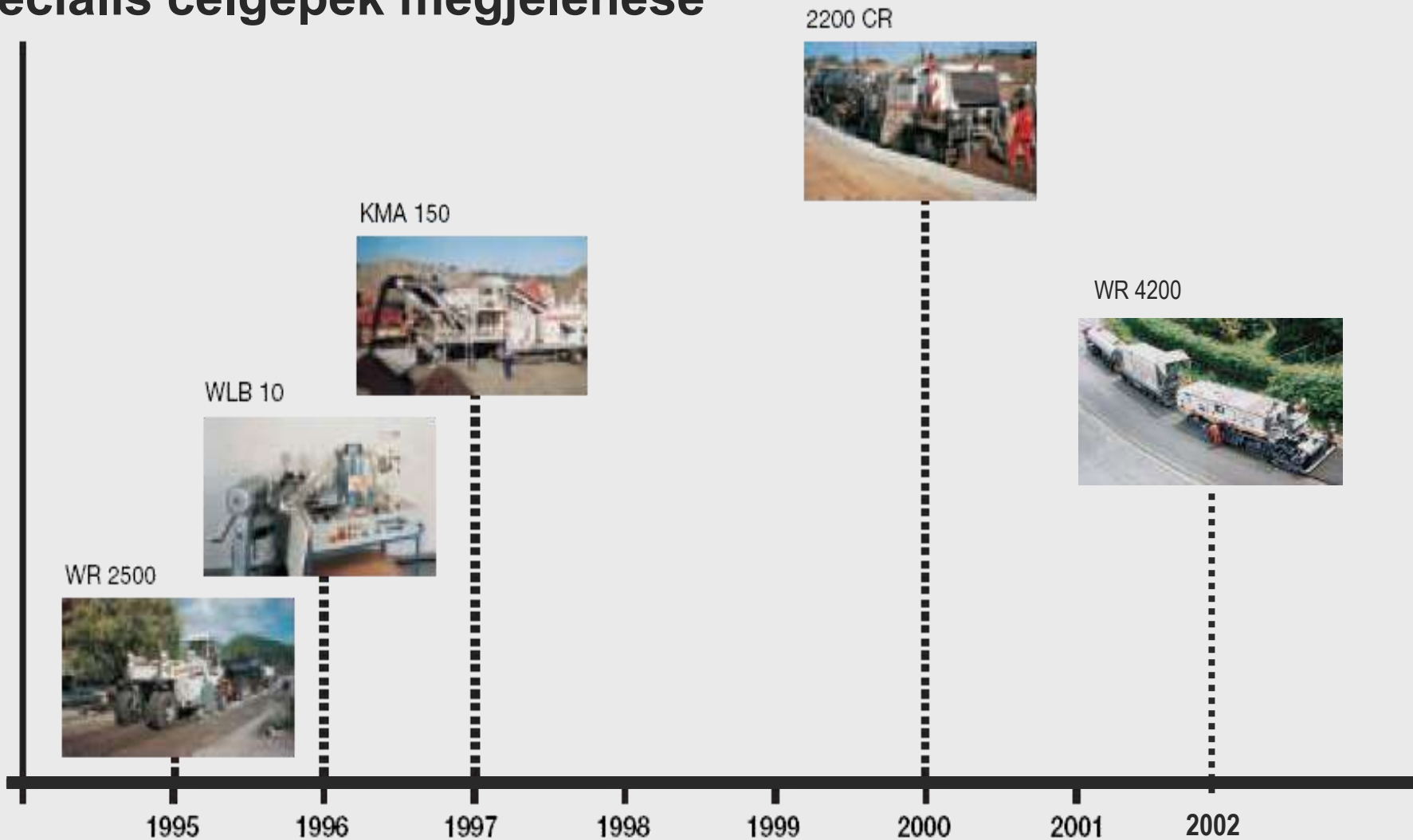


# AZ ELSŐ REMIX „VONAT”

 Inreco Hungary Kft.



## Speciális célgépek megjelenése



## **1. 1997-ben: 86 út 3+347 – 5+500 kmsz.**

**4 cm zúzottkő kiegészítés**

**20 cm burkolat felmarás**

**CRX vastagság = 24 cm**

**3,0 % cement + 2,0 % bitumen kötőanyag**

## **2. 1999-ben: 1101 út 2+510 – 7+455 kmsz.**

**5 cm zúzottkő kiegészítés**

**20 cm burkolat felmarás**

**CRX vastagság = 25 cm**

**3,0 % cement + 3,0 % bitumen kötőanyag**





# A HELYSZÍNI CRX GÉPEI



## WR 2000/2400

Munkaszélesség:  
2,0/2,4 m

Marási mélység:  
50 cm



**HAMM RACO 250**

Munkaszélesség: 2,5 m

Marási mélység: 50 cm



**WR 2500/S/SK**

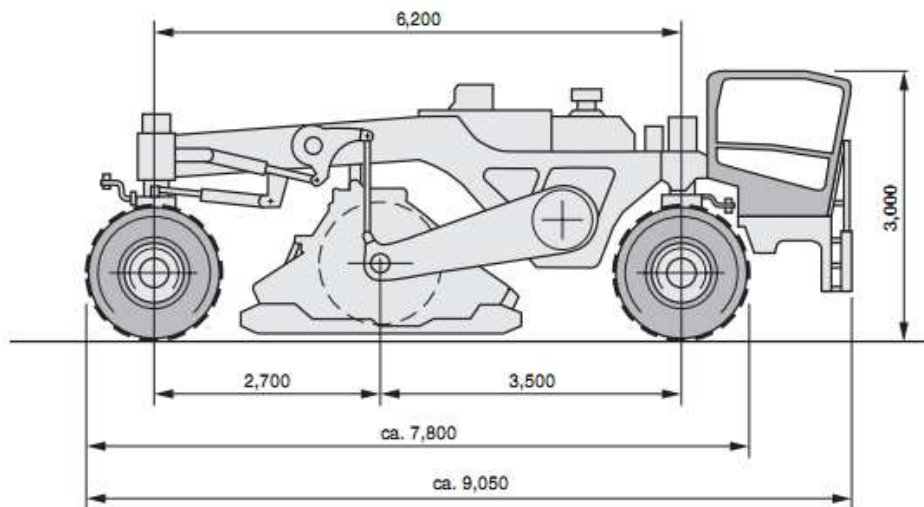
Munkaszélesség: 2,5 m

Marási mélység: 50 cm

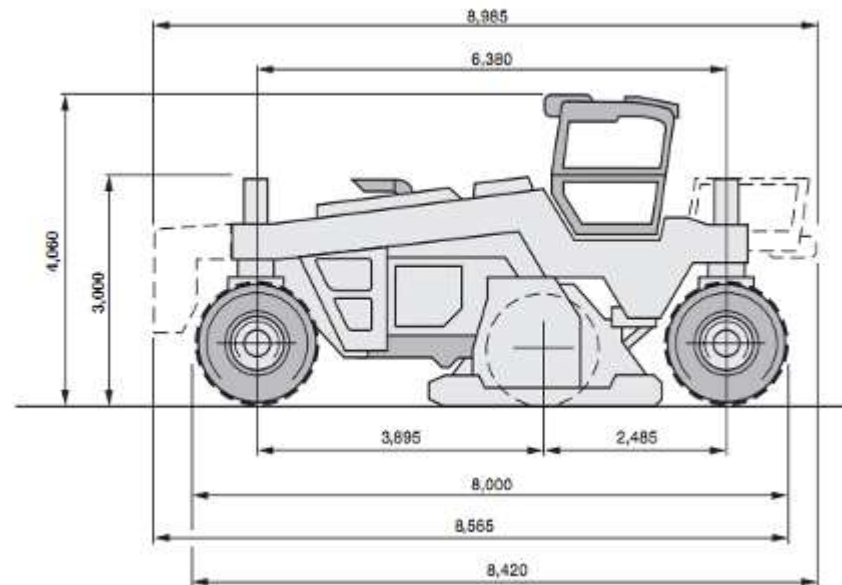
# A HELYSZÍNI CRX GÉPEI



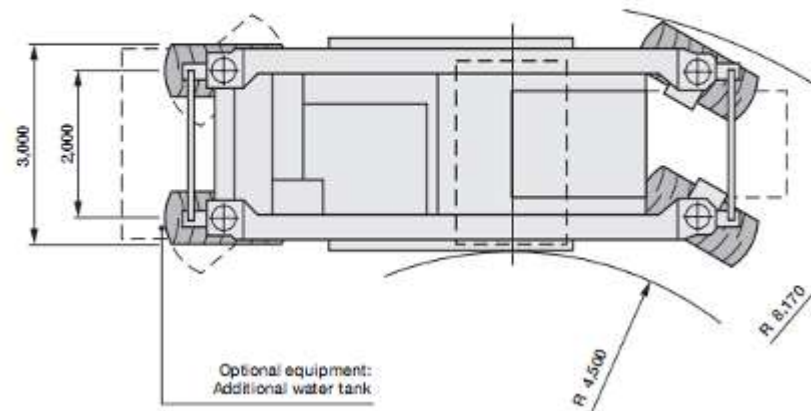
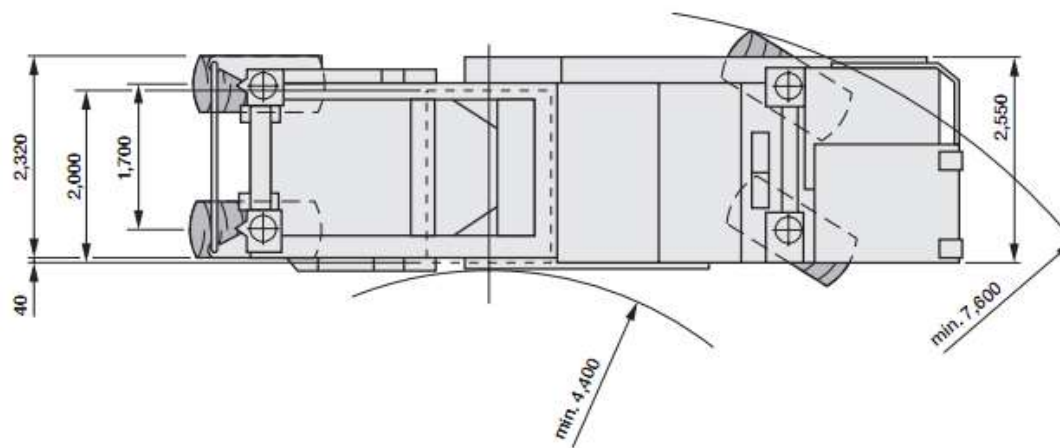
# WR 2000/2500 FŐBB MÉRETEI



Üzemi súly: 25 to



Üzemi súly: 33 to



# MARÓEGYSÉG (WR 2500)

**Tüsketáv: 30 mm,**

**Darabszám: 224**

**Átmérő: 1,5 m**

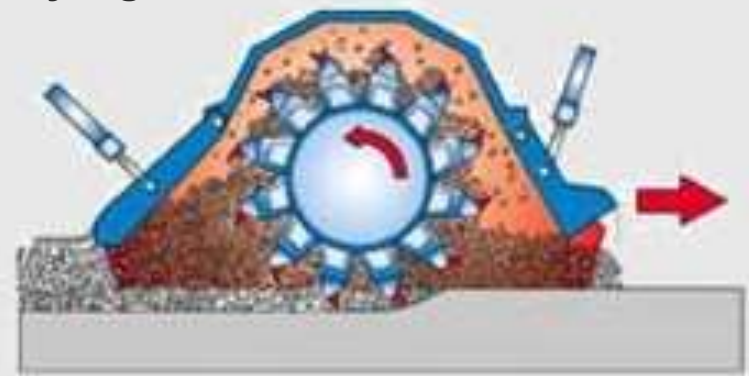
**Fordulatszám: 0 – 200 /perc**



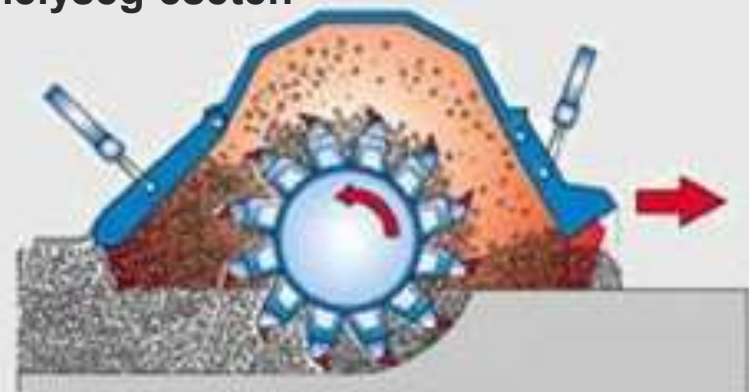
## Automatikusan változó méretű keverőtér



