

# KISELEMES BURKOLATOKRÓL, HOGY AZOK VALÓBAN TARTÓSAK LEGYENEK. JÁRDÁKTÓL LAKÓUTAKON ÁT A REPÜLŐTEREKIG.



2016.11.25. SZÉKESFEHÉRVÁR



Előadó: Tárczy László, útépítő mérnök  
Mérnökkamarai azonosító: 01-7085  
A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
vendégelőadója, az AIPCR Útügyi Világszervezet delegáltja 2004-2008  
között, vezető tervező, felelős műszaki vezető, beruházás lebonyolító, műszaki  
ellenőr, a Főmterv szakfőmérnöke, a Reformút Kft cégtulajdonosa

# TARTALOM

- TÉRKŐ TÖRTÉNELEM
- A TERVEZÉSRŐL
- A VÍZÁTERESZTŐ RÉTEGRENDRŐL
- NÉHÁNY KÜLFÖLDI ÉRDEKESSÉG

# A Sumérok készítették az első kiselemes burkolatokat

- Az ókori Mezopotániai népek, ( a mai Irak területén) akik magukat fekete fejűeknek hívták (Kr.e.4 évezred-2.évezred) lehettek az úttörők, a szó műszaki értelmében is
- Keményre égetett agyagtéglákkal burkoltak, természetes aszfalttal töltötték ki a hézagokat, tették vízzáróvá és rugalmassá az elemek közötti kapcsolatokat.







- ▶ Via Appia: több mint **3000** éves
- ▶ Pest városa a BME alapításától 19 évig, 1801-ig nem alkalmazott mérnököket
- ▶ Budapesten **1830**-ban raktak le először nagykockakövet (18x18x18 cm) mauthauzeni gránitból (**185 éve!**)
- ▶ Az első kiskockakőburkolat Németországban épült, 1885-ben (**130 éve!**)
- ▶ Hazánkban 1903-ban rakták le az első útburkoló kiskockaköveket (macskakő)  
Katzen Kopfstein (macskafejkő)
- ▶ **1981** óta (35 éve) nincs faragott kockakő gyár (Szobon volt utoljára)
- ▶ Riccerek - kőhasítók





# VIA APPIA

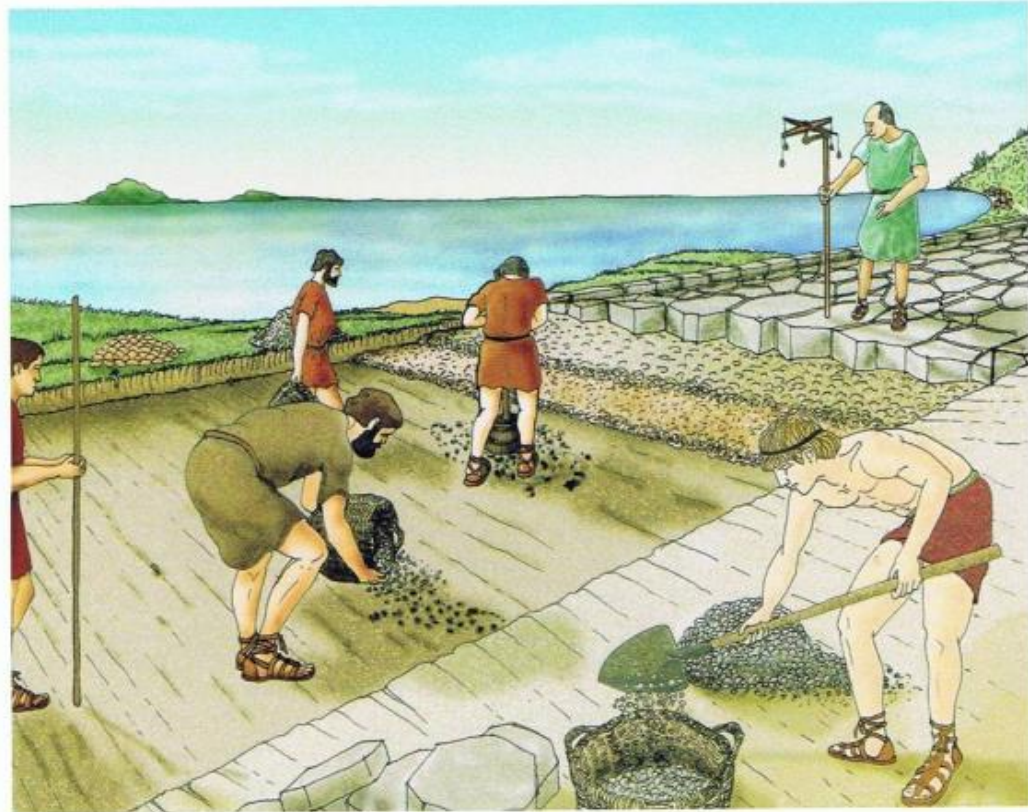


Via Appia: 570 km  
Via Traiana: 250 km

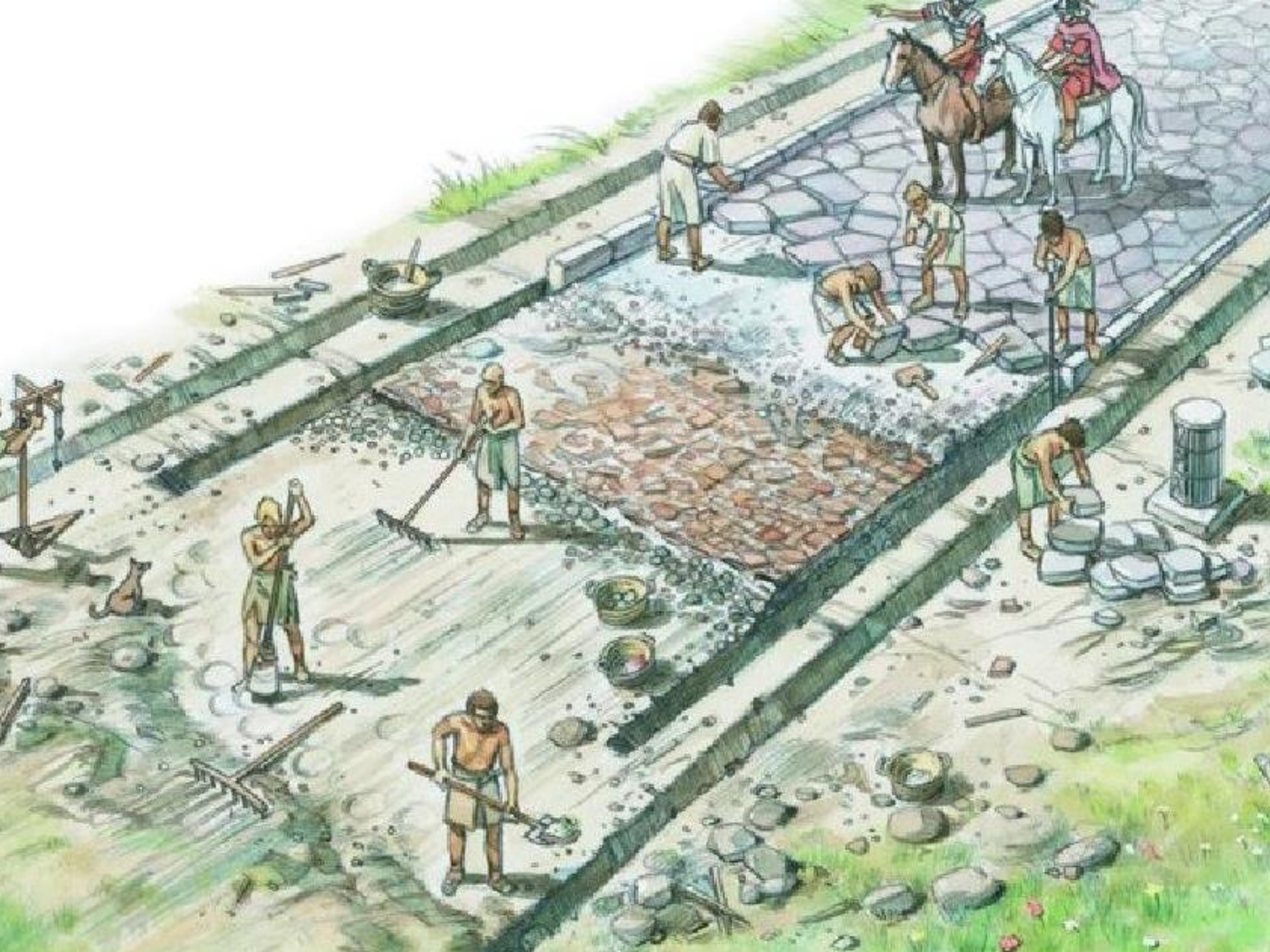


# Via Appia

- Hosszú utak királynője
  - 4,15m széles volt
  - Colosseumtól indult
  - Felvonulási út volt a hadsereg számára
  - Az első 185 km 5 évig épült (37km/év)
  - Édesvízi kemény mészkőből épült
- Kr. Előtt 312-ben kezdték el építeni











*The Appian Way is crowned in middle for storm water flow.*





***Persian Royal Road at Sardis***





The best unaltered examples of Roman roads in Britain today exist at Wheeldale Moor (North Yorkshire), Holtye (Sussex), and Blackstone Edge (near Littleborough, Greater Manchester).



# Kálvin tér az 1880-as években





## Pflastersteine

Beton


**DIN**  
**18 501**

Pavement blocks, concrete

## Inhalt

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 1. Allgemeines       | 4. Güteeigenschaften |
| 2. Maße, Bezeichnung | 5. Prüfung           |
| 3. Ausführung        | 6. Gütesicherung     |

## 1. Allgemeines

Pflastersteine aus Beton nach dieser Norm werden unter Verwendung von Zement nach DIN 1184 und Zuschlagstoffen in Betonwerken (siehe DIN 4225 Ausgabe Juli 1960 Abschnitt 3.3 bis 3.4.4) hergestellt.

In dieser Norm sind nur quadratische und rechteckige Pflastersteine aufgeführt. Andere Pflastersteine sind in ihren Abmessungen nicht genannt; sie müssen jedoch den Güte- und Prüfbedingungen für Pflastersteine entsprechen. Für einen ordnungsmäßigen Einbau sind Verband- und Andrussteine notwendig.

Die Pflastersteine müssen bei Auslieferung, spätestens jedoch im Alter von 28 Tagen, die in den Abschnitten 2 bis 4 festgelegten Eigenschaften haben, die nach den Abschnitten 5 und 6 nachzuweisen sind.

Es ist Sache des Herstellers, die Rohstoffe, die Betonzusammensetzung, die Herstellungsart und die Art der Nachbehandlung während des Erhärtens so zu wählen, daß die Bedingungen dieser Norm erfüllt werden.

## 2. Maße, Bezeichnung

Tabelle 1. Abmessungen in mm

Größe	Breite $\pm 3$	Länge $\pm 3$	Höhe $\pm 5$
1	160	160	140
2	160	240	140
3	160	160	120
4	160	240	120
5	160	200	100
6	160	100	80

Bezeichnung eines rechteckigen Pflastersteines 160 mm  $\times$   $\times$  240 mm  $\times$  140 mm<sup>1)</sup> (Größe 2)

Pflasterstein 2 DIN 18 501

## 3. Ausführung

3.1. Pflastersteine müssen aus dichtem Beton hergestellt und frei von Rissen sein. Sie können vollständig oder abgefaßt sein.

1) Werden Pflastersteine mit bestimmten Zuschlagstoffen oder mit einer farbigen Oberfläche verlangt, sind geeignete Zuschlagstoffe, Ausführung und Farbe zu vereinbaren.

3.2. Pflastersteine werden in der Regel einschichtig hergestellt. Werden sie zweischichtig hergestellt, so müssen Unterbeton und Versatzbeton untereinander verbunden sein.

Der Beton an der Nutzfläche kann hell, dunkel oder farbig hergestellt werden; die Griffigkeit kann durch entsprechenden Kornaufbau verbessert werden.

3.3. Für die Herstellung der Pflastersteine sind als Zuschlagstoffe (siehe auch DIN 4226 und Fußnote 2) zu verwenden:

- gebrochenes, wetterbeständiges natürliches oder künstliches Hartgestein<sup>1)</sup>
- gebrochenes, wetterbeständiges natürliches oder künstliches Hartgestein<sup>1)</sup> und quarzhaltiger Natursand
- hoher, wetterbeständiger Kiesgrad.

3.4. Bei der Herstellung der Pflastersteine kann auch weißer Zement verwendet werden. Auch Hartbetonstoffe können beige mischt werden.

## 4. Güteeigenschaften

## 4.1. Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeit des Betons muß im Mittel mindestens den Werten der Tabelle 2 entsprechen. Einzelwerte dürfen diese Druckfestigkeiten um höchstens 15% unterschreiten.

Tabelle 2. Druckfestigkeit in Abhängigkeit von der Steinhöhe

Höhe einschließlich Abgleichsicht mm	200	160	140	120	100	80
Druckfestigkeit $\text{kp/cm}^2$ mindestens	600	612	618	624	630	636

Zwischen erforderliche Zwischenwerte müssen interpoliert, darüberliegende Höhen extrapoliert werden.

Beispiel für die Bestimmung der Prüfhöhe und Druckfestigkeit: Pflasterstein 2 DIN 18 501; gemessene Höhe: 142 mm; gemessene Höhe einschließlich Abgleichsicht: 152 mm; geforderte Druckfestigkeit: mindestens 615  $\text{kp/cm}^2$ .