Kis keverőtér kisebb munkamélység esetén

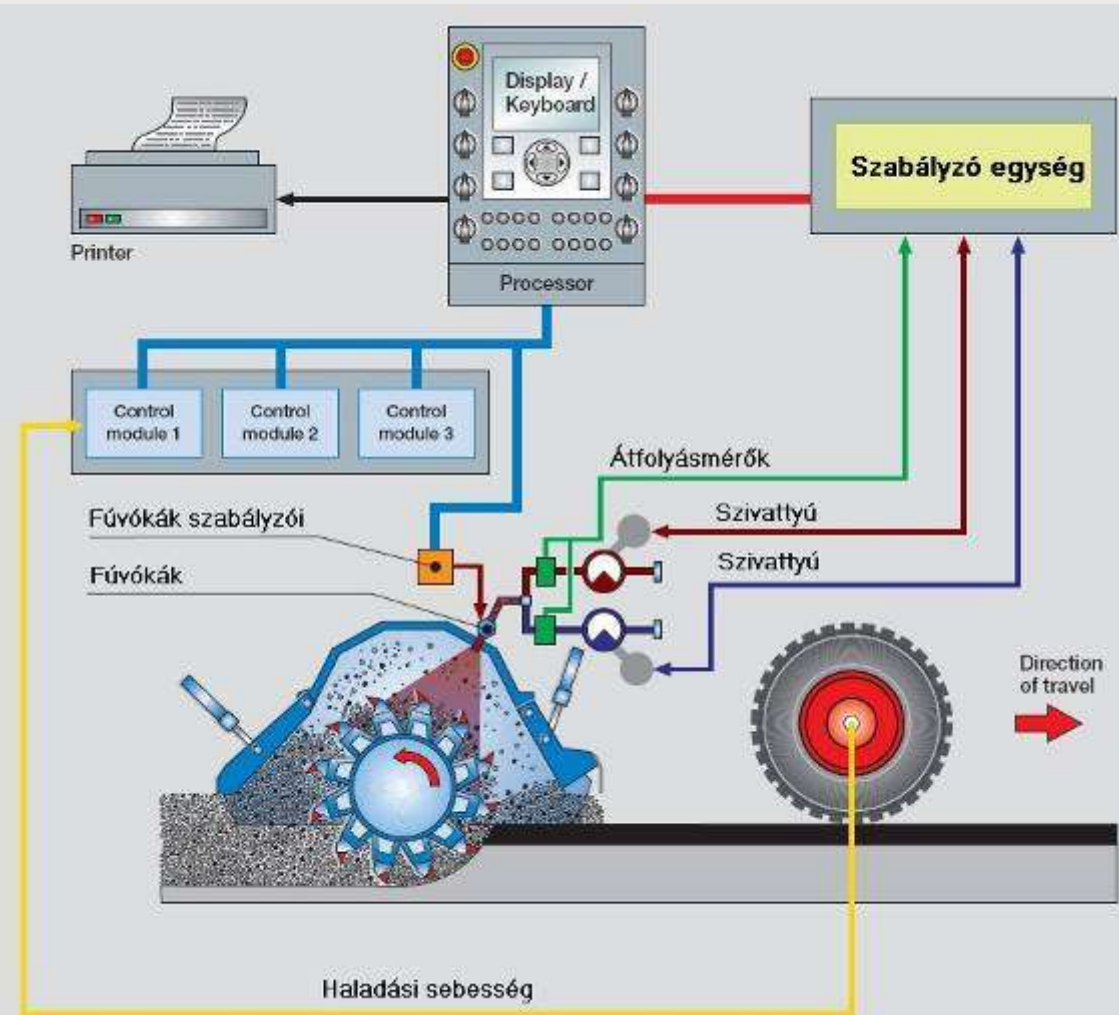


Nagy keverőtér nagyobb munkamélység esetén



Folyamatirány

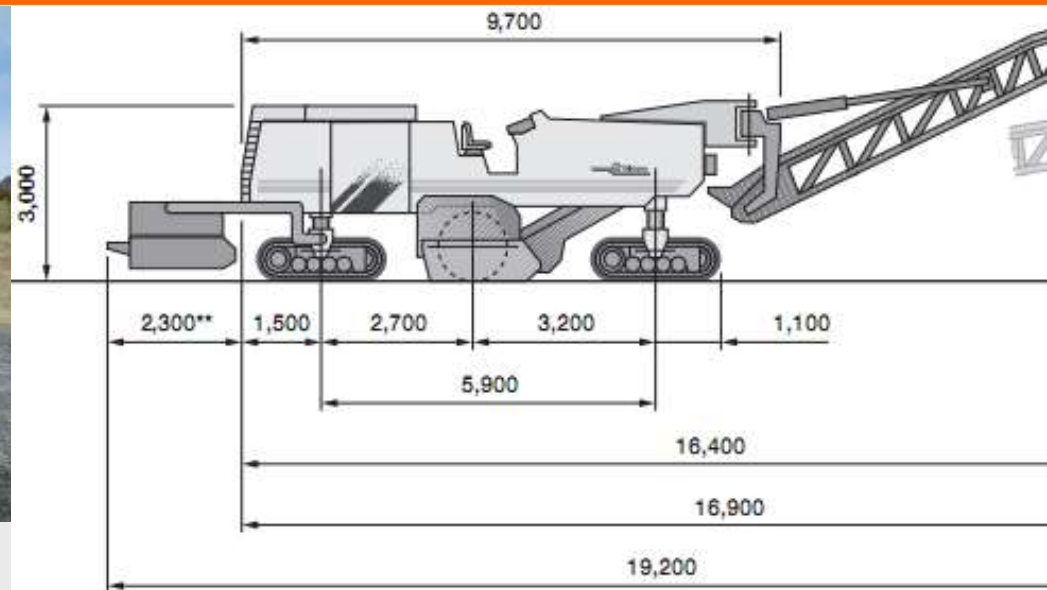
## Folyékony kötőanyagok keverőtérbe juttatása



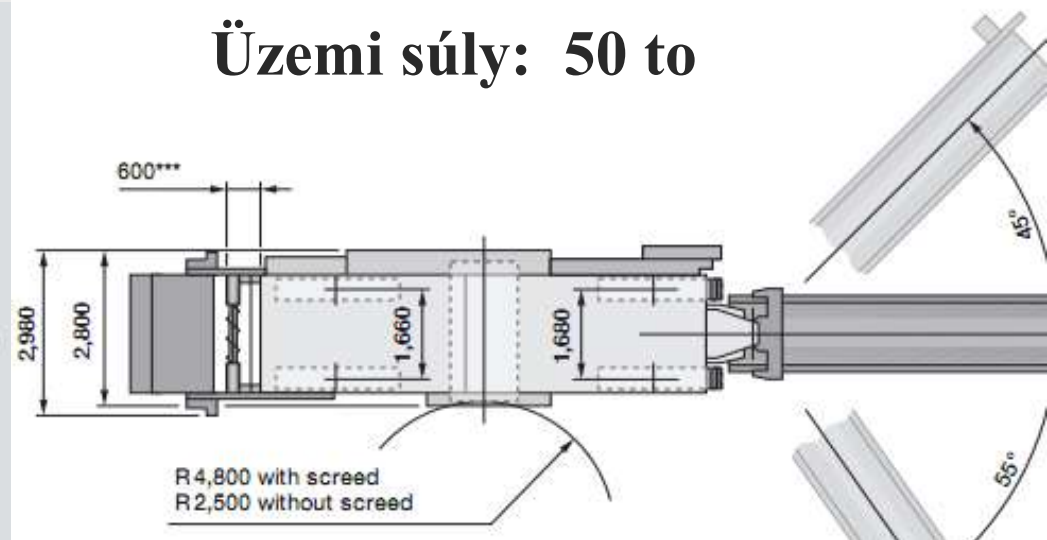
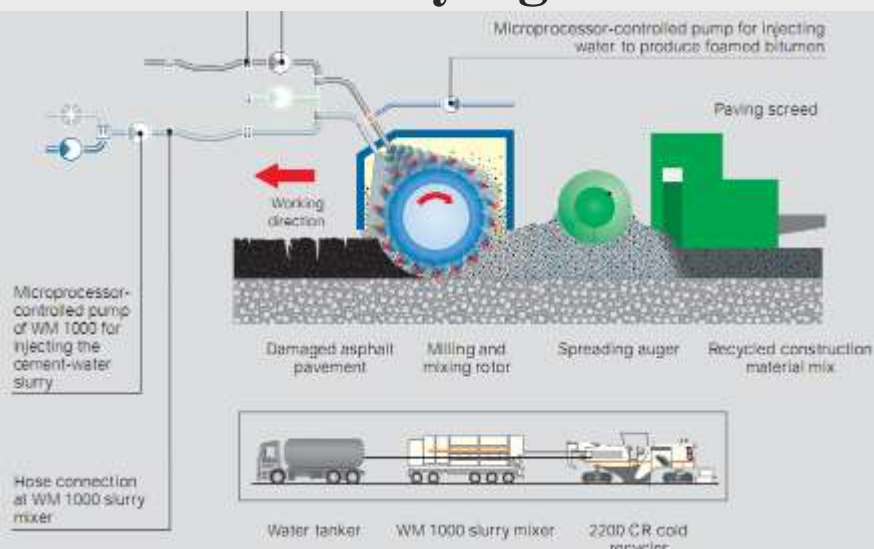
# CR 2200 FŐBB JELLEMZŐI



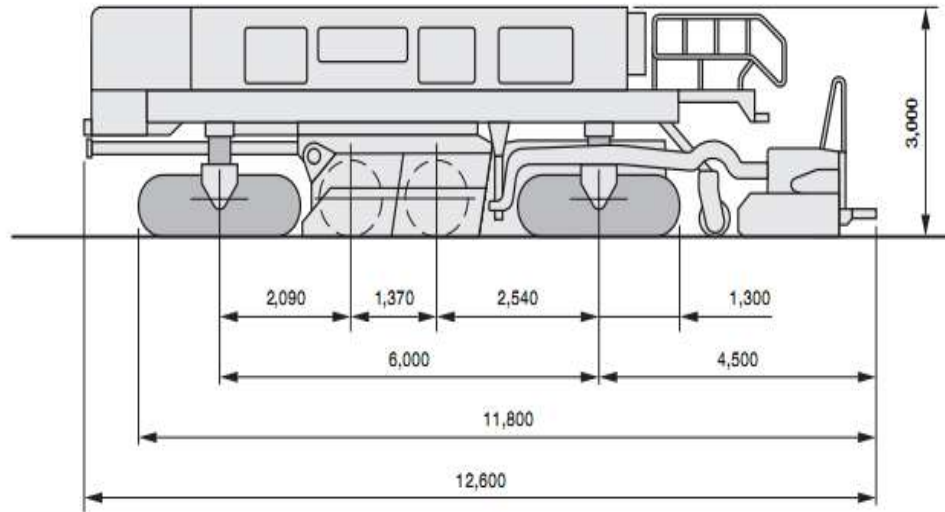
Marási mélység: 25 cm



Üzemi súly: 50 to

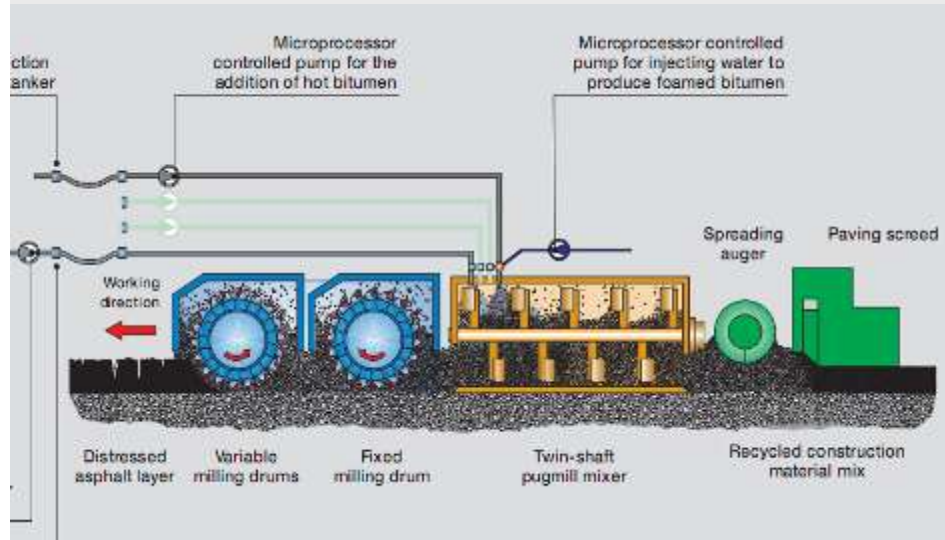
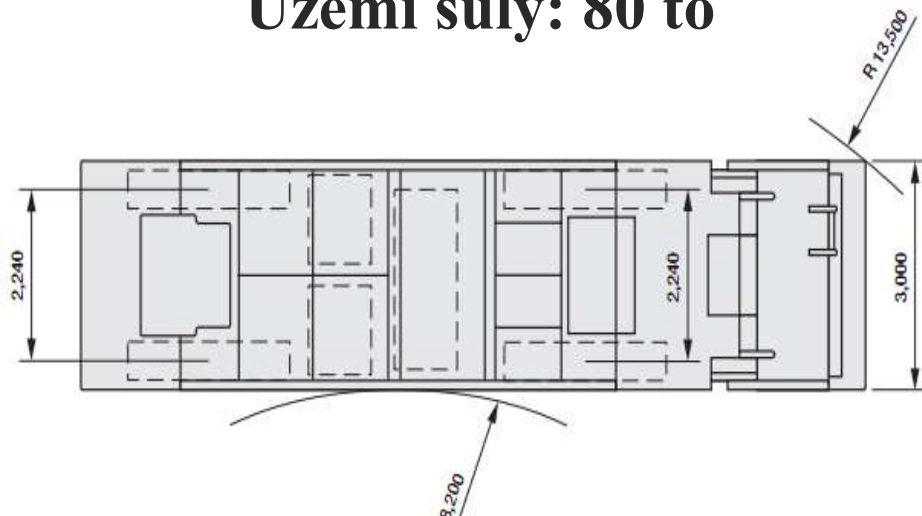