1) Natürliches Hartgestein mit Druckfestigkeit von mindestens 1800  $\text{kp/cm}^2$  im durchfeuchten Zustand. (Prüfung nach DIN 52 105)

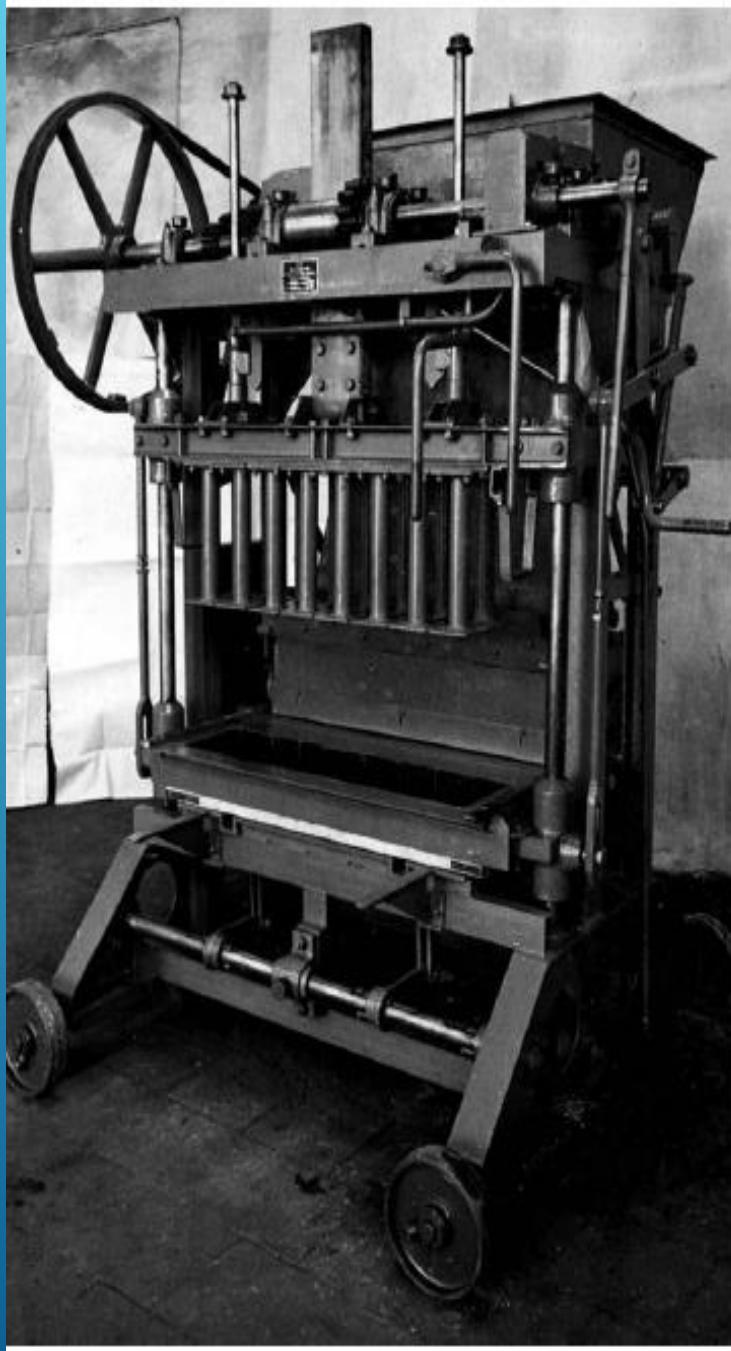
Zum künstliches Hartgestein zählt u. a. Hochofenschlacke, Hochofenschlacke als Zuschlagstoffe für Beton u. Stahlbeton — Richtlinien für die Lieferung und Prüfung<sup>2)</sup> (Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton, 7. Auflage 1960 — Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin — Seite 40).

Fortsetzung Seite 2

Fachnormenausschuß Bauwesen im Deutschen Normenausschuß (DNA)  
 Fachnormenausschuß Materialprüfung im DNA

Herdruck, nach Austragen, vor der Gestaltung der Druckform für den Druck, Teil II, gefaltet.

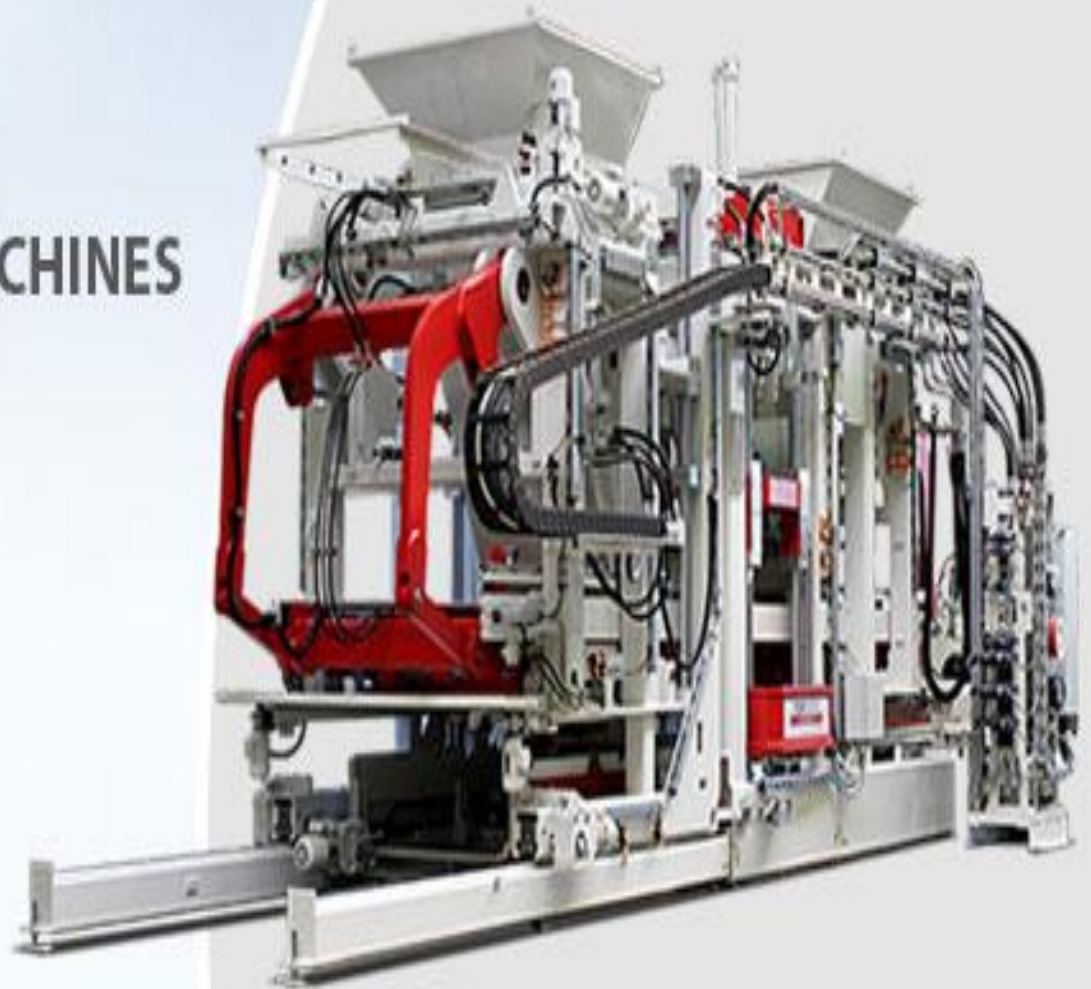




*An early concrete paver machine and typical storage for curing prior to packaging.*



- **CONCRETE BLOCK MACHINES**
- **MIXERS**
- **TRANSPORT AND HANDLING SYSTEMS**





## Wass Albert: A kövekről

- „A szavak csak olyanok mint azok a kis kövek amelyeket a föld felszínén látsz, de amelyek mégis mutatják, hogy lent a föld alatt nagy – nagy sziklák vannak”

# Hazai köveink

- Hazánk legősibb kövei 1100millió évesek, Alföld alatti mélyen fekvő palák
- A felszíni köveink közül a Zemplén hegység csillámpalái a legidősebbek 900 millió évesek
- 100MPa-alatti kövek kis szilárdságúak, nem alkalmasak kültéri burkolásra mert nem tartósak
- 100-200MPa közé esőek a közepes szilárdságúak, ezek egy része már számításba jöhet alacsony igénybevételű helyszíneken
- 200MPa felettiek a kemény kövek, ezek a legkedvezőbbek kültéri burkolatokhoz



# KÖZETEK EGYIRÁNYÚ NYOMO SZILÁRDSÁGA MSZ EN ISO 1-4689-1 5. TÁBLÁZATA SZERINT

A kő osztály típusa	Terepi azonosítás	Egyirányú nyomószilárdság N/mm <sup>2</sup>
4. Mérsékelten szilárd	Késsel nem karcolható, geológus kalapács tompa végével megütve egy darab letörhető	25-50
5. Szilárd	Geológus kalapács tompa végével többször megütve egy darab letörhető	50-100
6. Nagyon szilárd	Geológus kalapács tompa végével sokszor erősen megütve törhető le egy darab	100-250
7. Rendkívül szilárd	Geológus kalapáccsal csak forgácsolható, csak kisebb szilánkok pattinthatók le	>250

▶ Faggyal szembeni ellenállóképeséget nem elsősorban az egyirányú nyomószilárdság határozza meg, hanem a kő szövetszerkezete.



# APRÓZÓDÁSI VIZSGÁLAT

## LEGISMERTEBB LOS ANGELES VIZSGÁLAT

### MICRO DEVAL (MSZ EN 12620)

Szilárdsági csoportok	LA	MDE
	Osztályok	
A (0)*	≤15	≤10
B (A)	≤20	≤15
C (B)	≤25	≤20
D (C1)	≤30	≤25
E (C2)	≤35	≤25
F (D1)	≤40	≤30
G (D2)	≤45	>30
H (megadott)	>45	megadott

\*zárójelben a korábbi műszaki előírás szerinti kategóriák

Melyik a hazai köveink  
közül a legkopásállóbb

?



# EGERBAKTA



22

# FŐBB HAZAI KÖVEINK LA ÉRTÉKEI

Helyszín	Kő típus	LA érték
Egerbakta	Diabáz	9,5!
Somoskőújfalu	Andezit	12,6!
Zalahaláp	Bazalt	13,1!
Komló	Andezit (szürke)	14,0
Uzsa	Bazalt	14,1
Recsk	Andezit	14,1
Komló	Andezit (vörös)	20,7
Somoskő	Bazalt	25
Iszkaszentgyörgy	Dolomit	26,8



## EK Üzemi gyártásellenőrzés megfeleléségi tanúsítványa 2095 CPR 204

Az EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 305/2011/EU RENDELETE (2011. március 9.) az építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételek megállapításáról és a 89/106/EGK tanácsi irányelv hatályon kívül helyezéséről - szerint tanúsítjuk, hogy a

**Colas Északkeleti Bányászati Korlátolt Felelősségű Társaság**  
(3915 Tarcfal, Malom u. 10.)

**EN 12620 Kőanyag-halmazok (adalékanyagok) betonhoz,  
EN 13043 Kőanyag-halmazok (adalékanyagok) utak, repülőterek és más  
közforgalmú területek aszfaltkeverékeihez és felületi bevonatokhoz,  
EN 13450 Vasúti ágyazati kő, EN 13383-1 Vízépítési terméskő,  
EN 13242 Kőanyag-halmazok műtárgyakban és útépítésben használt, kötőanyag  
nélküli és hidraulikus kötőanyagú anyagokhoz**

termékének melyet a  
**Egerbakatai Üzem**  
(3321 Egerbakta, Tarkó-bánya)

üzemében gyárt az EN 12620, EN 13043, EN 13450, EN 13242, EN 13383-1 szabványnak megfelelően a termék első típus- és gyártásközi ellenőrzési vizsgálatait elvégezték, és a mintavételek az előírt vizsgálati tervnek megfelelőek.

A Technológiai, Laboratóriumi és Innovációs Zrt. Tanúsító Iroda az üzemi gyártás ellenőrzés alapvizsgálatát elvégezte, az üzemi gyártásellenőrzést folyamatosan felügyeli, értékeli és jóváhagyja, erről éves rendszerességgel határozatot ad ki.

A tanúsítási határozat igazolja azt, hogy az üzem által, a fent hivatkozott szabványok alkalmazásra kerültek, és jogosít a CE jelölés használatára.

### **Tervezett felhasználási terület:**

Beton gyártásához, Utakhoz és más műtárgyakhoz alapréteggként és aszfalt keverékhez, Vasúti ágyazati kőnek, Vízépítési műtárgyakhoz – „különleges biztonsági követelmények” mellett.

Ez a tanúsítvány 2014. augusztus 8 -án került először kiadásra és érvényes visszavonásig, vagy míg a hivatkozott harmonizált szabványban meghatározott feltételek, vagy a gyártó üzemi gyártás ellenőrzési rendszere jelentősen nem változik.

*Budapest, 2014. augusztus 8.*



  
**SAJNI JÓZSEF**  
TLI Zrt. Tanúsító Iroda  
vezető

EN 1341, EN 1342, EN 1343 (2000)

Osztály	Min. szakító szilárdság kN	Tipikus felhasználási terület
0	-	Dekoráció
1	0,75	Gyalogos forgalom habarcsba rakva
2	3,5	Kerékpárút, kert, balkon
3	6,0	Időnként gépjármű terhelés, könnyű tehergépkocsi, motor, garázsbehajtó
4	9,0	Gyalogos terek, tűzoltó gépjárművek által is használt közepes gépjármű terhelés
5	14,0	Nehéz gépjárművek által használt
6	25,0	Utak, terek, üzemanyag-töltők

**25**



# A köburkolatnak 4 fő ellensége van!





# Tervezésről





# BORDERS AND BANDING IDEAS FOR PAVERS



Richcliff® (Dawn Mist and Pebble Taupe) paver with Cophorne® (3 Color Blend) accent



Cophorne (3 Color Blend) paver with Brussels Block (Sandstone) accent



Brussels Block® (Sierra) with Cophorne (Basalt) accent



Umbriano® (Autumn Sunset) paver with Cophorne (3 Color Blend) accent



Courtstone® (Basalt, Belgian Blue and Dawn Mist) with Cophorne (3 Color Blend) accent



Richcliff (Dawn Mist and Pebble Taupe) with Courtstone (Basalt) accent



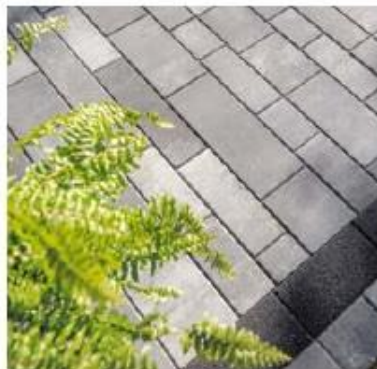
Umbriano (Summer Wheat) with Il Campo® (Heritage Brown) and Series 3000® (Onyx Black) accents



Beacon Hill Flagstone™ (Bavarian Blend) with Series 3000® (Mocha Brown) accents



Avante Ashlar™ (Almond Grove) with Cophorne (Burgundy Red) and Courtstone (Basalt) accents



Artline™ (Steel Mountain) with Series 3000 (Onyx Black) accent



Thornbury™ (Alpine Grey) with Town Hall™ (Basalt) and Brussels Block (Sandstone) accent



Brussels Block (Limestone) with Courtstone (Basalt) accent





Custom color with Onyx Black, Golden Tan and Mocha Brown accents



Figyelembe veendő szabványok, műszaki előírások számba vétele

- Talajmechanikai, talajazonosító vizsgálatok a térkő tervező rendelkezésére állnak-e?
- A tervezési feladat nagyságától, összetettségétől, helyszínétől, körülményeitől függően építési engedély köteles-e a munka, vagy nem?
- A kiindulási adatok birtokában a Megbízó jóváhagyását megszerezni az alábbi alapkérdésben: **funkció?** vízzáró, vagy vízáteresztő rétegrend legyen?
- Tervezési időtáv egyeztetése a Megbízóval.
- Minőségügyi követelmények szintjének tisztázása a Megbízóval.
- Az építőanyagok minőségének, paramétereinek pontos meghatározása, beszerzési lehetőségeinek tisztázása a Megbízóval.

## A szabványok alkalmazásának szabályairól

- A szabványok alkalmazását önkéntessé tette a szabványosításról szóló 1995. évi XXXVIII. Törvény
- Legalább a szabványban leírtakkal egyenértékű más megoldást választanak a tervezők és a felhasználók
- Az egyenértékűséget, vagy a magasabb teljesítőképeséget a tervezőnek és a felhasználónak bizonyítania kell
- A jogszabályokban előírt szabványok alkalmazása továbbra is kötelező
- A szabványtól való eltérés nem mentesíti a tervezőt az anyagspecifikációk megadásától, és a tervező felelőssége, milyen méretű, minőségű anyagokat ír elő, milyen pályaszerkezetet tervez





- Funkcióra tervezés:

- Nagy, 3-4t-nál nagyobb terhelésre szánt burkolathoz hazánkban még kockázatos vízáteresztő kiselemes burkolatot tervezni!
- Nagy terhelések tartós viselésére csak a lemezként viselkedő, összekapcsolt természetes kövek képesek leginkább. különleges esetekben a hagyományos kiselemes térkő is számításba jöhet megkötéssel, sőt még vízáteresztő rétegrénd is elképzelhető, megkötésekkel.
- Ehhez speciális, pld polimer homok polimer gél, SIKA FAST FIX termékei, vízzáró hézagkitöltő anyagok kellene (24 óra után a gyalogos forgalom használhatja, a nehéz közúti forgalom 7 napos utókezelést követően tudja igénybe venni a burkolatot)



- MSZ EN 1341, 1342, 1343, 1467, 1468, 12047, 12440, 12670
- Ki ismeri a természetes kövek beépítésének (tervezés, építés, karbantartás) hazai szabályozását???

„Felhasználás előtt a termékről semmilyen dokumentum sem állapítja meg, mire alkalmazható. A felelősség a tervezőt (ha van) és a felhasználót terheli.” Dr Gálós Miklós

„Határozottan állítható, hogy bármely épített létesítmény olyan minőségi színvonalú, amilyen annak a tervezése”

Dr Habil Gáspár László: Közlekedési létesítmények élettartama



Az Útügyi Műszaki Előírás csak kiselemes **betonkő** burkolatra vonatkozik. Sok megállapítása, tanácsa túlhaladott, a gyakorlat nem igazolta vissza megfelelőségét.

MSZ EN 1338 Beton útburkoló elemek, követelmények, vizsgálati módszerek

e-ÚT 06.03.42 (ÚT 2-3.212) Betonkő burkolatú útpályaszerkezetek tervezése és építése követelmények

Dr Brian Shackel: Betonkő burkolatok kézikönyve (Terc, 2002)

MSZ EN 1341:2002 Természetes útburkoló kőlapok külső kövezésre

MSZ EN 1342:2002 Természetes útburkoló kövek külső kövezésre, követelmények és vizsgálati módszerek

MSZ EN 1343:2002 Természetes útszegély kövek külső kövezésre



# **Környezeti körülmények, éghajlatváltozás nélkül, éghajlat változás hatására**

- EN 12371 legalább 56 fagyási ciklusnak kell ellenállnia a burkolókőnek (-12°C +20°C) közötti vizsgálatnál
- felszíni csapadékvíz korrekt megoldása
- pályaszerkezet víztelenítés megoldása
- vízzáró, vagy vízáteresztő koncepció érvényesítése
- Funkcióra tervezés szem előtt tévesztése



## Az éghajlatváltozásról és annak következményeiről

- A klímaváltozás a nagy intenzitású csapadékok gyakoriságának növekedésével jár
- Helyben felhasználni, hasznosítani a csapadékvizet ami nemzetgazdasági érték
- A vízáteresztő „öko” burkolatok elterjedése
- Az elavult statikus hidrológiai modellt fel kell(ene), hogy váltsa egy dinamikus, amellyel pontosabb eredményeket lehetne kapni
- A tervezés során nagy gondot kell fordítani a felszín és a pályaszerkezet víztelenítésére



# Dr Gáspár László „Klíma 21” füzetek 2010. 61. számából

Az éghajlatváltozás utakra gyakorolt hatása

- VAHAVA jelentés 2006 világtendencia
- Szélsőségek megjelenése
  - tartósan magas hőmérséklet (30 °C)
  - özönvízszerű esőzés
  - orkánszerű szélvihar

- A mai felhasznált anyagok a megnövekedett hőmérséklet, főleg a globálsugárzás növekedés (>25%!!!) miatt gyorsabb ütemben mennek tönkre, kevésbé tudják a szélsőséges időjárást elviselni.

Csapadékvíz-hálózat sem képes az azonnali elvezetésre.

- Folyamatosan hosszabb időn keresztül nagy területre kiterjedő rendkívül nagy mennyiségű eső, tartós, intenzív ónos eső. A többlet víz minőségromlást okoz.



# M6 autópálya













Caterpillar 797F > 200 t



Australia Mack, 610 LE, 112  
pótkocsi, 1475 m > 1300 t








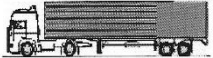
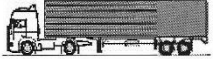
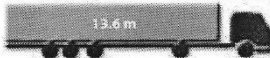




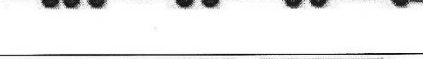



**„A siker, vagy a bukás  
okai a földre vannak  
rejtve.”**

**(Dr Farkas József:  
Építmények  
világtörténete)**

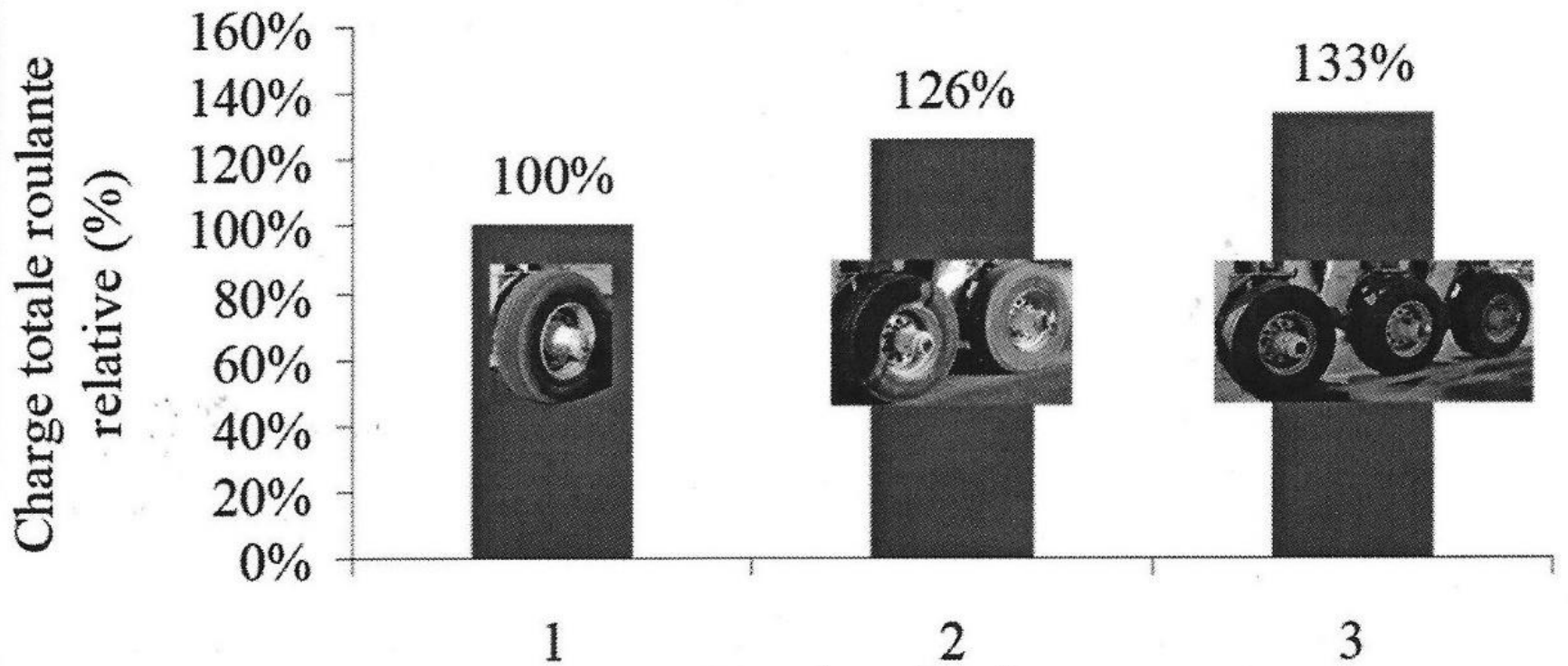
# A talajok térfogat-változási hajlamának minősítése

- D-1 Nem térfogatváltozó a talaj, ha
  - plaszticitási indexe  $I_p < 15 \%$ ,
  - iszap+agyag-tartalma  $S_{0,063} < 40 \%$ .
- D-2 Kissé térfogatváltozó a talaj, ha
  - plaszticitási indexe  $15 \leq I_p < 20 \%$ ,
  - lineáris zsugorodása  $\varepsilon_\ell < 3 \%$ .
- D-3 Közepesen térfogatváltozó a talaj, ha
  - plaszticitási indexe  $20 \leq I_p < 30 \%$ ,
  - lineáris zsugorodása  $3 \leq \varepsilon_\ell < 6 \%$
- D-4 Nagyon térfogatváltozó a talaj, ha
  - plaszticitási indexe  $30 \leq I_p < 40 \%$
  - lineáris zsugorodása  $6 \leq \varepsilon_\ell < 9 \%$ .
- D-5 Különösen térfogatváltozó a talaj, ha
  - plaszticitási indexe  $I_p \geq 40 \%$ ,
  - lineáris zsugorodása  $\varepsilon_\ell \geq 9 \%$ .