# WR 4200 FŐBB JELLEMZŐI



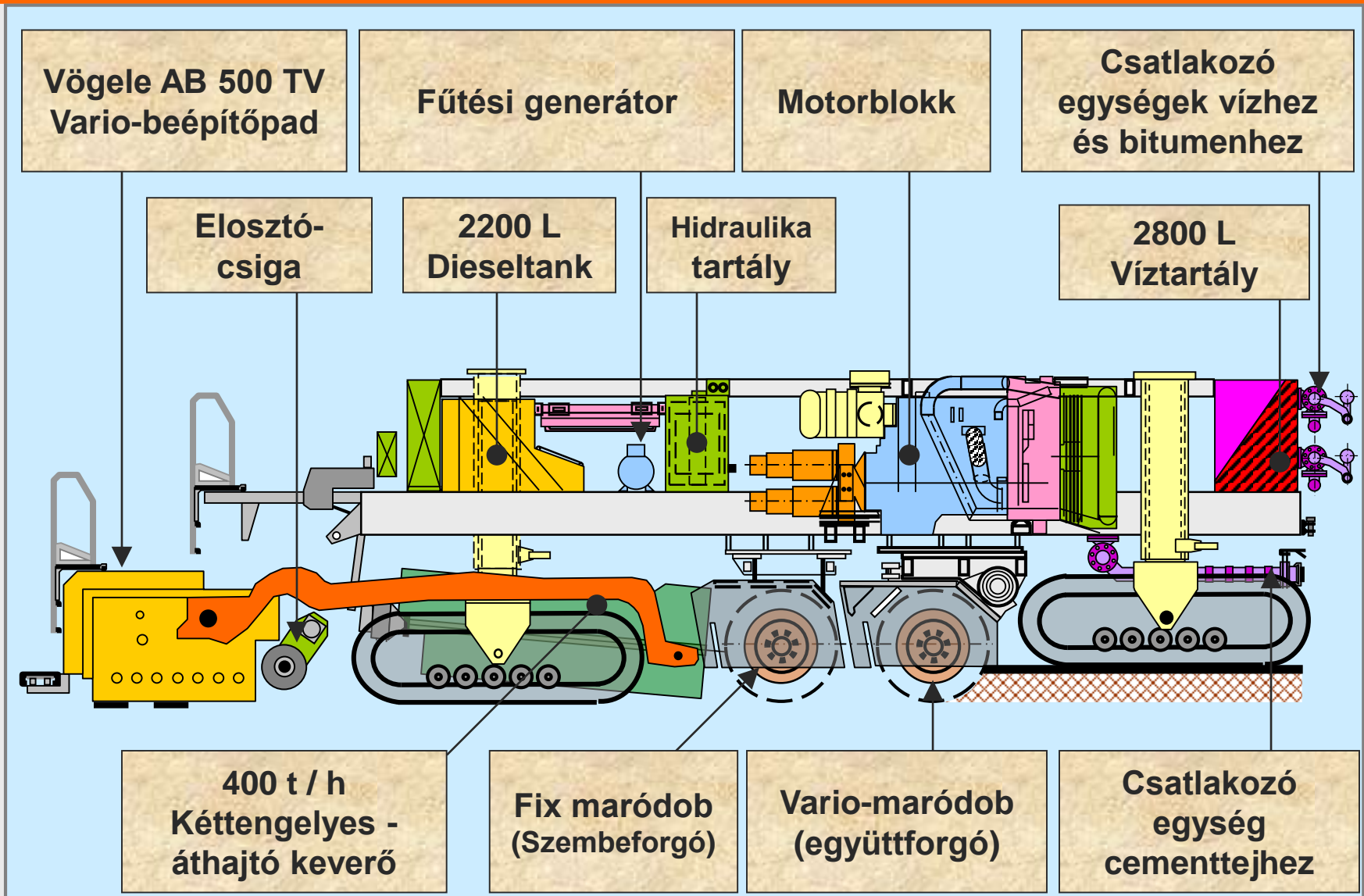
Marási mélység: 20 cm

Üzemi súly: 80 to

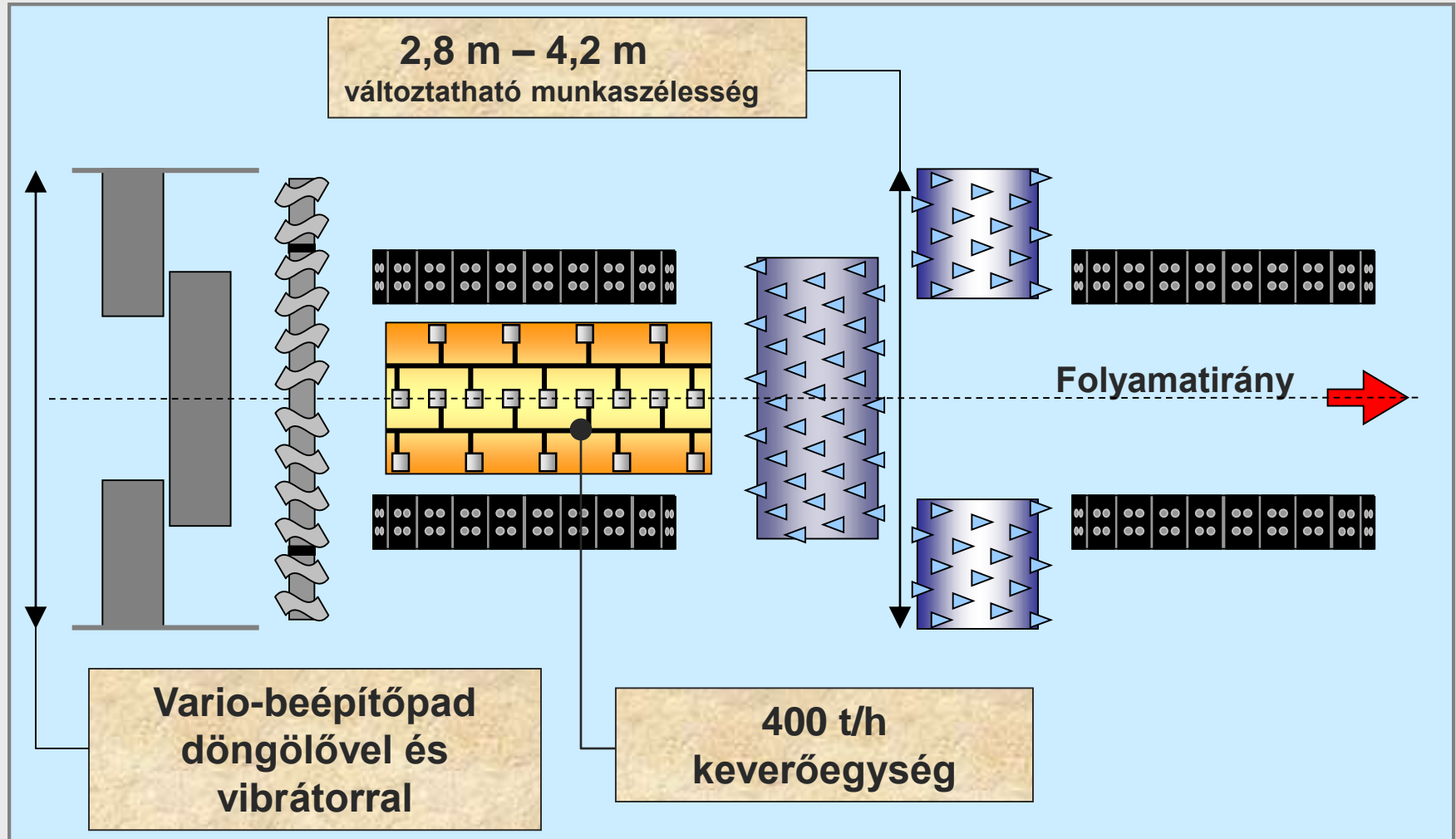




# WR 4200 FŐBB JELLEMZŐI

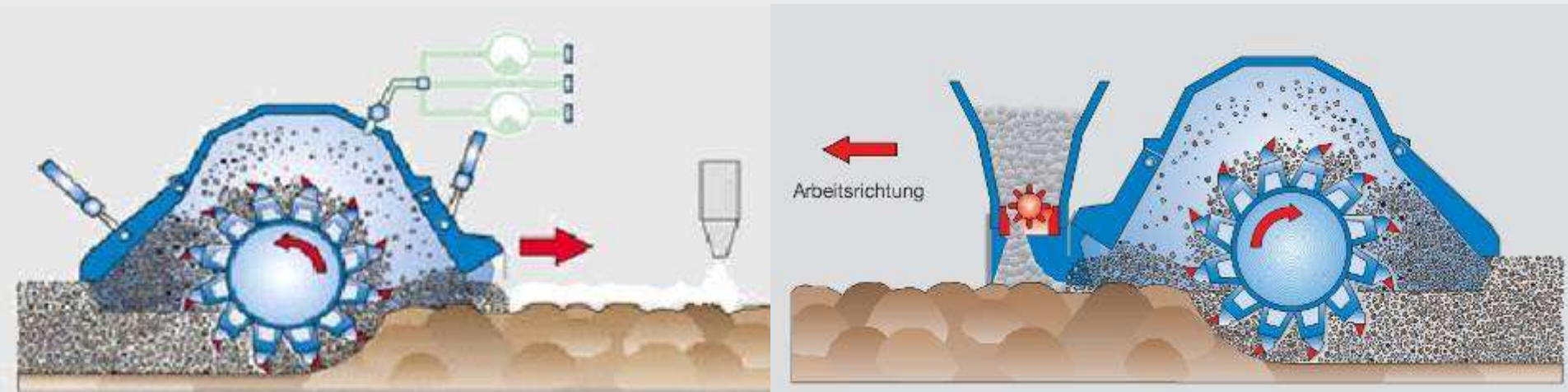


# WR 4200 FŐBB JELLEMZŐI



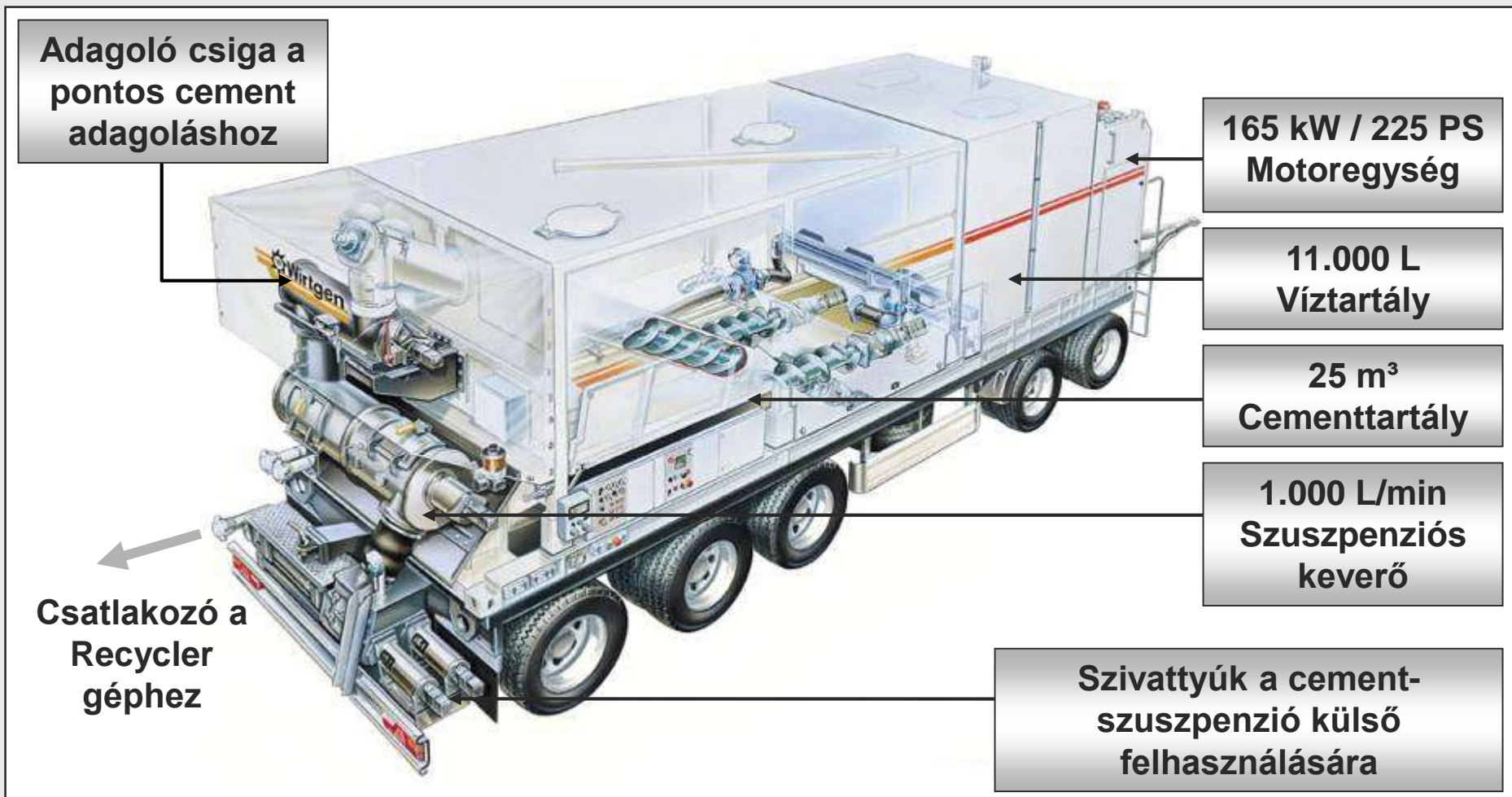


## Por alakú kötőanyagok keverőtérbe juttatása





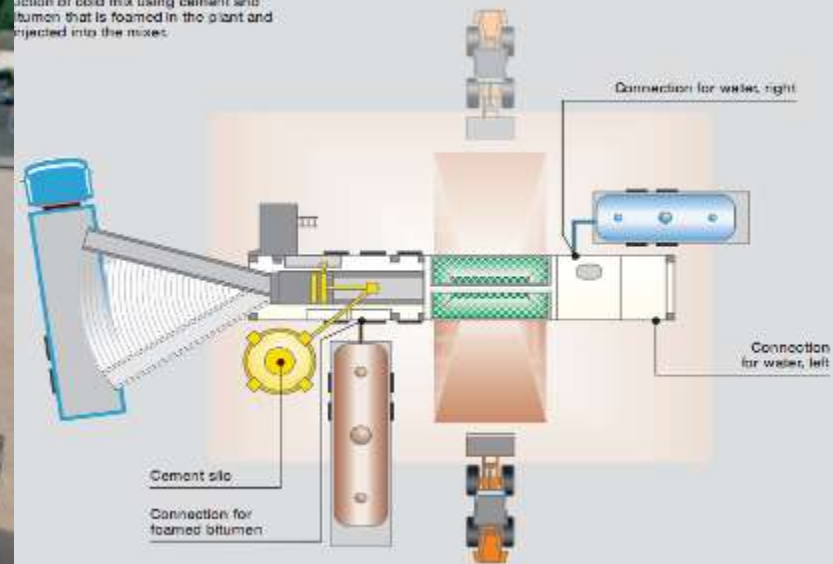
**WM1000 cement-szuspenziós helyszíni keverő egység**



**A mobil cement-szuszpenziós keverő berendezés sematikus ábrázolása**



action of cold mix using cement and bitumen that is foamed in the plant and injected into the mixer.