N°	Type de poids lourd et configuration d'essieux (R.S: roue simple ; R.J : roues jumelées ; R.I : roues isolées)	Nombre de groupes d'essieux	Nombre d'essieux élémentaires	Nombre de roues	Charge utile (tN)	Agressivité des P.L.		
						VRNS 26	VRNS 2	VRS 2
1	 R.S+ Jumelage	2	2	6	130	1	1	1
2	 R.S+ Tandem à R.I	2	3	6	180		0,72	0,81
3	 R.S+ Tandem à R.J	2	3	10	210	0,51	0,55	0,37
4	 R.S+ Tridem	2	4	8	270	0,68	2,05	1,69
5	 R.S+ Tandem à R.J + Tandem à R.J	3	5	18	420	1,02	1,1	0,74
6	 R.S+ Jumelage+ Tandem à R.J	3	4	14	340	1,51	1,55	1,37
7	 R.S+ Jumelage+ Tandem à R.I	3	4	10	310	-	1,72	1,81
8	 R.S+ Jumelage+ Tridem à R.I	3	5	12	400	1,68	3,05	2,69
9	 R.S+ Jumelage+ Quad à R.I	3	6	14	490	1,88	5,09	3,6
10	 R.S+ Jumelage+ Quint. à R.I	3	7	16	580	2,07	7,73	4,77
11	 R.S+ Tandem à R.J + Tridem à R.I	3	6	16	480	1,19	2,6	2,06
12	 R.S+ Tandem à R.I + Tandem à R.I+Tridem à R.I	4	8	16	630	-	3,49	3,31
13	 R.S+ Tandem à R.J + Tandem à R.I+Tridem à R.I	4	8	20	660	-	3,32	2,87
14	 R.S+ Tandem à R.J + Tridem à R.I+Tandem à R.I	4	8	20	660	-	3,32	2,87
15	 R.S+ Tandem à R.J + Tridem à R.I+Tandem à R.J	4	8	24	690	-	3,15	2,43
16	 R.S+ Tandem							





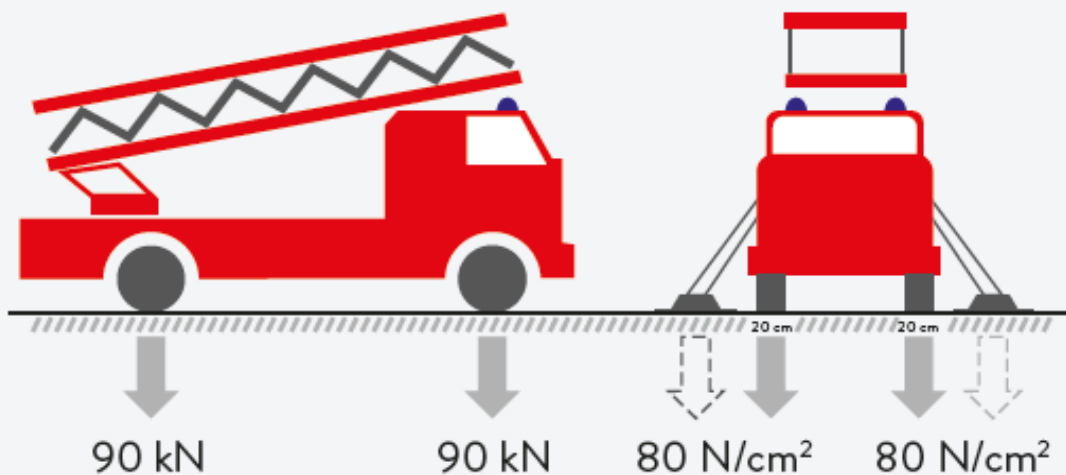


# Forgalmi kategóriákhoz rendelt koncepció, terhelések (funkcióra tervezés)

- Sétáló utca, kerékpárút, bevásárlóközpont, stb.  
(VIGYÁZAT! Tűzoltó gépjármű 160 kN (16 t)  
tengelyenként 90 kN (9 t)  
nyomás a burkolatra kitámasztáskor: 80N/cm<sup>2</sup>  
(0,8N/mm<sup>2</sup>))
- 3,5 t terhelésig! vízáteresztő lehetőség  
2 feltétel:  $k \leq 10^{-5}$  m/s, talajvíz 2,0 m alatt legyen
- 3,5 t felett vízzáró rétegrend előnyösebb!
- Legrosszabb eset a kombinált megoldás,  
eredmény a következő diákon

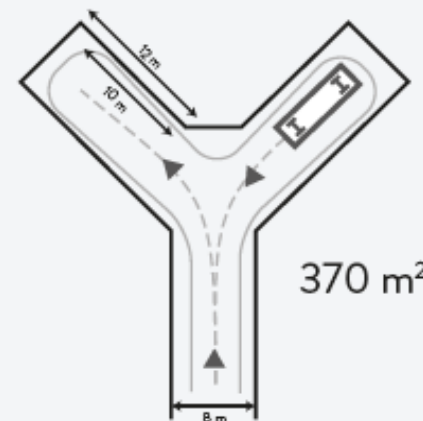
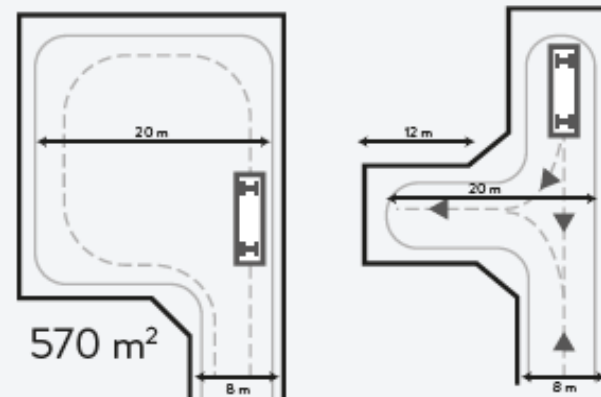
## MINIMÁLIS MOZGÁSTERÜLET 10 M HOSSZÚ TŰZOLTÓ RÉSZÉRE

EGY TŰZOLTÓ GÉPJÁRMŰ  
TERHELÉSE A BURKOLATRA  
MOZGÁS KÖZBEN



TELJES TERHELÉS  
160 kN

MOZGÁS KÖZBEN  
A KEREKEK ADJÁK ÁT A  
TERHELÉST, LETALPALÁSKOR  
ÁLLÁS KÖZBEN A KITÁMASZTÁSOK





EGER, 2016.04.27



48





TŰZOLTÓSÁG

EGER

EGER  
VÁROSGONDÓZÁS

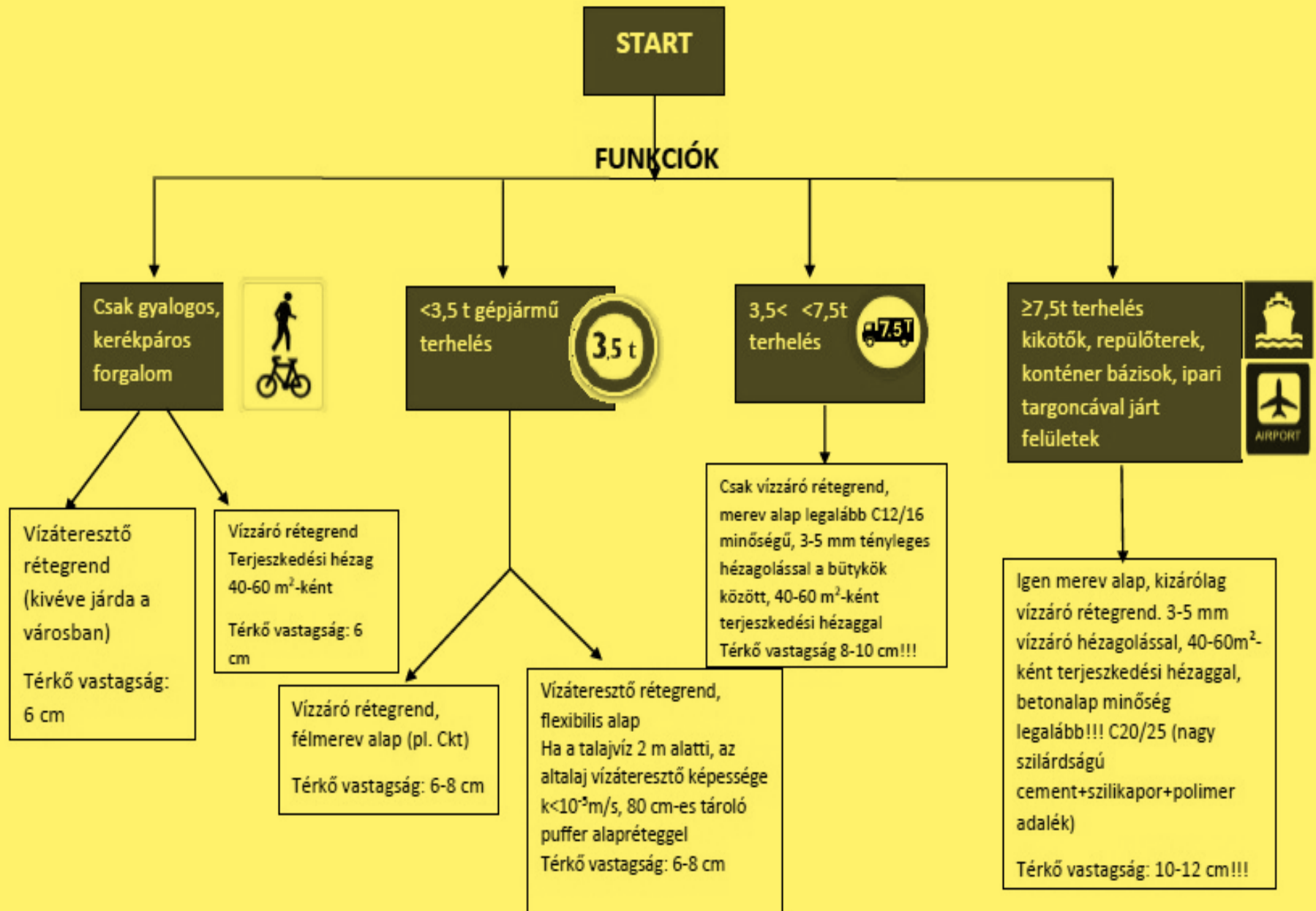
EGER  
VÁROSGONDÓZÁS

EGER  
VÁROSGONDÓZÁS

EGER  
VÁROSGONDÓZÁS

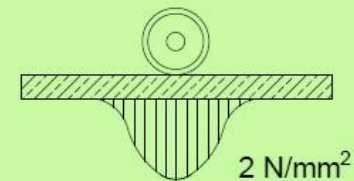
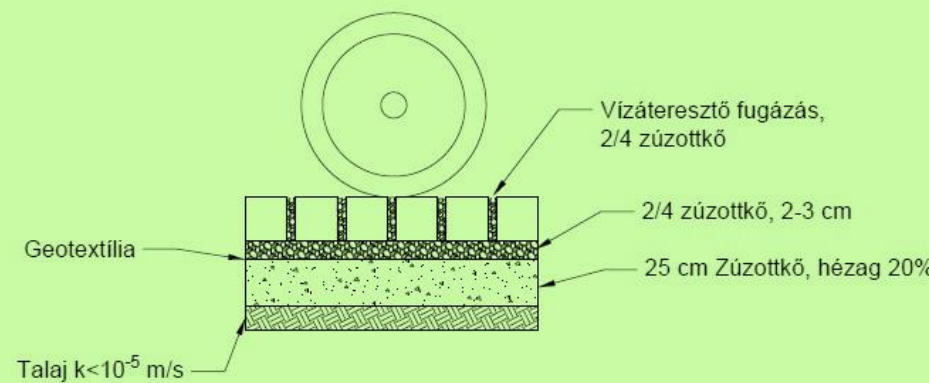
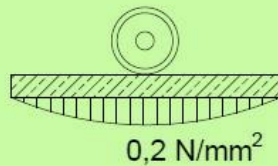
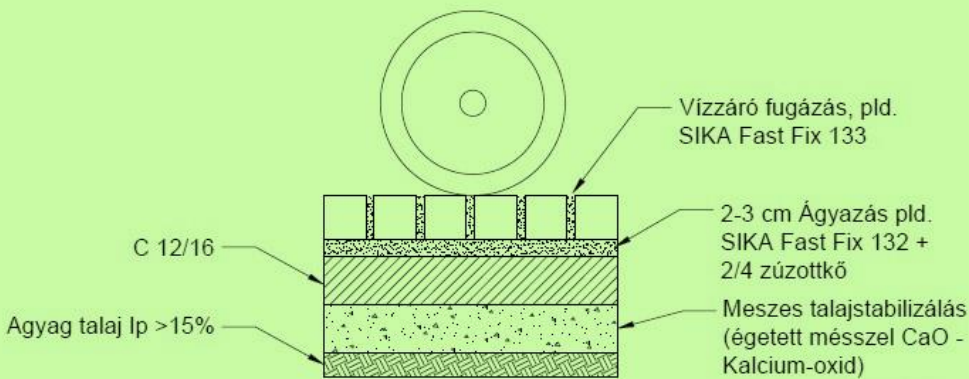


TERVEZÉSI ALAPELVEK A FUNKCIÓRA TERVEZÉS RENDEZŐ ELVE ALAPJÁN  
(A JÓ GYAKORLATOT FOLYTATÓ NEMZETKÖZI IRODALOM FELHASZNÁLÁSÁVAL)



# FORGALMI TERHELÉS

MEREV (NAGY FORGALMÚ, NEHÉZ FORGALMAT IS ELVISELŐ) ÉS FLEXIBILIS (HAJLÉKONY) PÁLYASZERKEZET KÖZÖTTI FESZÜLTÉG KÜLÖNBSÉG, AMELY ÁTADÓDIK A PÁLYASZERKEZETRE, FÖLDMŰRE







**NEM A TÉRKŐ A HIBÁS!!!**

**52**

# A KERÉKNYOMÁS IS IGEN ELTÉRŐ LEHET

*A. Vaitkus et al. / The 9th Conference Environmental Engineering. Selected Papers, Article number: enviro.2014.173*



Fig. 1. Examples of loading sources



Characteristics of load source<sup>a)</sup> [2], [27–30]

	Contact area, mm <sup>2</sup>	Contact pressure, MPa
	b)	0.3–1.7 <sup>c)</sup>
Handling equipment of ports	b)	0.7–1.7
Container	26 250	2.59–12.5 <sup>d)</sup>
Heavy vehicle	b)	0.6–1.0
Trailer dolly (steel wheels)	8800	35–40
Trailer pivot plate	33750	2.0
Handling equipment of industrial areas	b)	0.5–1.0
EuroPallet	116 000	0.03–0.44 <sup>e)</sup>
	b)	0.20–0.25

Impact loads haven't been included in to table due to their variety.

<sup>a)</sup> Source is wheel. The contact area of tire-pavement depend on characteristics of tire.

<sup>b)</sup> depends on type of aircraft.

<sup>c)</sup> on the pavement the contact pressure is 2.59 MPa, then eight containers – 12.5 MPa.

<sup>d)</sup> on the pavement the contact pressure is from 0.03 MPa depending on the

<sup>e)</sup> depends

**Tömeg**

**Egy sarokra jutó nyomó  
igénybevétel**

30t

4,31 N/mm<sup>2</sup>





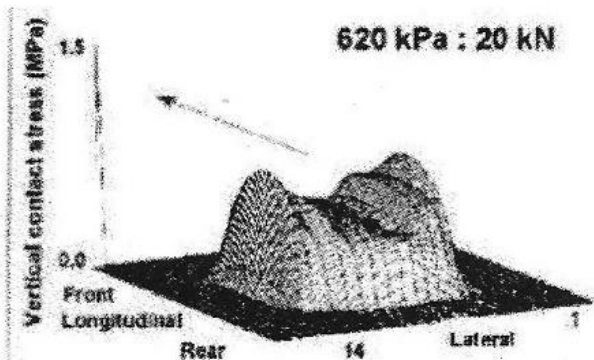




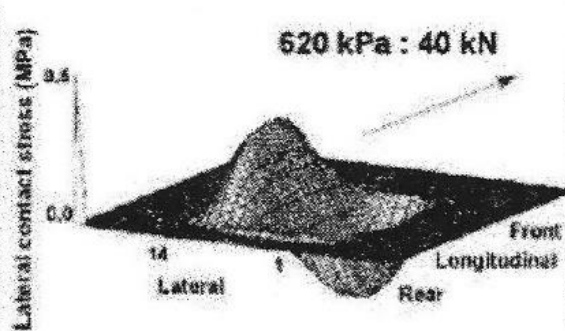
Volán autóbusz végállomás, Népliget

57

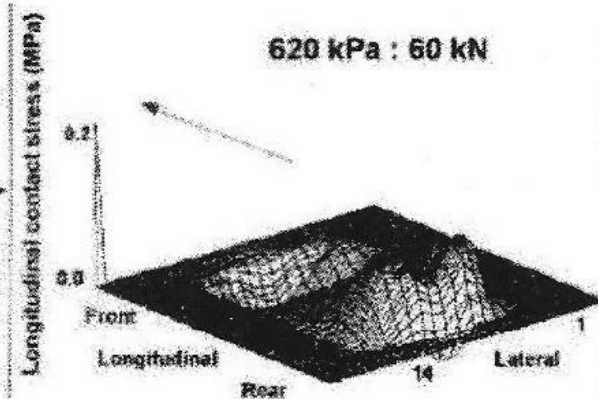




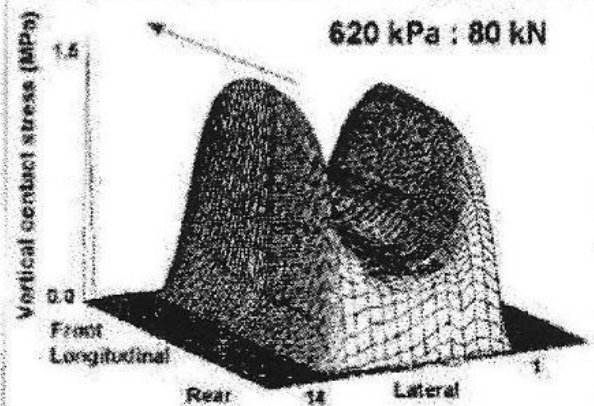
(A) VERTICAL CONTACT STRESS (MPa)



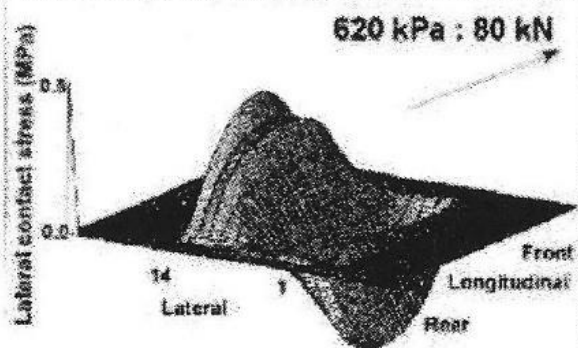
(B) LATERAL TRANSVERSE STRESS (MPa)



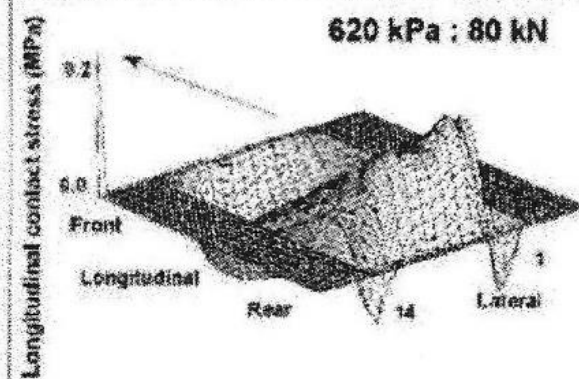
(C) LONGITUDINAL STRESS (MPa)



(D) VERTICAL CONTACT STRESS (MPa)



(E) LATERAL TRANSVERSE STRESS (MPa)



(F) LONGITUDINAL STRESS (MPa)

Modellezés

August 2002  
Volume 9, Number 3

# Interlocking Concrete

PAVEMENT MAGAZINE

A publication of the Interlocking Concrete  
Pavement Institute



**Port Authority of NY & NJ  
Places Pavers**

**Permeable Pavement  
Projects**

**Bedding Sand:  
That Critical Inch**

**Roof Plaza Decks  
with Pavers**





# FAGY-OLVADÁSI KÁROKRÓL



# HAZÁNK FAGYÉRZÉKENYSÉGI ZÓNÁI





# Talajok fagyérzékenysége

## F értékei

Csoport jel	Könnyű forgalmi terhelési osztály (3,5 to-7,5 to)		Szemeloszlási jellemzők (>7,5 to)		
	Talaj	Fagyérzékeny	Fagyveszélyes	Fagyérzékeny	Fagyveszélyes
I. csoport		40	50	60	70
II. csoport		50	60	70	75
III. csoport		60	70	75	80

Forrás: [se.sza.hu/images/igm\\_se006\\_1/2014-09-12PDF](http://se.sza.hu/images/igm_se006_1/2014-09-12PDF)

# Fagyveszélyességi kategóriák

A fagyveszélyesség minősítése		Megnevezés	A szemeloszlás jellemzői		Plaszticitási index $I_p$ , %
			0,02 mm-nél kisebb szemcsék tömegszázaléka	0,1 mm-nél	
X-1	fagyálló	homokos kavics	< 10	< 25	–
		kavicsos homok homok			
X-2	fagyérzékeny	iszapos kavics	10 – 20	25 – 40	–
		iszapos homok	10 – 15		
		sovány agyag			15 – 20
		közepes agyag			20 – 30
		kövér agyag			> 30
X-3	fagyveszélyes	iszapos kavics	> 20	> 40	–
		iszapos homok	> 15		
		finom homok	< 10	> 50	–
		iszapos finom homok	> 10		5 – 10
		iszap			10 – 15

Ha egy talaj kétféle besorolást is kaphatna, akkor a kedvezőtlenebbet kell mértékadónak tekinteni.



## $f_j$ értékei

A pályaszerkezeti réteg megnevezése	$f_j$ tényező
Zúzottkő alapok, Mechanikai stabilizáló	1,0
Cementtel stabilizált talaj, Bitumennel stabilizált homok	1,2
Cementtel stabilizált homokos kavics, Aszfaltmakadám, Sovány betonlap C12-ig	1,3
Betonburkolat C12 felett Aszfaltok Öntött aszfalt Meleg bitumenes alap	1,5

Forrás: Dr Fi (2002)

## A védőréteg vastagsági ellenőrzése

$$h_v = F - \sum(h_j \cdot f_j)$$

$h_v$  = a védőréteg vastagsága (cm)

$F$  = az éghajlati körülményekre jellemző forgalmi terhelési osztálytól, a talaj fagyveszélyességének mértékétől, a fagyhatár övezettől, illetve a tengerszint feletti elhelyezkedéstől függő irányérték.

$h_j$  = az egyes tervezett pályaszerkezeti réteg vastagsága (cm)

$f_j$  = komplex anyagi jellemző







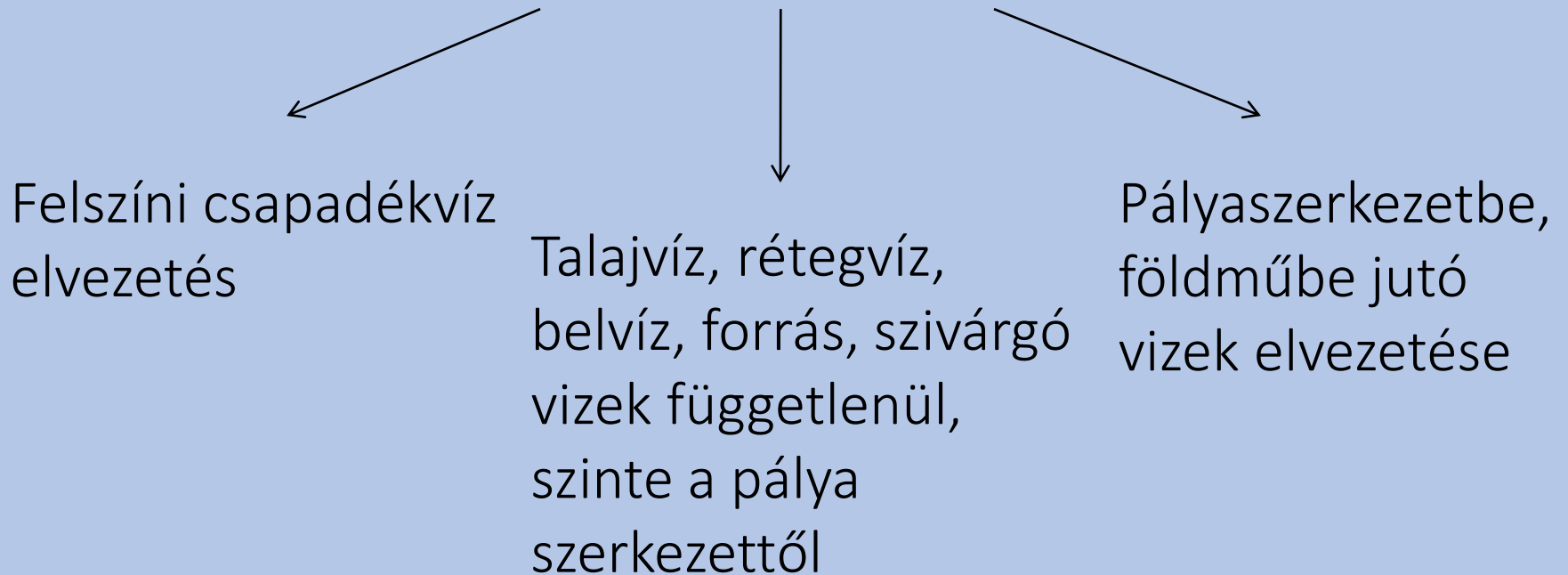
# ÚTVÍZTELENÍTÉS VÍZÚTTALANÍTÁS?