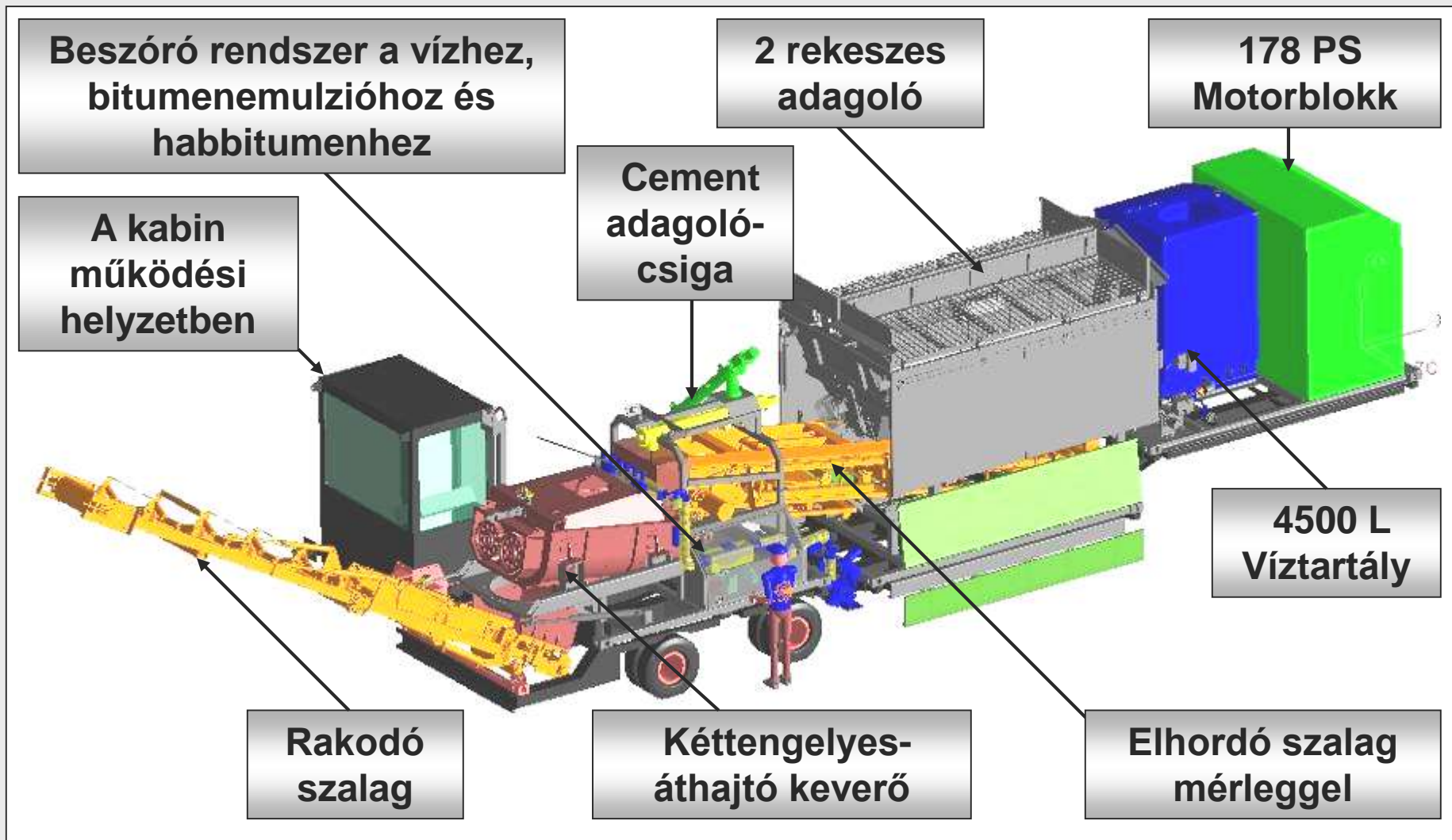
## KMA 220

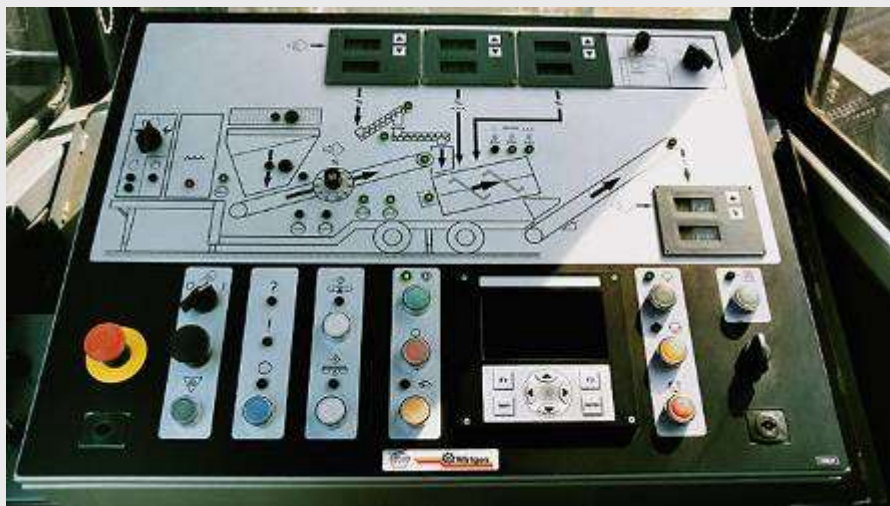
**220 t/ó teljesítmény**  
**Szállítási súly: 30 to**

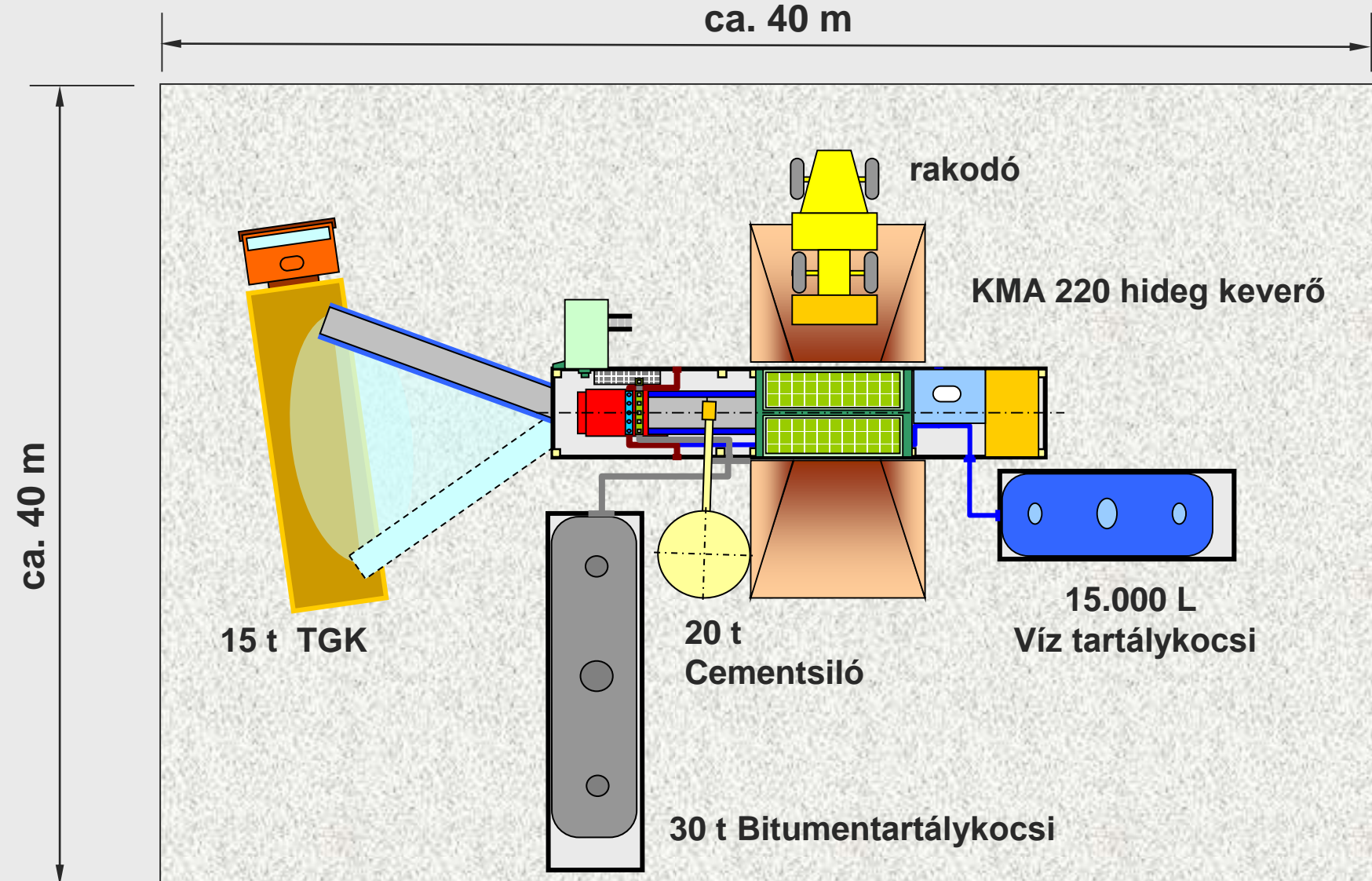












- ✓ Geometriai jellemzők
- ✓ Burkolatfelület állapota (repedezettség, kátyúsodás)
- ✓ Forgalom
- ✓ **Teherbírási (burkolatfelületen + remix alsó síkján)**
- ✓ **Rétegtrend**
- ✓ Talajtípus (ha lehetséges)
- ✓ Víztelenítés állapota

**Helyszíni bejárás, pályaszerkezet feltárás, mérés a tervezés időszakában !**







## TERVEZÉS

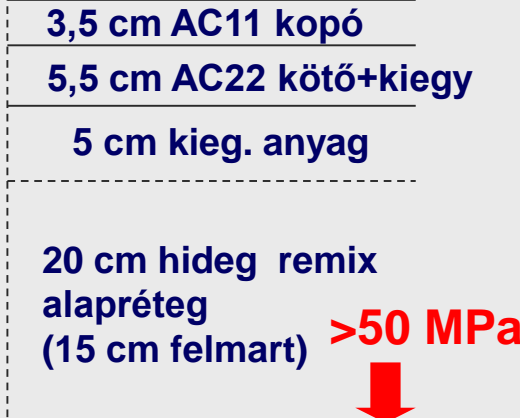
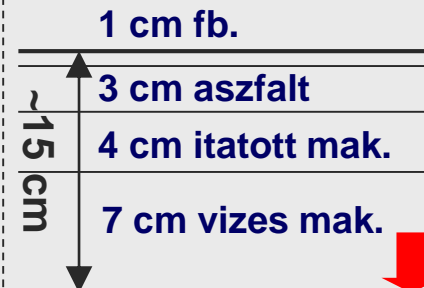
## KIVITELEZÉS

### OKA

### FELTÁRÁS

### TERVEZETT SZERK.CSERE

### REMIX



Rakott vagy szórt alap.

Rakott vagy szórt alap.



A tervezés során döntő jelentőségű az újrahasznosítható vastagság meghatározása



**Ellenőrzés nélkül tervezett mennyiségek csak tájékoztató jellegűek. Szélsőséges esetben a terv nem kivitelezhető !!!**

## Helyszíni vagy Keverőtelepi újrahasznosítás?



**Teherbírás  
Vízvezetés  
Vízkivezetés  
Szélesítés+főpálya  
azonos  
alátámasztás**

Helyszíni



Keverőtelepi

**Az újrahasznosított  
pályaszerkezet  
fogadófelületének  
teherbírás vizsgálata**



+



## Új aszfaltréteg ráépítése

Gyors eljárás, de  
élettartam problémák



## Lemarás és aszfaltozás

Viszonylag gyors eljárás  
korszerű maró és  
aszfaltozó gépekkel



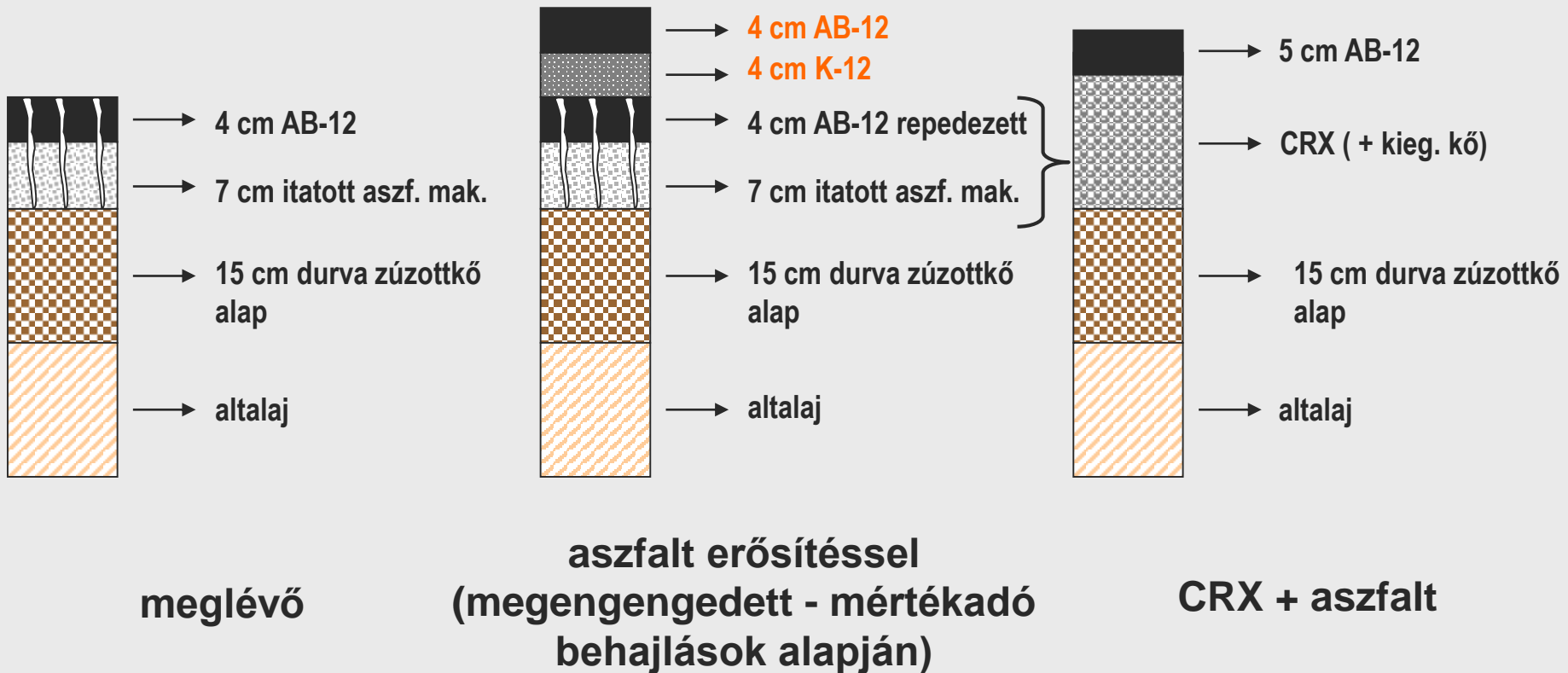
## Meglévő rétegek újrahasznosításával

Gyors eljárás  
hidegen, melegen  
remix gépekkel és új  
aszfaltrétegekkel



**(REMIX)**

## Rétegvastagságok tervezése régen és ma



## A CRX réteg vastagságának tervezése

**régi előírás** (egyenérték vastagságok alapján)

Szerkezeti rétegek	Hagyományos felújítás			Újrahasznosításos felújítás		
	vastagság (cm)	egyenérték-tényező	egyenérték-vastagság	vastagság (cm)	egyenérték-tényező	egyenérték-vastagság
Aszfalt kopóréteg	4	2.2	8.8	5	2.2	11.0
Aszfalt kötőréteg	4	2.2	8.8			
Aszfalt alapréteg						
Sűrűn repedezett kopóréteg	4	1.3	5.2	11 cm + 8 cm kieg.		
ltatott aszfaltmakadám	7	0.9	6.3			
CRX				19	1.0	19.0
Durva zúzottkő alap	15	0.7	10.5	15	0.7	10.5
		$H_e =$	39.6		$H_e =$	40.5

Feltételezett „D” forgalmi kategória: TF = 1-3 millió

jelenlegi módszer

## A CRX réteg vastagságának tervezése

Helyettesítő módszerrel az ÚT 2-1.202 szerinti típus pályaszerkezetek figyelembe vételével

3. TÍPUS-PÁLYASZERKEZETEK HIDRAULIKUS KÖTŐANYAGÚ STABILIZÁCIÓS ALAPRÉTEGGEL						
Forgalmi terhelési osztály						
A	B	C	D	E	K	R
Tervezési forgalom, TF, millió egységtengety						
0,03-0,1	0,1-0,3	0,3-1	1-3	3-10	10-30	30 felett
3.1. 150 milliméter vastagságú						
3.2. 200 milliméter vastagságú						