# TISZTÁN KÜLÖNBÖZIK

## • VÍZTELENÍTÉS



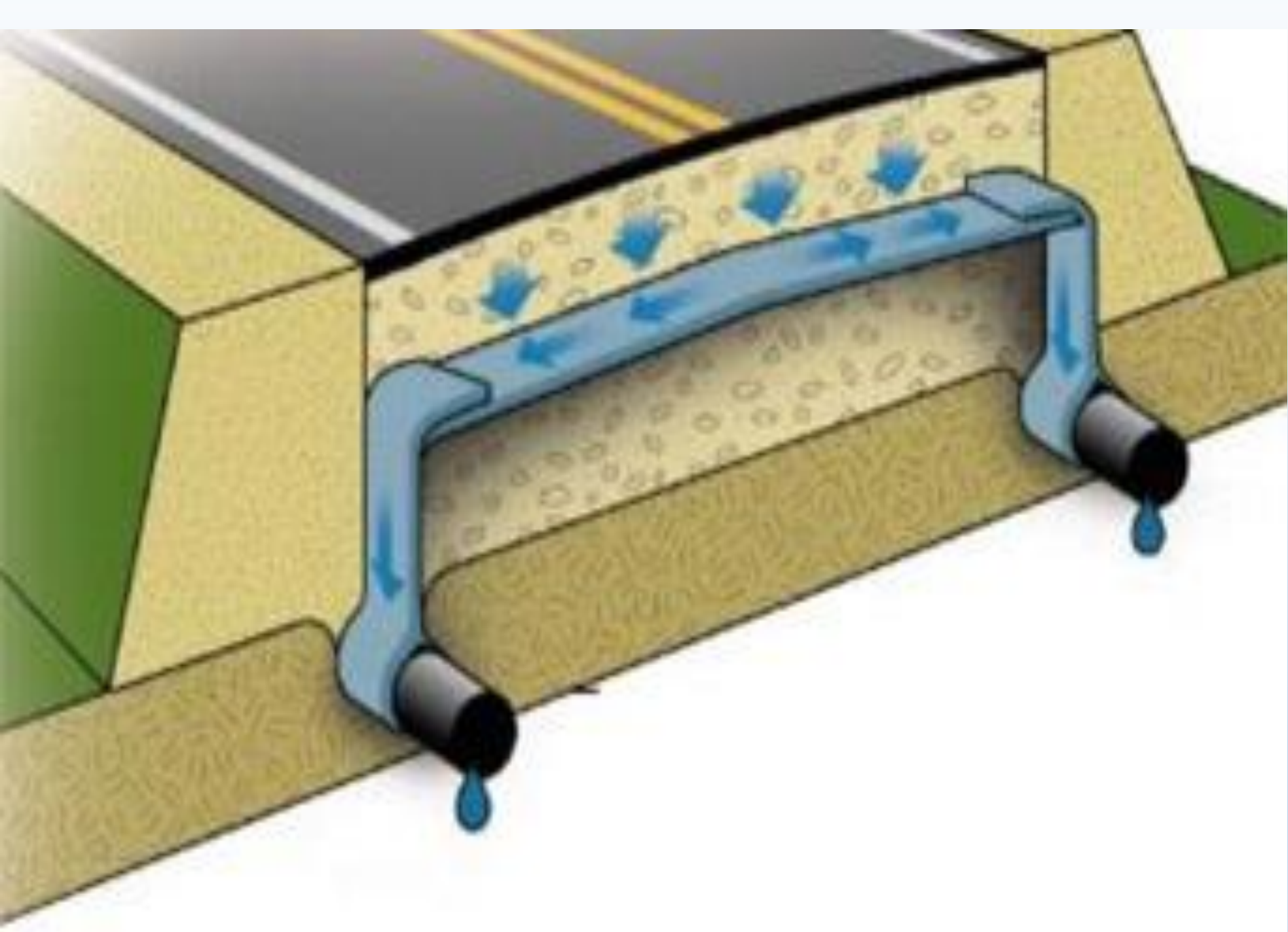
# DRÉNEZÉS FOGALMA

Összegző fogalom: Talajban, pályaszerkezetben megjelenő vizek elvezetése, kártétel nélküli elvezetés

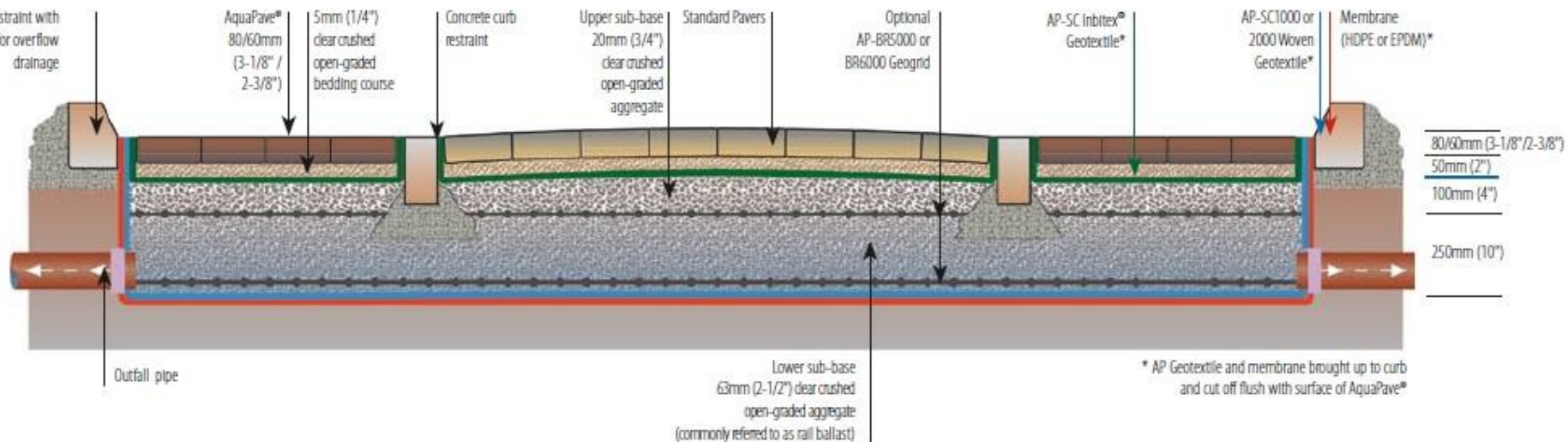
„Belső” vizek eredhetnek:

- Infiltráción keresztül – rétegek között, talaj pályaszerkezete között
- Padkán keresztüli beszivárgásból a rétegek határaihoz érkező alaprétegig érkező
- Oldalról vízgyűjtő felől, bevágásban felszín alatti vizekből

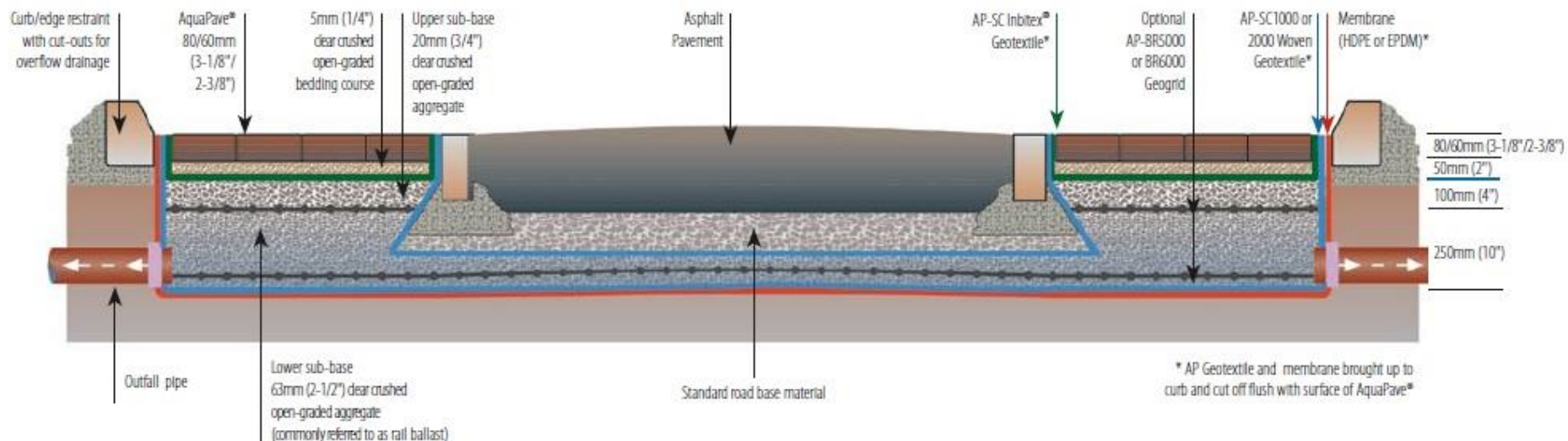




## AquaPave® In Conjunction With Conventional Interlocking Concrete Pavers



## AquaPave® In Conjunction With Asphalt Pavement





# Talajfajták

- Jól drénező talajok, nem szükséges külön drén tervezése – homokok, homok lisztek, homokos kavics
- Előnytelenek  $I_p \geq 15\%$ - $25\%$  - iszapos anyagok, enyhén kötött talajok – Drénezés elengedhetetlen
- Nagyon előnytelen talajok:  $I_p \geq 25\%$  quasi vízzárók, vagy vízzárók: itt gondos tervezés szükséges
- Előnyök a bitumennel kezelt rétegek, előnytelenek a ckt típusú alaprétegek
- Pályaszerkezet szélesítés = kötelező a drénezés! Padka víztelenítése is fontos

# MIKOR KELL DRÉNEZNI?

- Szisztematikusan kell:
- A földmű felületéről elvezetni
- Az alaprétegből kivezetni ha az nem kötött, ha kötött a felületéről elvezetni
- Építés közbeni drénezés
- Vizsgálat, ha 2,2 m-nél jobban megközelíti a pályaszintet a talajvíz, fagyvédelem
- Tartós földmű védelem

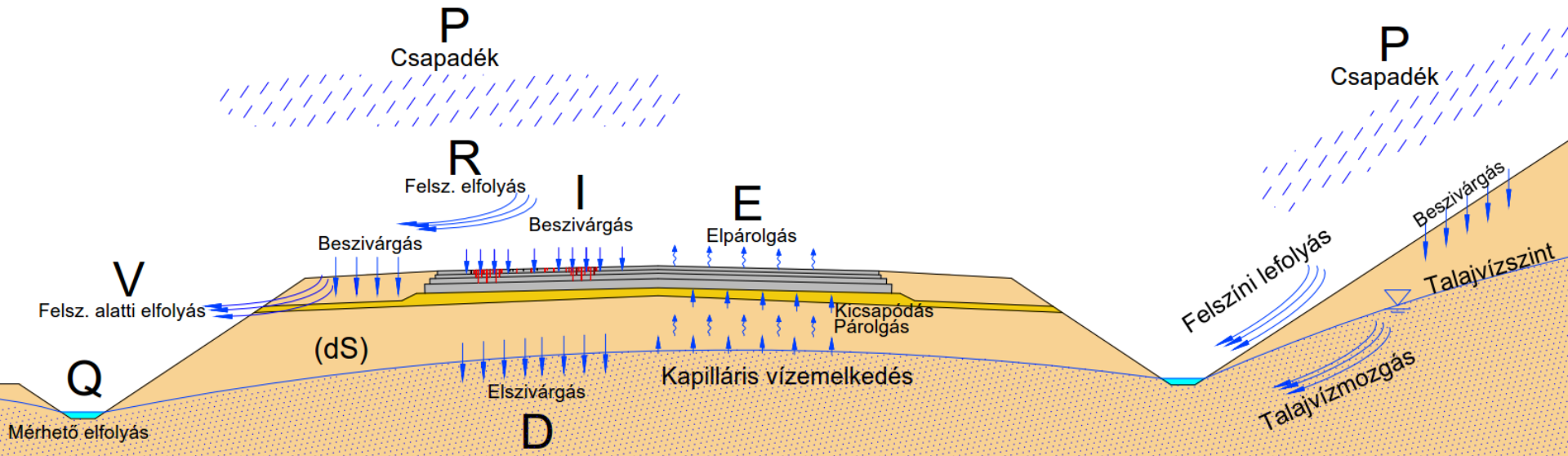


# M5 autópálya elválasztó sáv utólagos drénezése 30 év után



# Kapilláris vízemelkedés

- homokos kavics: 0,1-0,2m
- iszap: 2-3m
- kövér agyag: 10-50m!



Forrás: utugyilapok.hu



---

## PÁLYASZERKEZET VÍZTELENÍTÉS CÉLJA

- A földmű teherbíró képességének, teljesítőképességének megőrzése
- Védelem a fagykárokkal szemben
- Úgy is egyszerűsíthetnénk a földmű oldaláról a védőréteg víztelenítése

---

# VÉDŐRÉTEG

- Paplanszerű szemcsés réteg kivezetés
- Konzerválás, talajstabilizálás, agyagos talajok mésszel, homokos lösz talajok cementtel ill. ezek kombinációja  
meszezés+cementtel keverése a talajoknak
- Régen 6-8m-ként szivárgó lécs, eltömődik, nem működőképes  
30 éve nem használjuk!



# Talajjavító megoldások alkalmazása

**Cementes**  
 $I_p \leq 10\%$

**Meszes**  
 $I_p \geq 10\%$



# Talajnedvesség csoportosítása

- Kötött víz (holt víz)
- Kapilláris víz
- Szabad víz (talajvíz, vízgőz)
- A páramozgás különösen fontos szerepet játszik a homoktalajokban





# DRÉNEZÉS HATÁSA A KÖRNYEZETRE

- Hazai szabályozás szegényes
- Negatív következmények is lehetnek
- Környező növényzet kiszárad, korábbi egyensúly felborul, süllyedések keletkezhetnek!
- Bevágásban felborul az egyensúly a hirtelen leszállított talajvíz, talajtörést, csúszást is eredményezhet
- Vízfolyás irányának megváltoztatása gáthatást káros feldúsulást eredményezhet