CRX  
vastagságok

19 cm

25 cm

$$0,8 * CRX = C_{kt} \quad \longrightarrow \quad CRX \text{ rétegvastagság} = C_{kt} / 0,8$$

## jelenlegi módszer

### Az aszfaltréteg vastagságának tervezése

Helyettesítő módszerrel az ÚT 2-1.202 szerinti típus pályaszerkezetek figyelembe vételével

$$v = \frac{1,2 \cdot v_{\text{aszf}} \cdot h_{\text{méretezett}}}{h_{\text{tényleges}}}$$

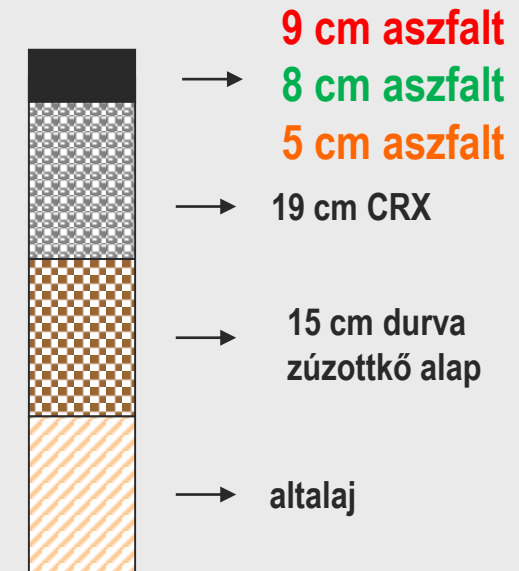
- Jelölések:
- $v$  = szükséges aszfaltvastagság
  - $v_{\text{aszf}}$  = a méretezési utasítás szerinti aszfaltvastagság
  - $h_{\text{méretezett}}$  = a méretezési utasítás szerinti Ckt vastagság
  - $h_{\text{tényleges}}$  = alaprétegek vastagsága (remixált + megmaradó)

## Az aszfaltréteg vastagságának tervezése

Helyettesítő módszerrel az ÚT 2-1.202 szerinti típus pályaszerkezetek figyelembe vételével

$$v = \frac{1,2 \cdot v_{\text{aszf}} \cdot h_{\text{méretezett}}}{h_{\text{tényleges}}}$$

$$v = \frac{1,2 \cdot 17 \cdot 15}{19 + 15} = \frac{306}{34} = 9$$



**Jelölések:**  $v$  = szükséges aszfaltvastagság

$v_{\text{aszf}}$  = a méretezési utasítás szerinti aszfaltvastagság

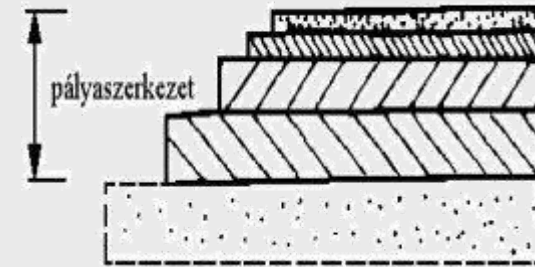
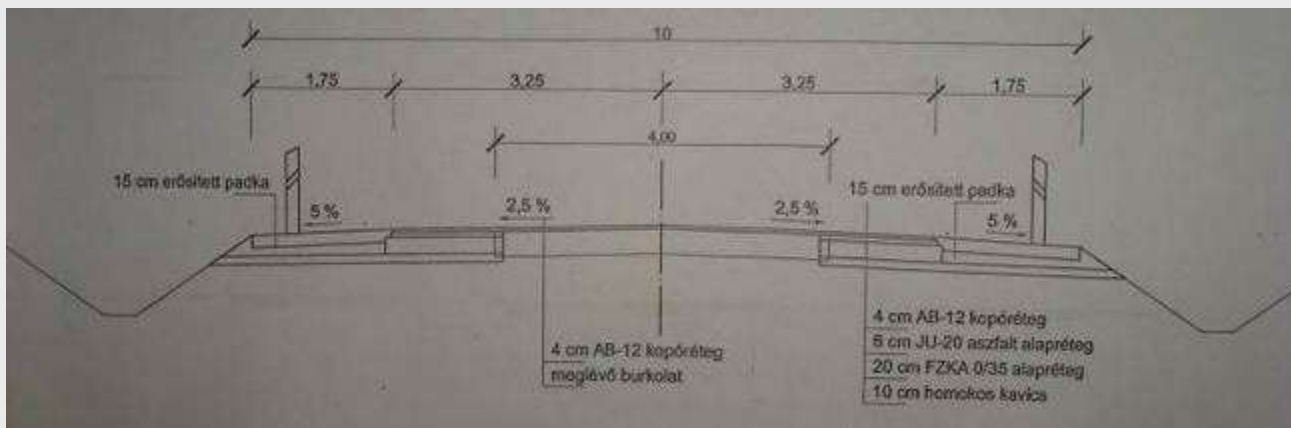
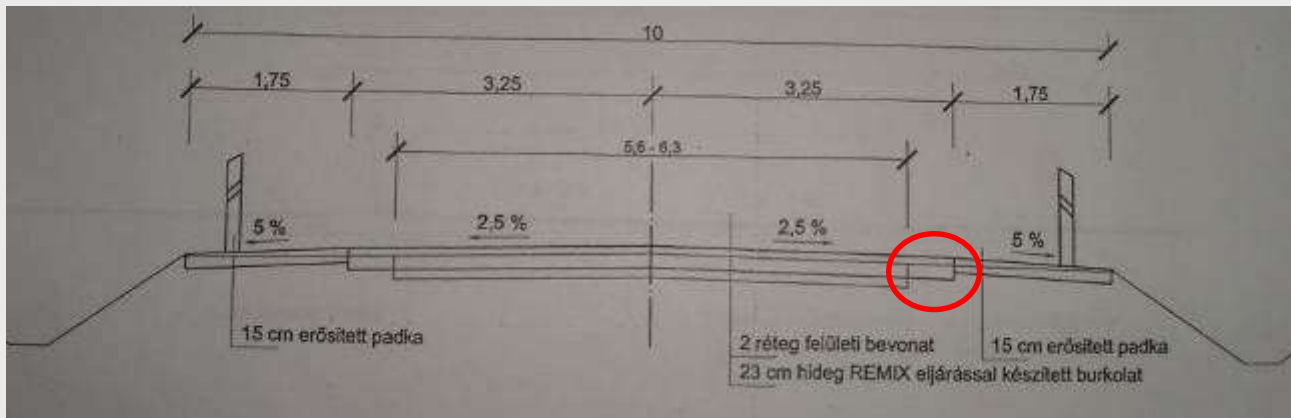
$h_{\text{méretezett}}$  = a méretezési utasítás szerinti Ckt vastagság

$h_{\text{tényleges}}$  = alaprétegek vastagsága (remixált + megmaradó)



## Burkolatszélességek

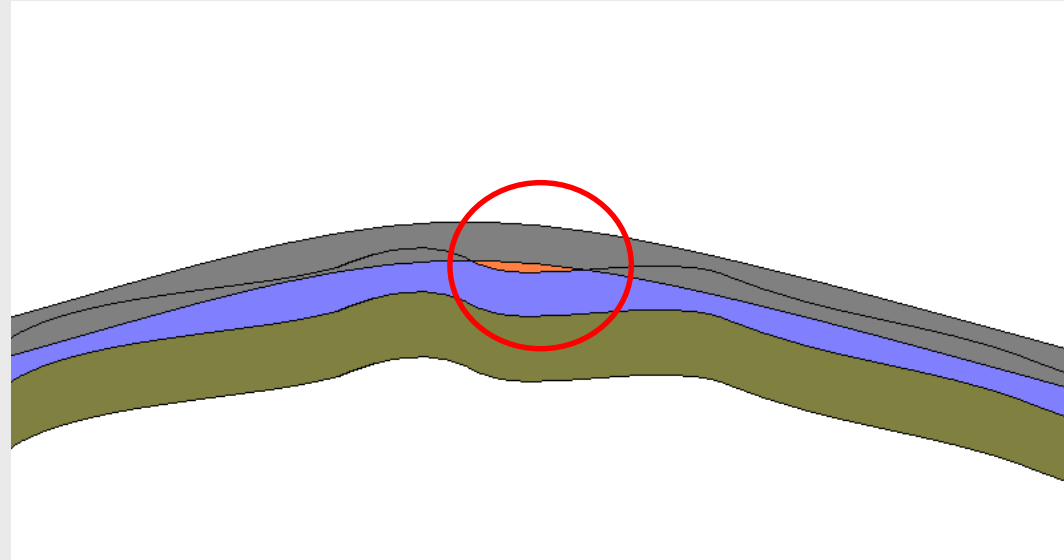
Időnként előforduló tervezési hiba:



**A meglévő pálya szélesítése csak a burkolati alaprétegek szélesítésével végezhető el!**



## Kiegészítő köanyag vastagsága



- szemel. változás
- hézagtartalom
- tömörség eltérés
- kötőanyag mennyiség

**A kiegészítő követ az állandó összetételű keverék biztosítása érdekében konstans vastagságban kell kiteríteni az út felületére.**

## FELHASZNÁLHATÓ ÁSVÁNYI ANYAGOK: ÚT 2-3.207 4.1 pont

### *Természetes kőanyagok:*

zúzottkő, természetes aprózódású kőzetek (murvák), kavics, homok, homokos kavics, zúzott kavics

### *Másodlagos nyersanyagok:*

kohósalak, acélgyártási salak, szeméttégetési salak

### *Újrahasznosított kőanyagok:*

megfelelő szemnagyságra tört betontörmelék, bontott és tört, vagy mart betonréteg, aszfaltréteg, makadám alap

**Természetesen a keverék 30%-nál nagyobb mértékben tartalmazhat újrahasznosított anyagot**

## Kötőanyagok és kombinációik

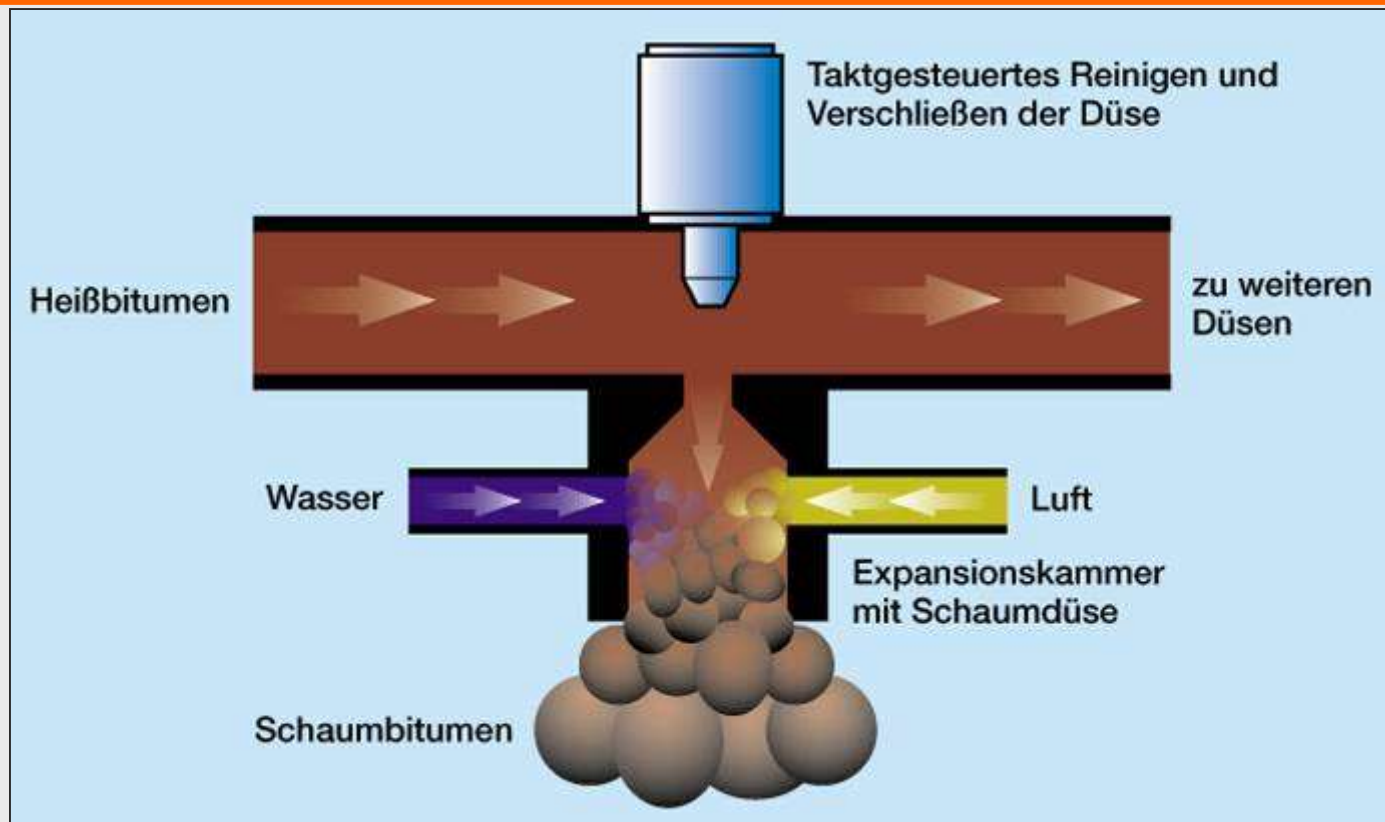


+

		
Cement		Víz
		
	Emúzió	Víz
		
		Víz
		
Cement	Emúzió	Víz
		
Cement		Víz
		
	Habbitumen	

=

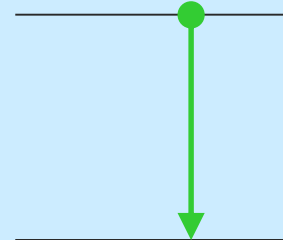
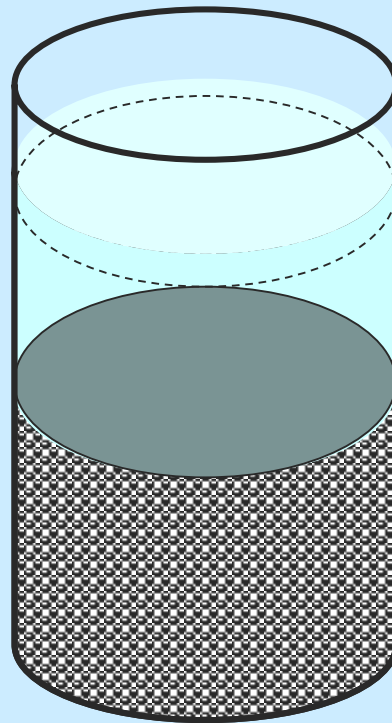
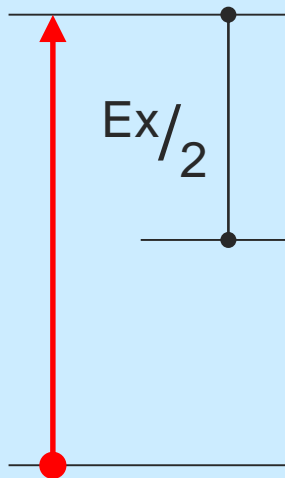




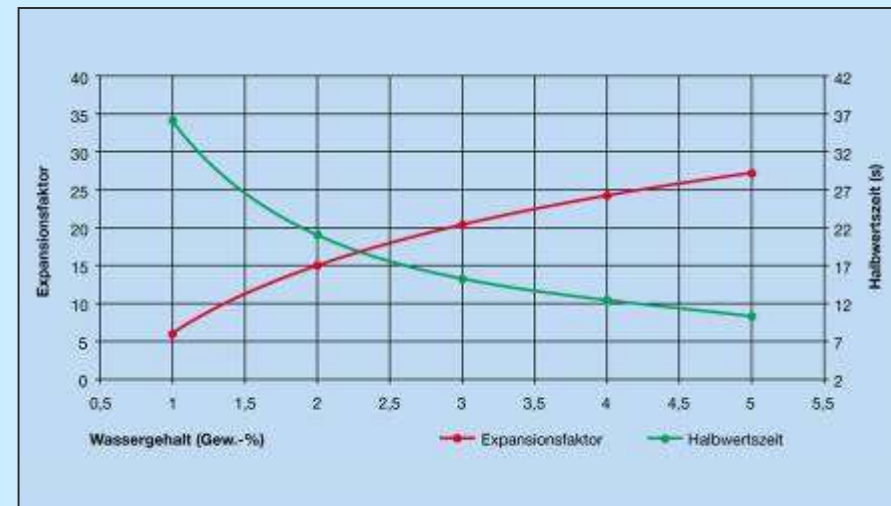
**2 – 3 % habosító víz beadagolása a forró (170-180 °C) bitumenbe  
15 – 20-szoros térfogat növekedést eredményez**

**A nagyobb felület lehetővé teszi a bitumen bekeverését a hideg, nedves  
adalékanyagokba**

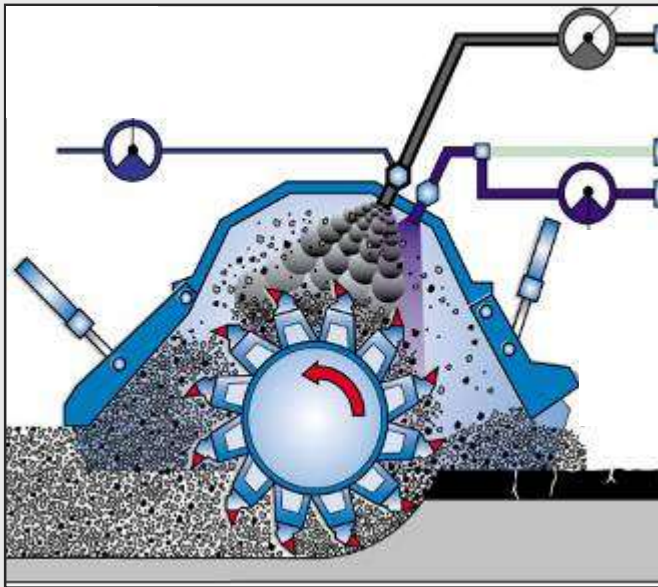
Tágulás  
(Ex : [-])



Felezési  
idő  
( $T_{1/2}$  : [s])



A habbitumen tulajdonságai: tágulás (expanzió) és felezési idő



**A beszóró rudazat 16 fúvókával, amelynek tágulási kamráiban a forró bitumen kihabosodása végbemegy**

## HIDRAULIKUS KÖTŐANYAG:

- alacsony, 4-es, 5-ös teherbírás esetén
- kedvezőtlenebb (finomrész hiányos) adalékanyag esetén
- költségérzékeny esetben (olcsóbb), mint a bitumenes

## BITUMENES KÖTŐANYAG:

- megfelelő, legalább 3-as teherbírás esetén
- magas aszfalttartalmú adalékanyag esetén (>50%)
- folyamatos, egyenletes szemeloszlásnál

**Tisztán bitumenes keveréket leginkább kopóréteggként célszerű alkalmazni**

**Alaprétegben cementes, vagy vegyes kötőanyagút javasolt használni**



- **A mart, a kiegészítő és az eredő anyag szemeloszlása**
- **Bitumen habosítási jellemzőinek meghatározása**  
(csak habosított bitumen alkalmazása esetén)
- **Mart és a kiegészítő anyag nedvességtartalma**
- **Proctor vizsgálat kötőanyagtartalmanként**
- **Egyirányú nyomószilárdság vizsgálat**  
(hidraulikus kötőanyag)
- **Statikus hasításvizsgálat (bitumenes, vegyes kötőanyag)**

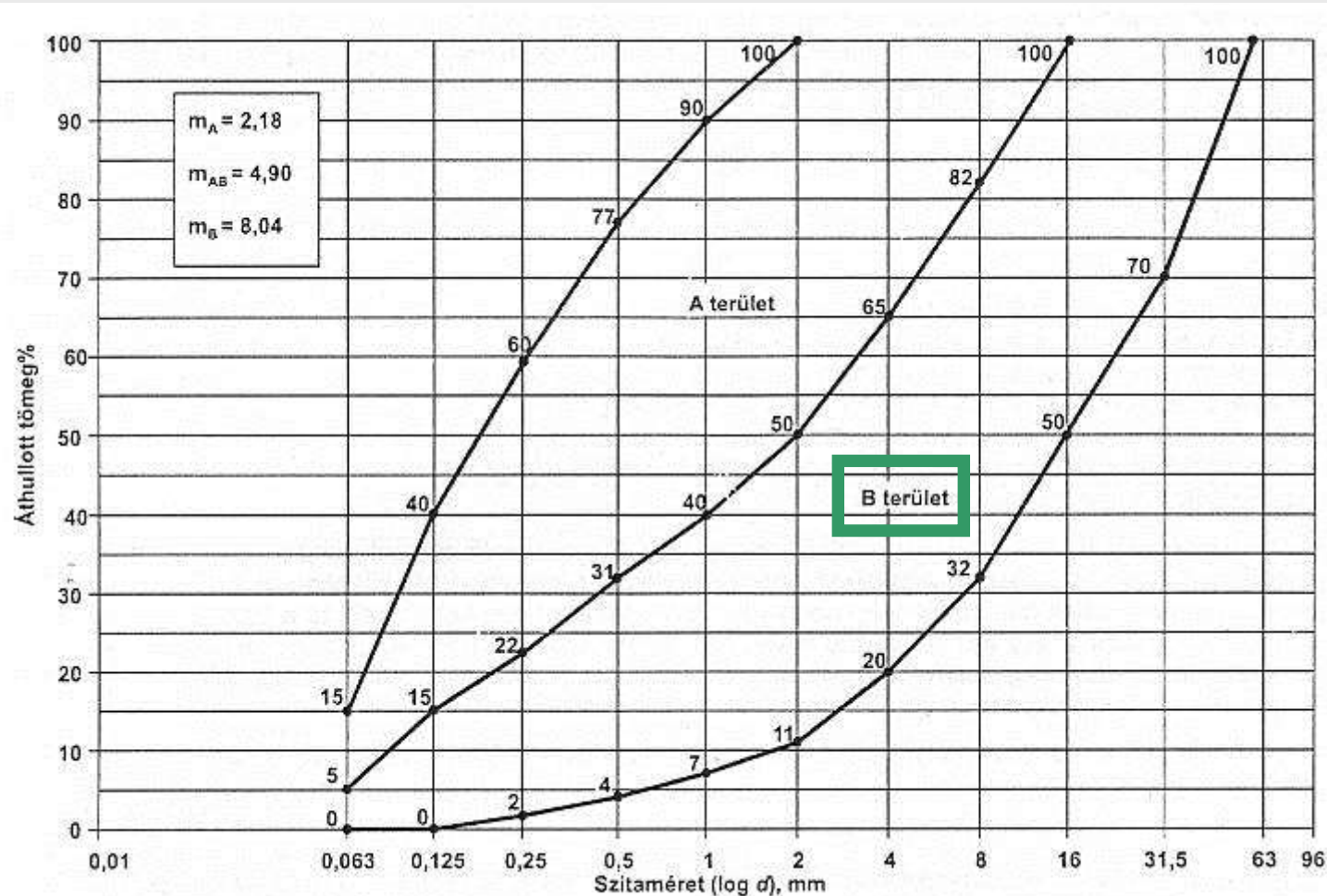
## KEVERÉK SZEMELOSZLÁSA (felmart + kiegészítő anyag)

$d_{\max} < 63\text{mm}$

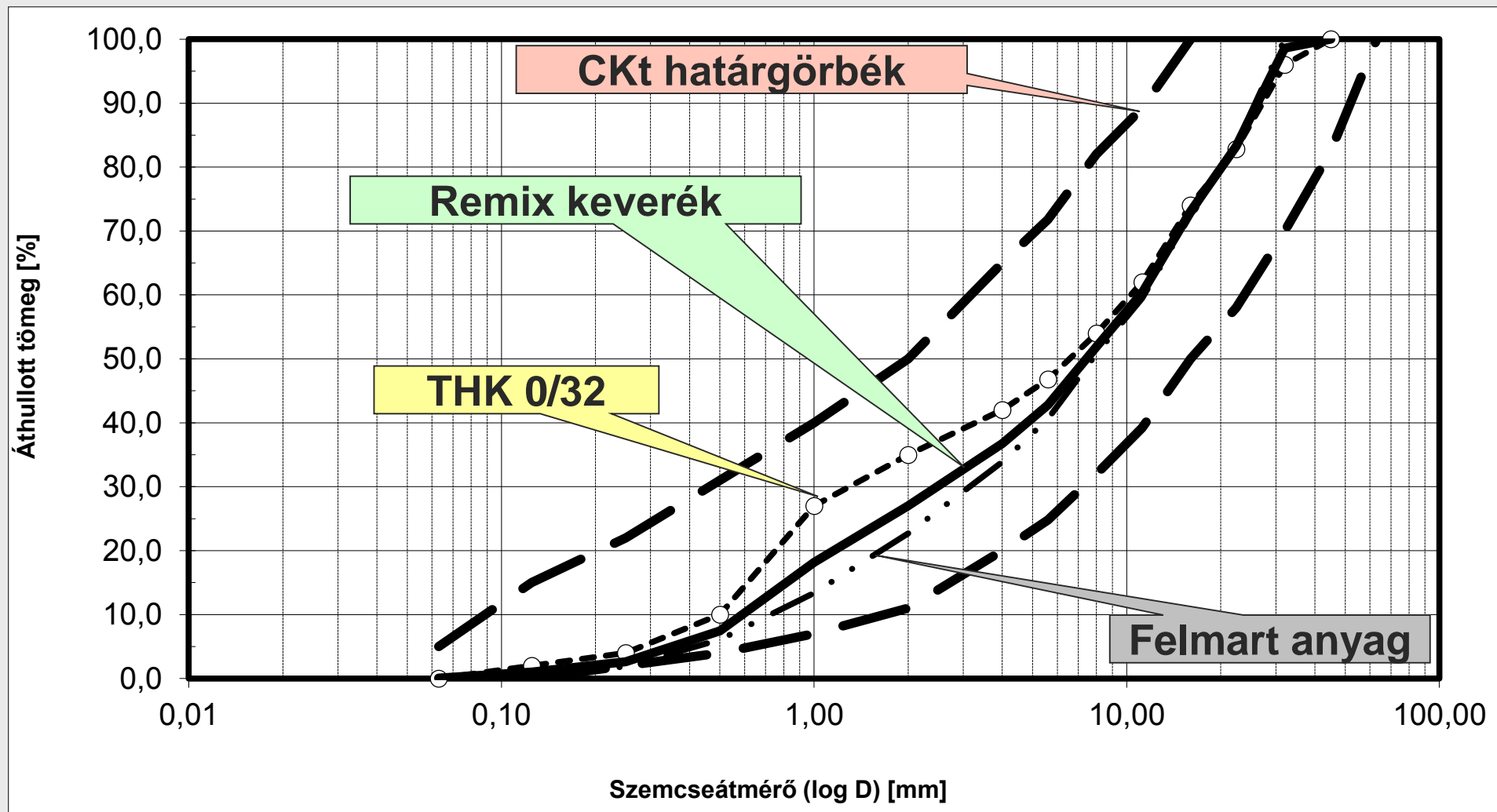
finomsági  
modulus:

$m_{AB} < m < m_B$

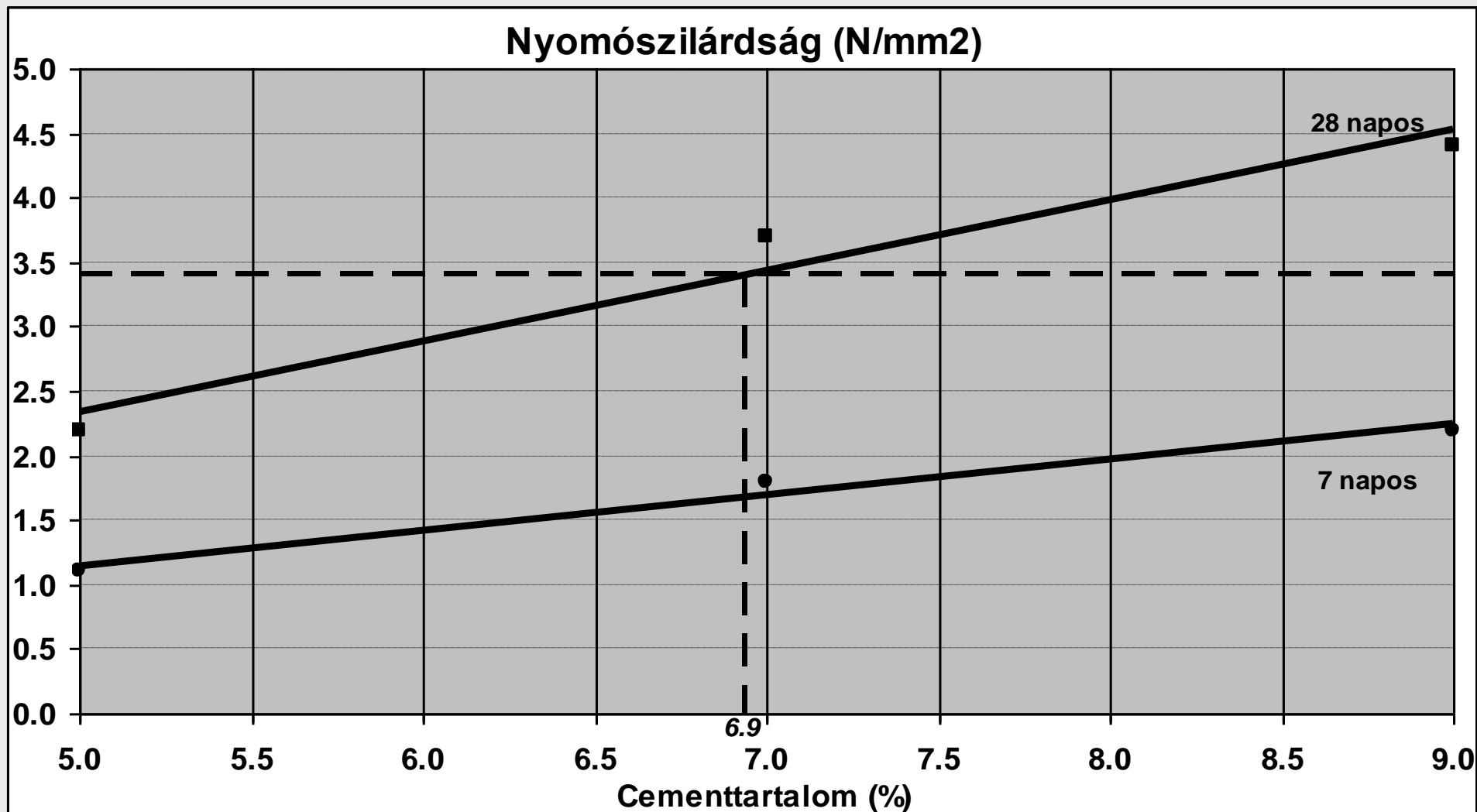
ÚT 2-3.207:2007



## SZEMELOSZLÁS: 5 cm 0/32 THK + 15 cm felmart burkolat



## SZILÁRDSÁG: 5 – 7 – 9 % cementadagolás



csak cement kötőanyag esetén

## CRX keverékek **tervezési szilárdsági** követelményei

Szilárdsági osztály	A nyomószilárdság becsült várható értéke, N/mm <sup>2</sup>		
	Kocka vagy henger	Henger	
	H/D arány = 1	H/D=1,5	H/D=2,0
C <sub>1,5/2</sub> <b>Új !!!</b>	3,4	2,9	2,6
C <sub>2/4</sub> <b>Régi</b>	6,8	6,0	5,1

Megjegyzés: A H/D arány a henger alakú próbatest magasságának és átmérőjének aránya. A próbatestek vizsgálati kora 28 nap vagy a lassan szilárduló kötőanyagnál a szállító által megadott, általában 63 nap.

## CRX keverékek **nyomószilárdsági** követelményei (Csak tájékoztató mérések)

Szilárdsági osztály jele	A nyomószilárdság jellemző értéke, R <sub>ck</sub> N/mm <sup>2</sup>		
	Kocka vagy henger	Henger	
	H/D arány = 1	H/D = 1,5	H/D = 2,0
C <sub>1,5/2</sub> <b>Új !!!</b>	2	1,7	1,5
C <sub>3/4</sub> <b>Régi</b>	4	3,5	3,0
C <sub>5/8</sub>	6	5,5	5,0
C <sub>8/10</sub>	10	9,0	8,0
C <sub>12/15</sub>	15	13,5	12,0

## BITUMENES, VAGY VEGYES KÖTŐANYAGGAL

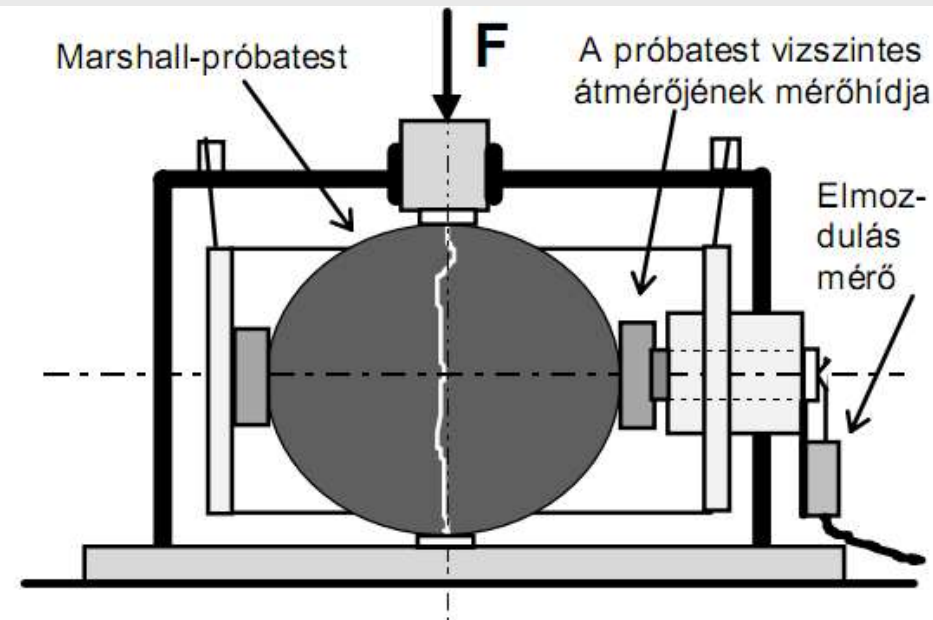
A kötőanyagok tájékoztató mennyiségei:

- ▶ Bitumenemulzió: 2 – 6 %
- ▶ Meleg bitumen: 1 – 4 %
- ▶ Cement: 3 – 6 % (Bitumenes kötőanyag esetében: 1 – 2 %)

Alkalmassági vizsgálat:

MSZ EN 13286-42 szerinti  
hasító-húzószilárdság  
vizsgálat alapján

**Előírt érték:**  
min. 0,2 N/mm<sup>2</sup>





**Kiegészítő kőanyag terítése  
finisherrel**




**Cementterítés  
fokozatmentesen állítható  
cellás adagolóval**



**Homogenizálás**





**Előtömörítés gumihengerrel** 

**Főtömörítés nehéz kombihengerrel**

**Profilalakítás gréderrel**



telepi hidegremix esetén



**Meglévő pályaszerkezet elbontása  
lehetőleg marással, vagy bontással  
és töréssel + beszállítás  
keverőtelepre**



**Hideg remix keverék előállítása és kiszállítása a munkahelyre**



**ELTERÍTÉS  
HAGYOMÁNYOS  
FINISHERREL**



**TÖMÖRÍTÉS KOMBI-  
ÉS ACÉL  
VIBRÓHENGEREKSEL**

## CRX BURKOLATALAP MINŐSÍTŐ VIZSGÁLATAI

### Gyártásközi vizsgálatok

Kiegészítő kőanyag vastagsága	mérővesszővel	200 útfm	GY	V	TU	-15%
Kiszórt kötőanyag mennyisége	0,5 m <sup>2</sup> -es tálca	200 útfm	GY	V	TU	-10%
Adagolt vízmennyiség	ÚT 2-3.707:2008	2 db/nap	GY	V	TU	-10 % / +20 %
Felhasznált kötőanyag	Gyártóműi megf. igazolás	1 db/szakasz	GY	G y	MSZ EN 197-1: 2000	---
CRX keverék testsűrűsége	MSZ 14043-7:1981	1 db/szakasz	A	V	---	---

### Minősítő vizsgálatok

CRX réteg vastagsága	!!!!!!!!!!!!	mérővesszővel	200 útfm	M	V	15 cm	-10%
Tömörség mérés	↔ Telepi CRX	ÚT2-3.103:1998	200 útfm	M	V	95%	-3%
Tárcsás teherbírás mérés 3 napos korban*		MSZ 2509-3:1989	200 útfm	M	V	115 MPa	-10 % **
Könnyűteherbírás mérés 3 napos korban		ÚT 2-2.119:1998	200 útfm	M	V	54 MPa	-10 % **
Oldalesés		oldalesésmérő	50 útfm	M	V	Terv	+/- 0,5 %
Burkolatszélesség		mérőszalag	50 útfm	M	V	Terv	-5 cm

***A teherbírást leghamarabb 3 napos korban az MSZ 2509-3 szerinti tárcsás méréssel kell mérni.***

***A mérések 3 napos korban még elvégezhetők kézi könnyű ejtősúlyos készülékkel is.***

*Bármely mérési módszer esetén az összes mérések 10 %-ában az előírt értékhez képest 10 % negatív irányú eltérés még megengedett*

Az alapréteg				
kora	vastagsága, cm			
	15	20	25	30
	teherbírása ( $E_2$ ) legalább, MPa			
3 nap	115	140	165	190
7 nap	140	180	220	260

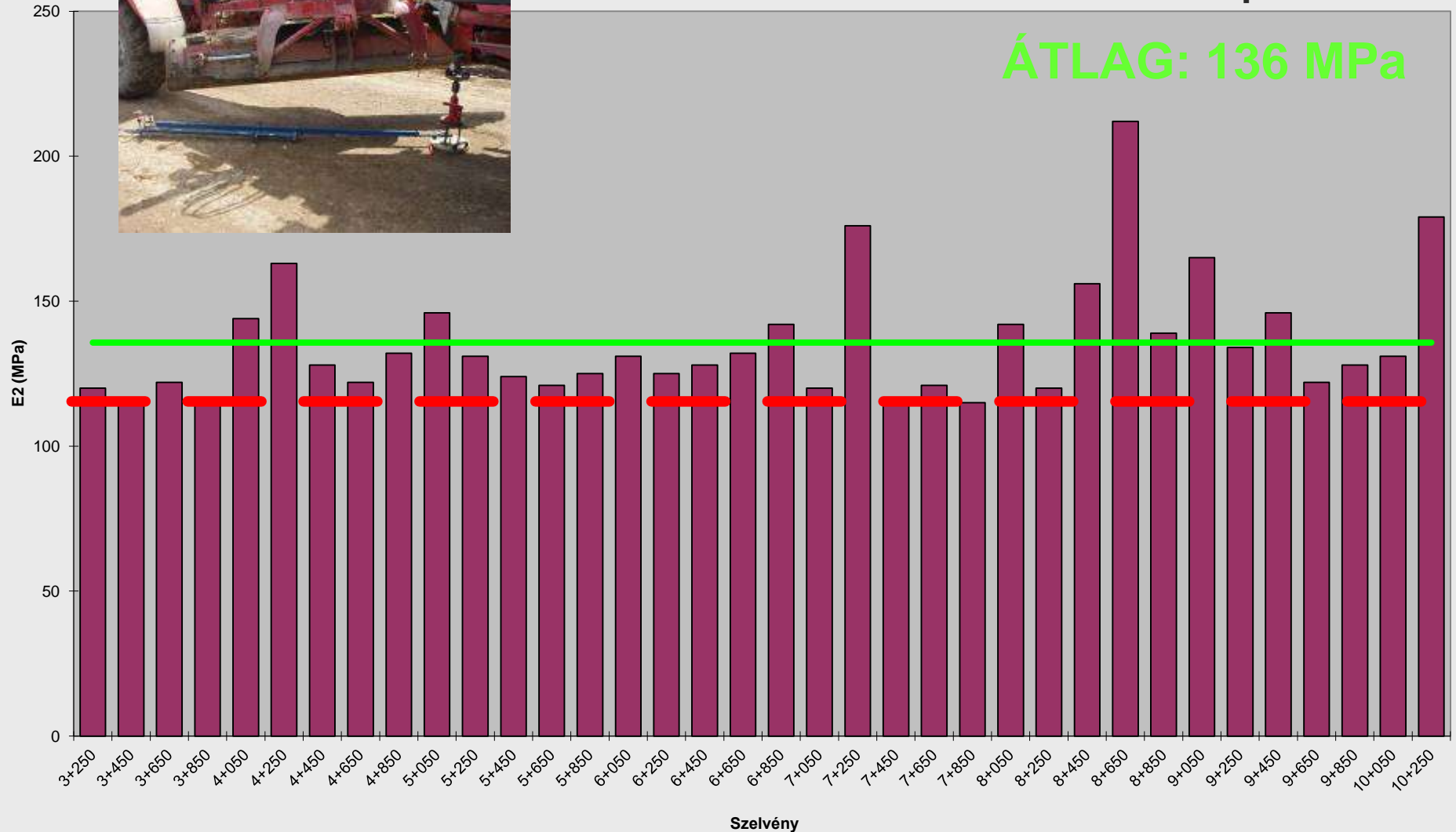
***Az értékek akkor érvényesek, ha a remixelt réteg alatt a teherbíráás legalább 50 MPa***



4631 j. út Tárcsás teherbírás (15 cm)

3 napos korban

ÁTLAG: 136 MPa



## !!! RÉTEGVASTAGSÁG !!!

*„Az elterített réteg vastagságát 200 útfolyóméterenként mérővesszővel kell meghatározni oly módon, hogy a frissen elterített réteg szélén le kell ásni a marási síkig és meg kell mérni **5 mm-es pontossággal** a réteg vastagságát. A tömör réteg vastagsága a laza rétegvastagságból 1,25-tel való osztás után határozható meg”*

***Amennyiben az építető a tényleges tömör vastagságot ellenőrizni kívánja, azt 10 000m<sup>2</sup>-ként, de építési szakaszonként min. 2 helyen az elkészült burkolat bontása utáni vastagságméréssel teheti meg.***



## !!! T Ö M Ö R S É G !!!

*„...a mért tömörség az MSZ EN 13282-2 szerinti módosított Proctor vizsgálattal megkapott viszonyítási térfogatsűrűség 95 %-a legyen, ettől az esetek 20%-ában -3% eltérés lehetséges”*

**Mérés:** *izotópos tömörségmérés  
helyettesítő módszer (gumiballon, homok)  
tárcsás mérésből  $T_t$   
dinamikus tömörségmérés frissen*

**Probléma:** *Proctor vizsgálat elkészítése a bekevert anyagból  
(mintavétel + beszállítás a laborba vagy,  
komponensekből laborban összekeverve)*

## 1101 j. ök út 2+510 – 7+455 km szakasz. FŐBB ADATOK:

Megrendelő:

PEMÁK Kht.

Építés ideje:

**1999 június**

Felmart vastagság: 20 cm

Kiegészítő anyag

0/20 110 kg/m<sup>2</sup> 5 cm

Cement

CEM II/B-S 32,5: 3 %

Habosított bitumen

B-80: 3%

Kopóréteg: 6 cm AB-16/F



# JELLENLEGI BURKOLATÁLLAPOT Inreco Hungary Kft.



**3315 j. ök út 21+500 – 23+500 km szakasz.**

## FŐBB ADATOK:

**Megrendelő:**

Hajdú-Bihar MÁKKht.