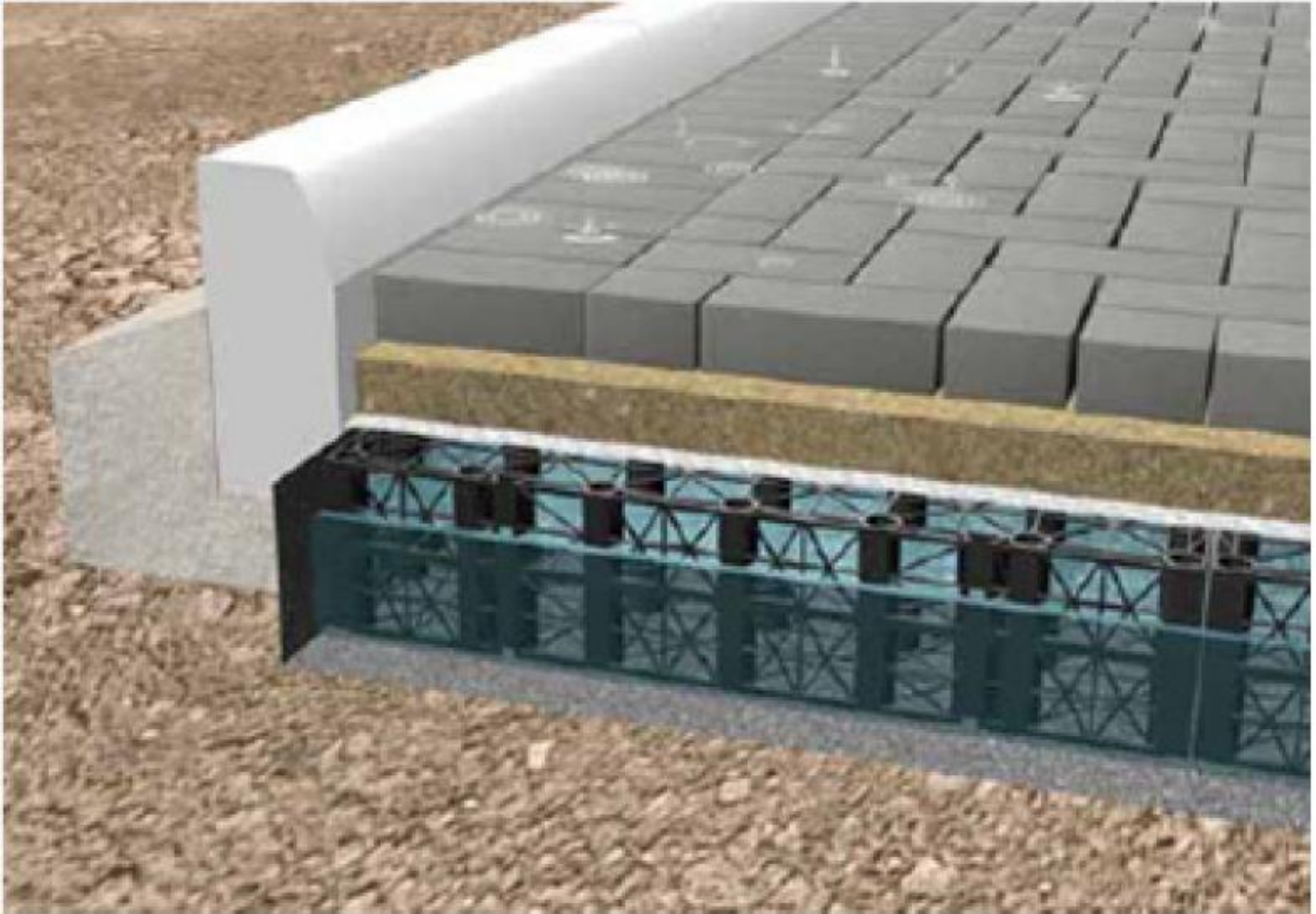


**GFDRR**  
Global Facility for Disaster Reduction and Recovery

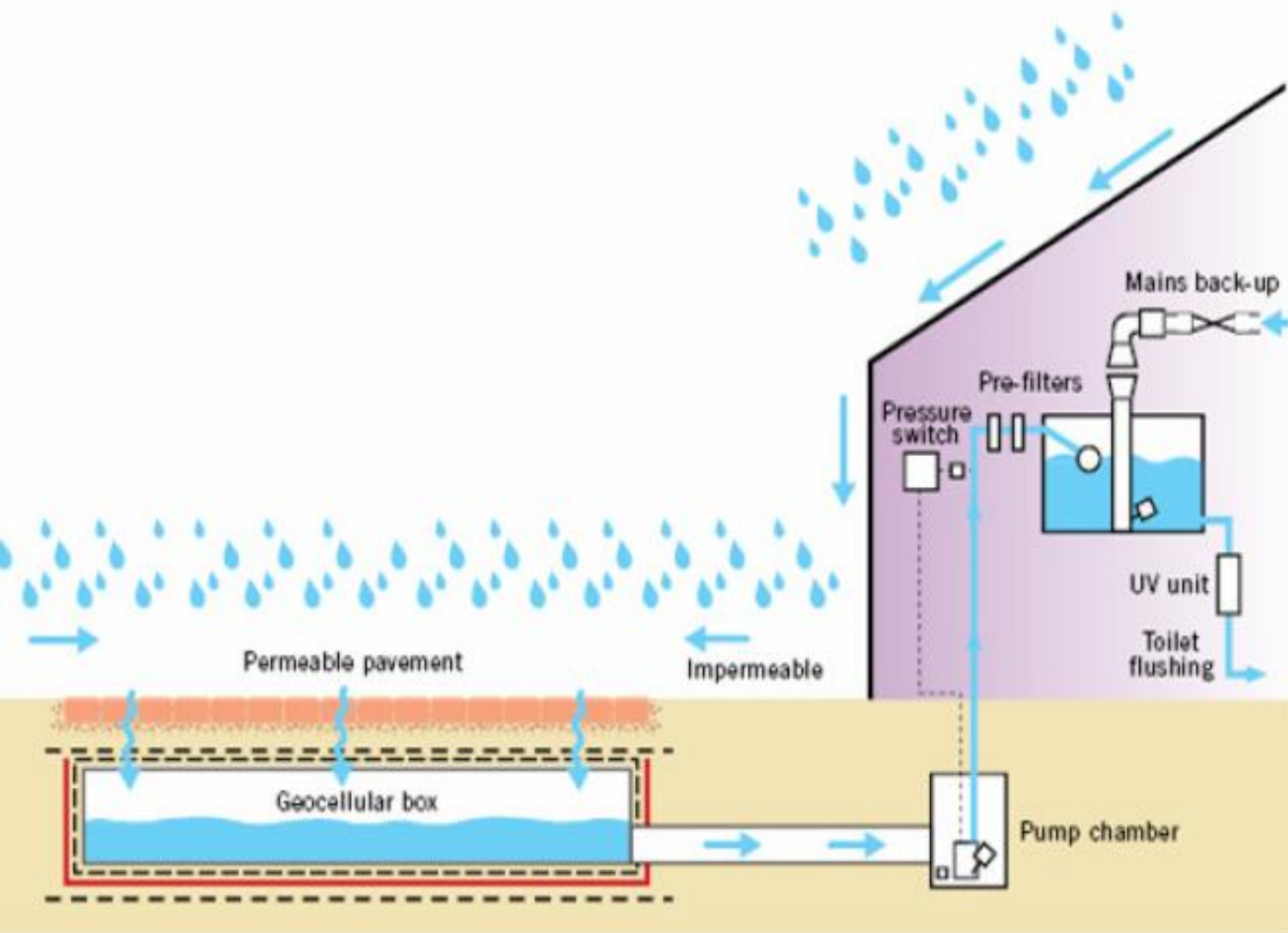
Hogyan enyhítsük a mindent beépíteni, mindent leburkolni vízzáróvá tenni, hibás gyakorlatán

- Árvízi kockázat csökkentés
- Vízhiány enyhítés
- Globális felmelegedés mérséklés
- Biológiai sokféleség megőrzése
- Program 2050-ig, kerüljük el a vízzáró burkolások terjeszkedését
- 1990-2006EU burkolat növekedés=HU



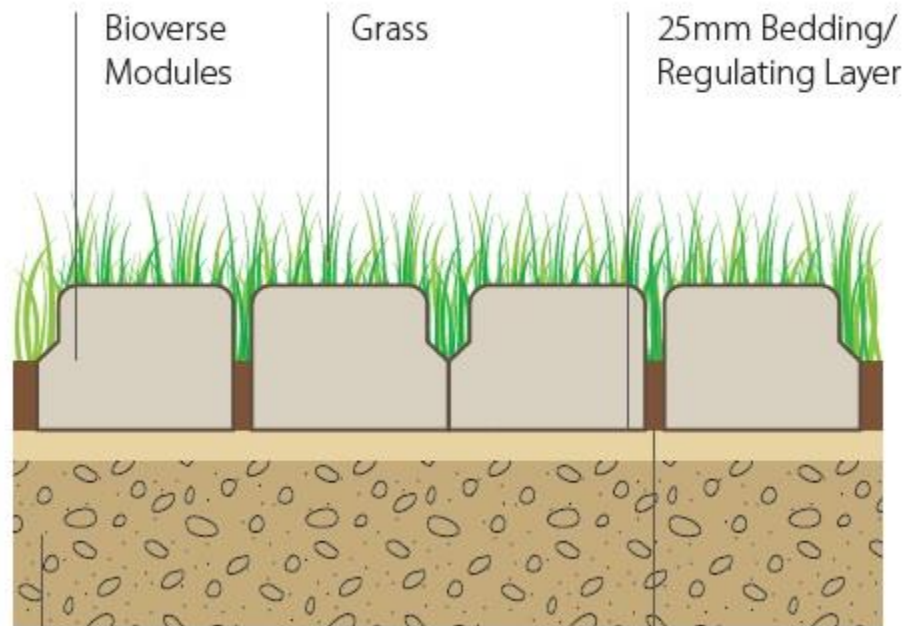
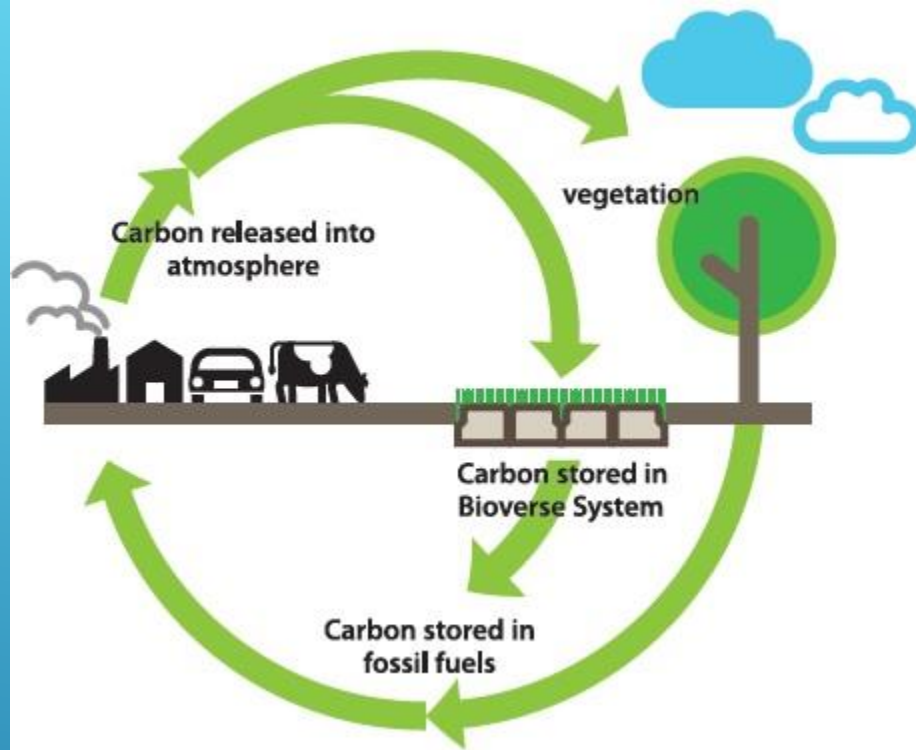


*INTERPAVE:- GUIDE TO THE DESIGN, CONSTRUCTION AND MAINTENANCE OF CONCRETE BLOCK PERMEABLE PAVEMENTS EDITION 5*



INTERPAVE:- GUIDE TO THE DESIGN, CONSTRUCTION AND MAINTENANCE OF CONCRETE BLOCK PERMEABLE PAVEMENTS EDITION 5





# Vízáteresztő pályaszerkezetek





Új? Megoldás ez?

## Pervious Concrete

New (?) Approach Being Adopted

**Not so new !**

- ◆ 1852 – UK housing
- ◆ 1923 – Scotland – 50 two-storey houses
- ◆ 1930-1942 – 900 homes in Scotland
- ◆ After WW2 – Throughout Europe
- ◆ 1960's – Eastern Canada
- ◆ Worldwide – “no fines” concrete for various specialized purposes
- ◆ USA SE – More than 30 yrs.