**Építés ideje:**

**2003 november**

**Felmart vastagság:** 10 cm

**Kiegészítő anyag**

0/35 150 kg/m<sup>2</sup> 5 cm

**Cement**

CEM III/A 32,5 N: 5 %

**Kopóréteg:**

JU-20 5 cm





**3315 j. ök út  
21+500 – 23+500 kmsz.**

**Az egyrétegű  
aszfaltburkolatú szerkezet az  
M3-as építési forgalmát is jól  
bírtá**

**A burkolaton nem jelentek  
meg keréknyomvályúk**

3315 j. ök út

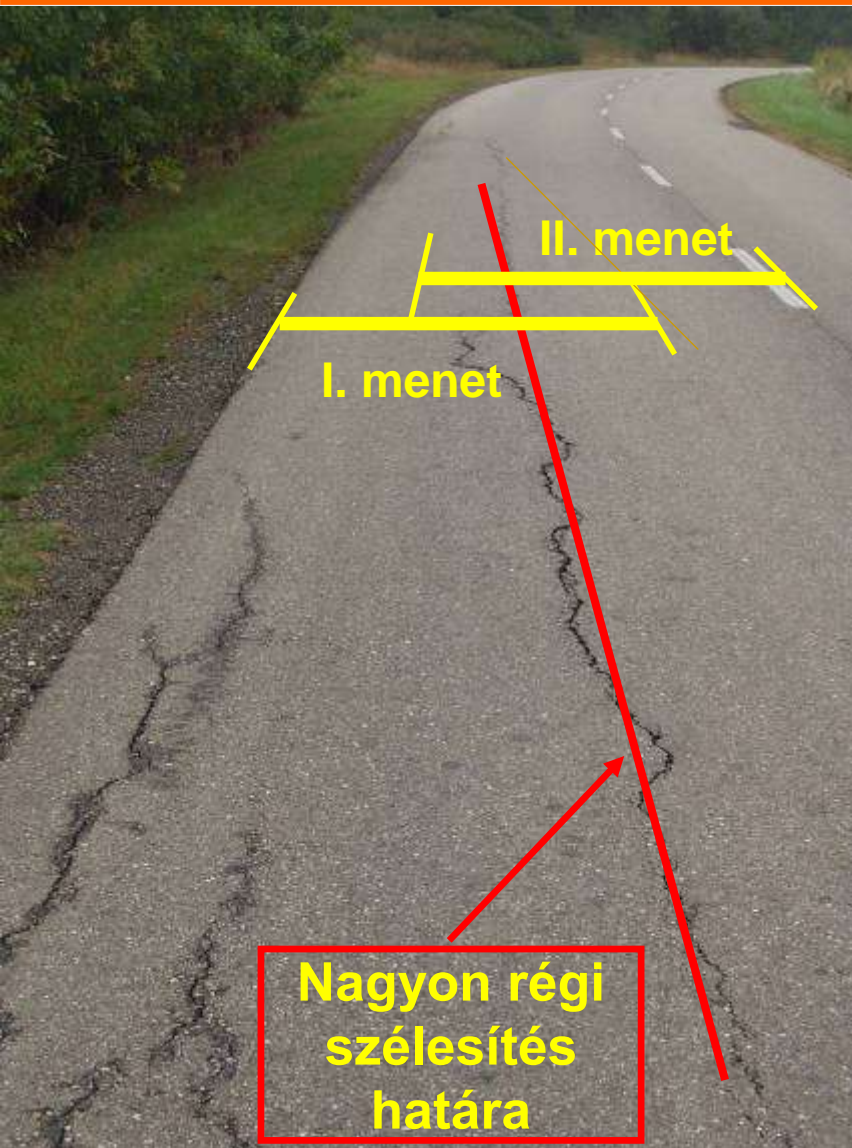
21+500 – 23+500 kmsz.

*A szakaszon elvértve megindult a hidraulikus kötőanyagú alaprétegre jellemző dilatációs repedések kialakulása*



*A burkolatszél az ívben letört a tervezett kopóréteg szélessége nem haladhatja meg a meglévő burkolat szélességét*





3315 j. ök út  
21+500 – 23+500 kmsz.



### Előkészítés: Nievelt G.m.b.H Laboratórium

Bitumen temperature: 170 °C

Adding of water to the Bitumen: 3,0 % by mass

Half-Life time of the foamed bitumen: 23 sec.

Foam Ratio of the foamed bitumen: 13 ml/g

**20 cm hidegremix útalap**

15 cm meglévő burkolat

5 cm mart aszfalt kiegészítés

**Habosított bitumen jellemzői**

**Próbake-  
-verékek**

Binder	Unit	Mixture 1	Mixture 2
Foam Bitumen	% by mass	2,0	4,0
Cement	% by mass	1,0	2,0

**Vizsgált jellemzők:**

Nyomószilárdság

Hasító-húzó szilárdság

Parameter	Unit	Mixture 1	Mixture 2	Requirements according to RVS 8S.05.13
Dry density	kg/m <sup>3</sup>	2.038	2.027	-
Water Content	% by mass	4,21	4,23	-
Compressive Strength (7 Days)	MPa	1,42	1,52	≥ 1,5
Indirect Tensile Strength (7 Days)	MPa	0,31	0,38	≥ 0,2



**4601 j. út 27+000 – 28+000 km szakasz  
kísérleti szakasz építése 2005. május**



**Helyszíni hidegremix  
6 % CEM III/A 32,5 N típusú  
cementtel**



**Telepi hidegremix  
2 % cement + 2 % habosított  
bitumen**

2003 / 2004

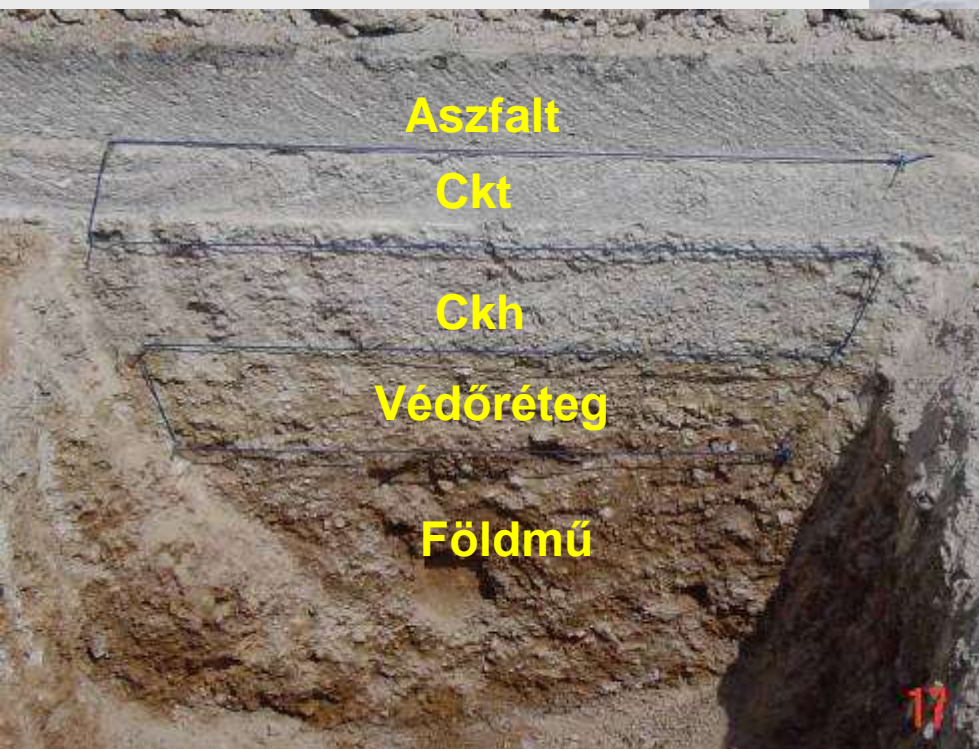


25 % nehéz gjmű

40 000 jmű/nap

Pályaszerkezet  
feltárás

Mintavétel

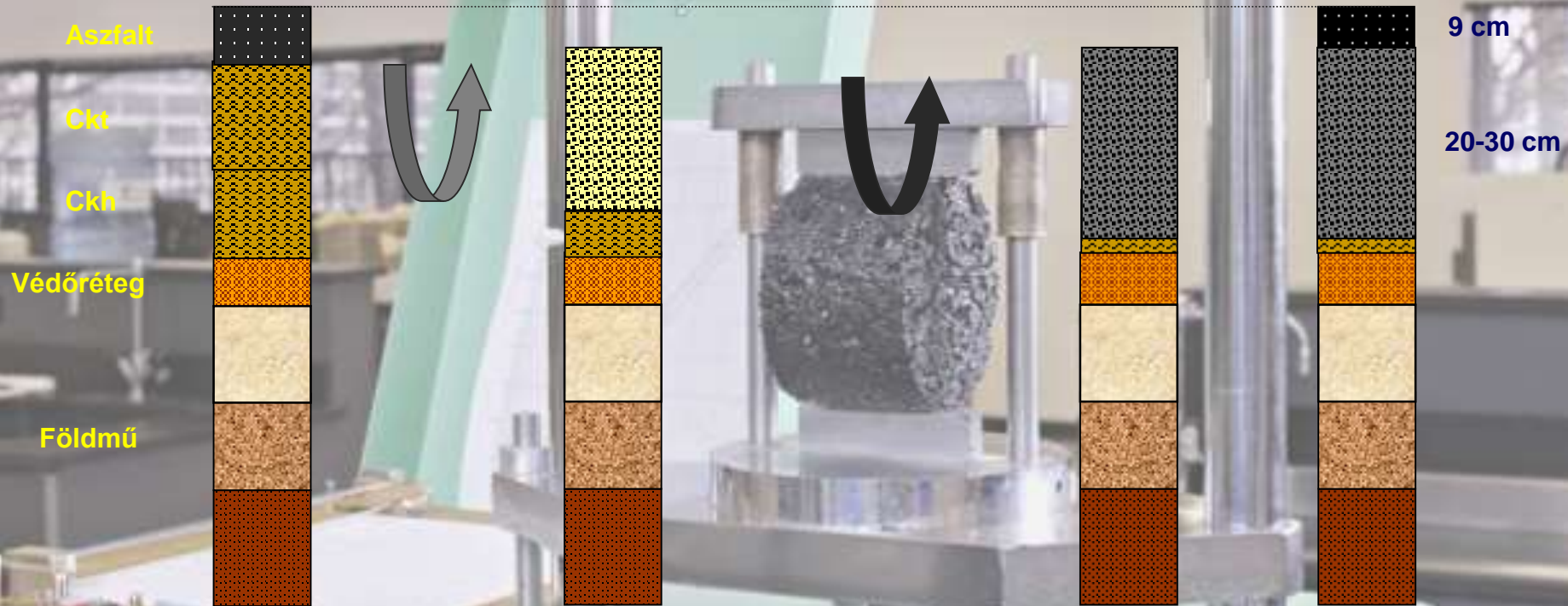


Meglévő  
szerkezet

1. menet  
Előmarás

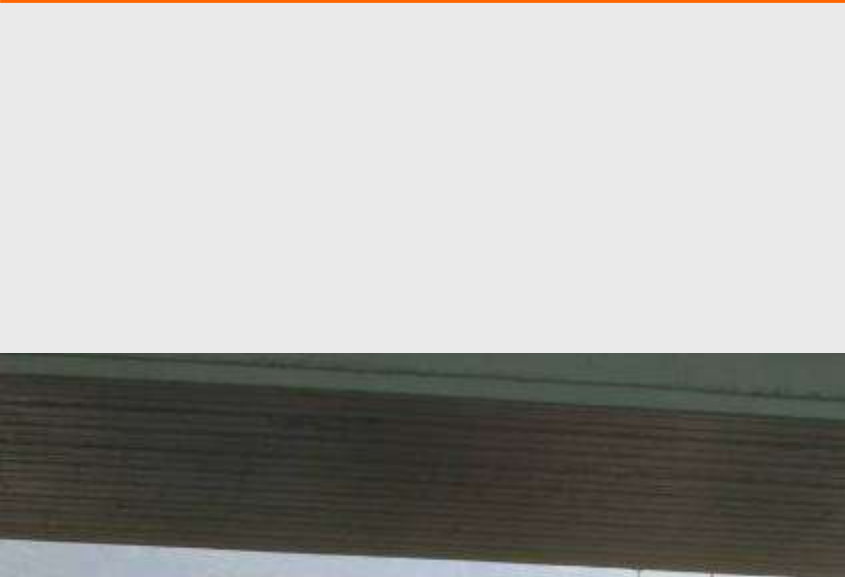
2. menet  
Hideg  
recycling

3. menet  
Aszfalto-  
zás





# Aszfaltrétegek helyének kialakítása az anyagfelesleg eltávolításával



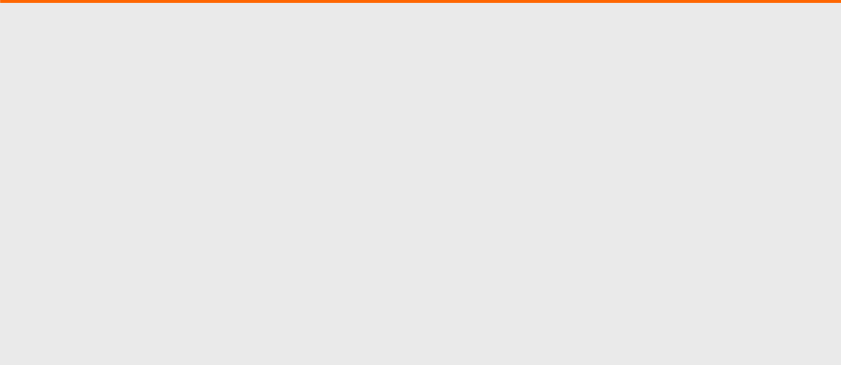
1 %  
cement

2,25 %  
habosított bitumen









## Cement kötőanyagú burkolati alaprétegek

### Előnyök

**Tervezés: CKt analógia szerint tervezhető**

**Kivitelezés: viszonylag egyszerűen szervezhető**

### Hátrányok

**Hosszú-távú viselkedés: zsugorpedések  
kialakulása a rétegben**

## Bitumenes kötőanyagú burkolati alaprétegek

### Előnyök

Hosszú-távú viselkedés: nincsenek  
zsugorpedések

### Hátrányok

Tervezés: speciális laborfelszerelést igényel  
(melegbitumen habosítása)

Kivitelezés: nehézkes a melegbitumen ellátás a  
helyszínen

Hosszú-távú viselkedés: nyomvályúsodásra hajlamos

## Vegyes kötőanyagú (cement+bitumen) burkolati alaprétegek

### Előnyök

Hosszú-távú viselkedés: a CKt jelleg mellett, nem alakulnak ki reflexiós repedések

### Hátrányok

Tervezés: speciális laborfelszerelést igényel (hab-bitumen)

Kivitelezés: nehézkes a melegbitumen ellátás,  
az emulzió aránytalanabbul drágább  
két különböző kötőanyag adagolása,  
habosítás folyamatos ellenőrzése



**Köszönöm szíves figyelmüket!**