## A vízáteresztő rétegrend:

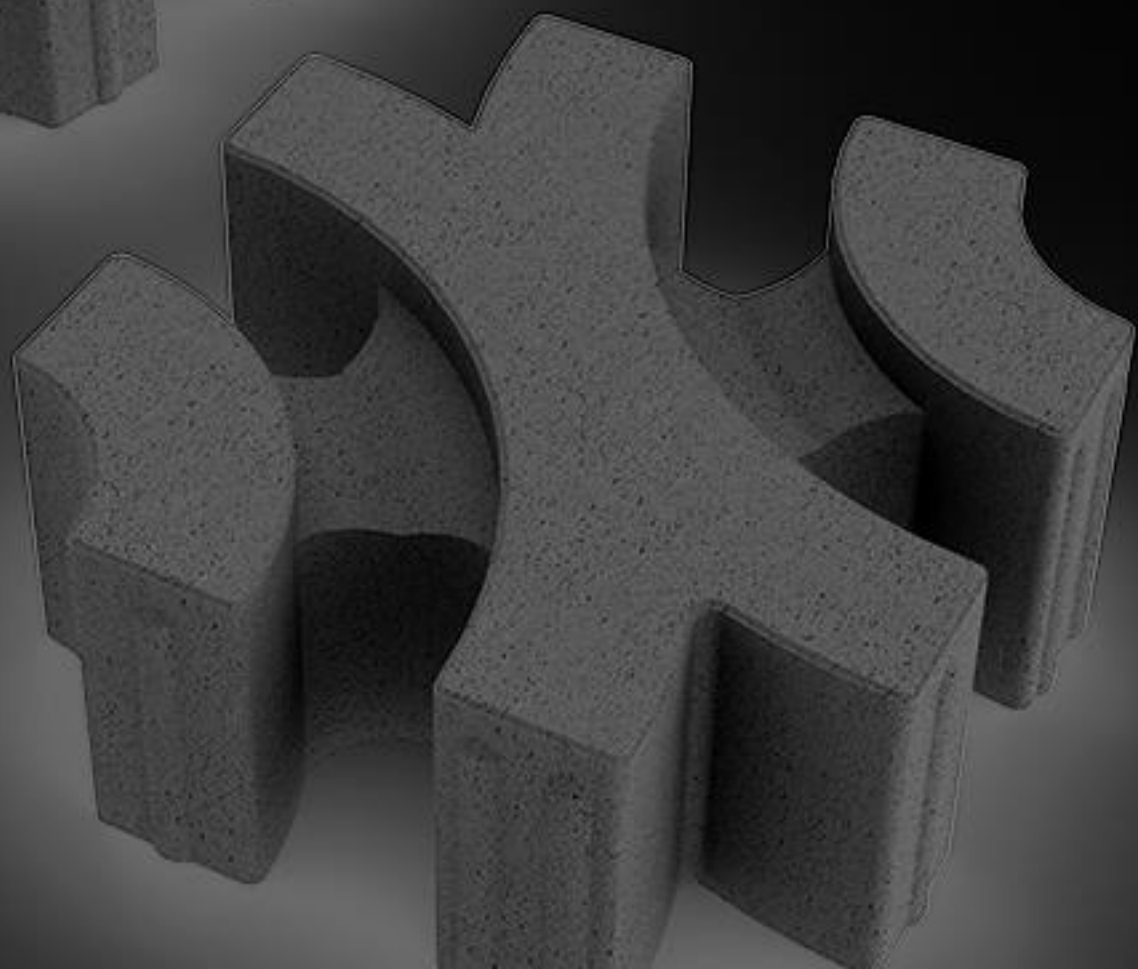
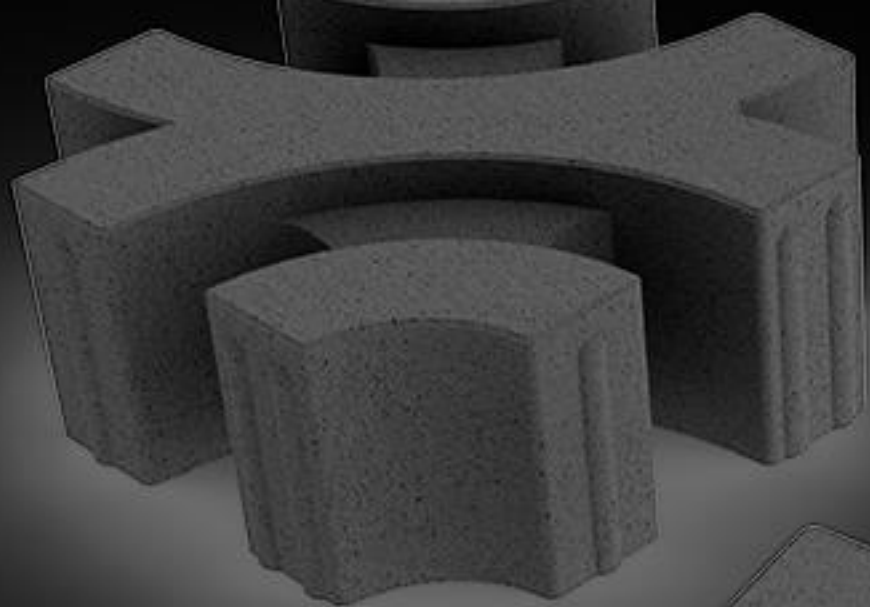
Vízáteresztő rétegrend 3 alaptípusa:

- A térkő vízáteresztő, porózus betonból készült 15-25% hézaggal
- A térkő hagyományos vízzáró betonból készült, de a fugák szélesek, vízáteresztőek 10% legalább talajba vezetősik
- Vízáteresztő geometriájú burkolókő vízáteresztő rétegrenden füvesítve















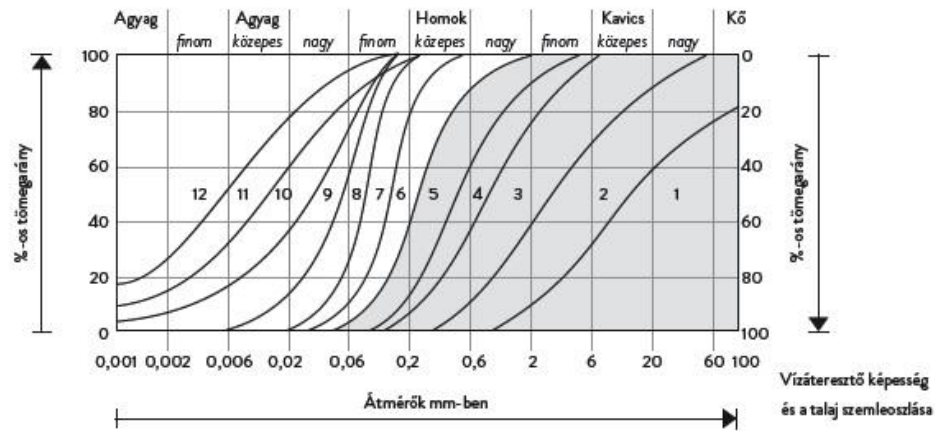




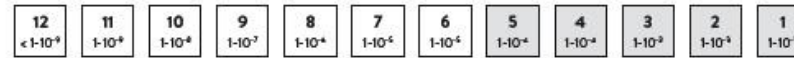
Amennyiben 1,0 m-nél közelebb helyezkedik el a talajvíz a pályaszinthez képest ilyen rétegrendet **TILOS** tervezni! Akkor sem célszerű ennek a típusnak a választása, ha a talajvíz ugyan 1,0 m-nél mélyebben van és a befogadó talaj is jó vízáteresztő ( $k > 10^{-5} \text{ m/s}$ ), de a burkolatot 3,5t feletti gépjárművek fogják használni.

Külföldi kombinált példák ezt a problémát is áthidalják  
Öko burkolatnál fontos a karbantartás, mert idővel a hézagok eltömődhetnek, vízáteresztő képességük csökken.





Vízáteresztőképességi együttható nagysága k (m/s)



Nem megfelelő

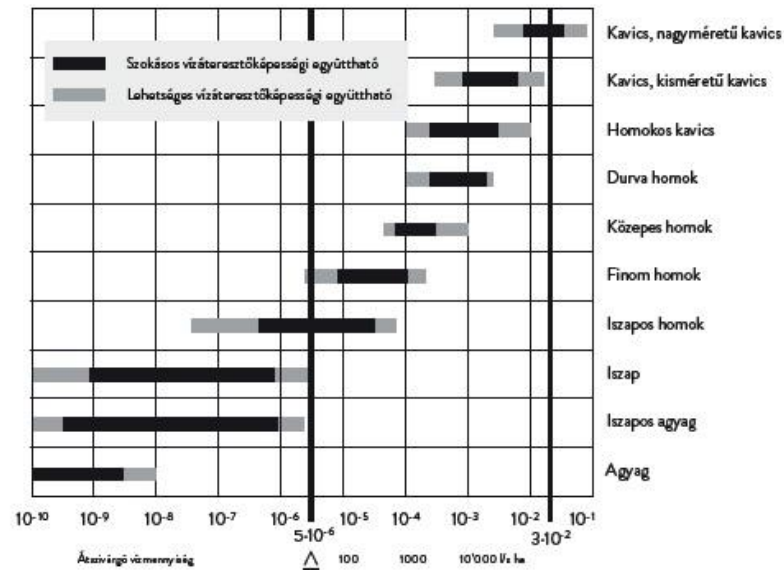
Résben megfelelő

Megfelelő

Áztatóvígő vízmennyiség

△

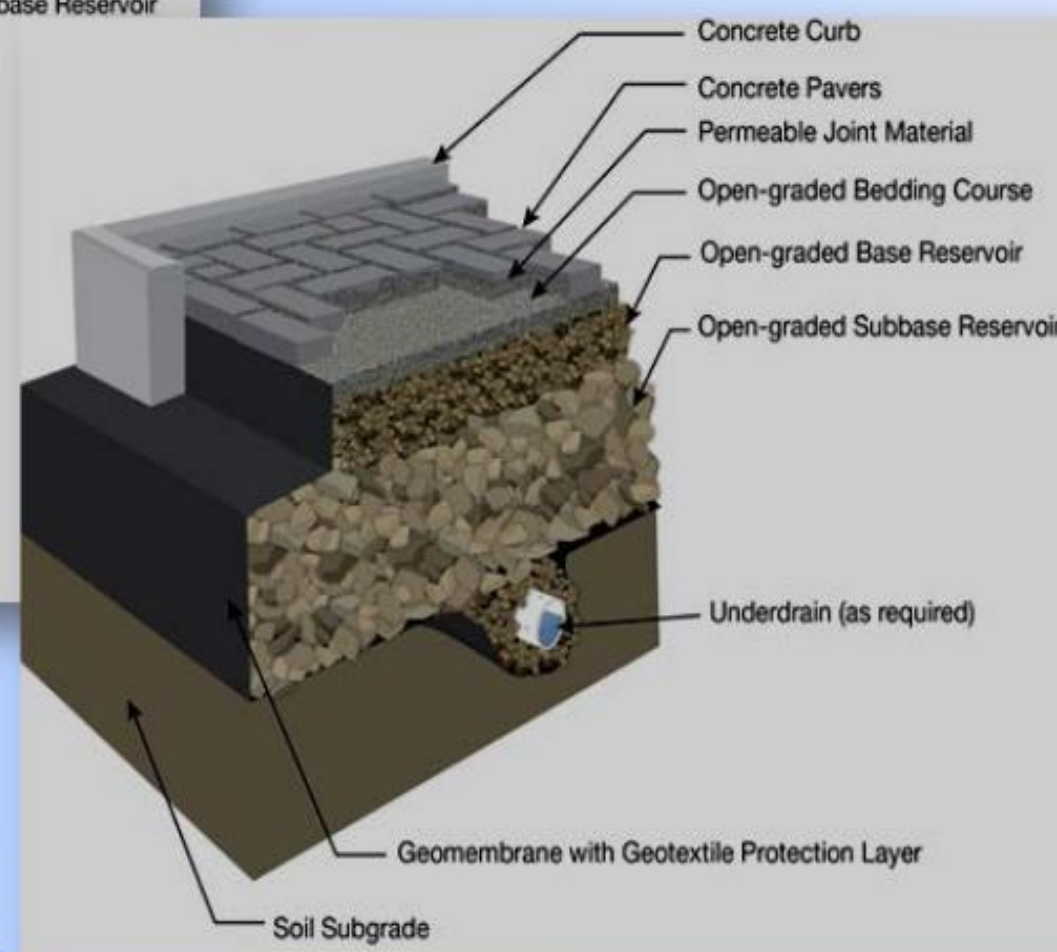
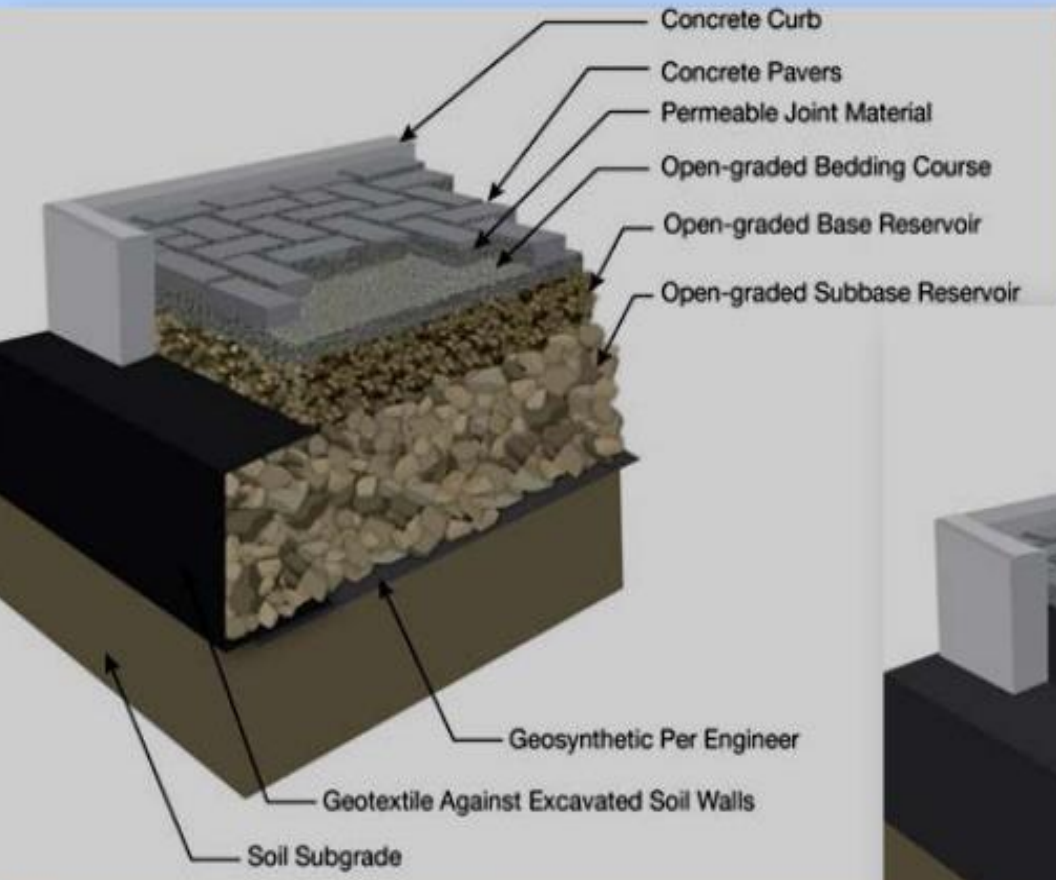
100 500 1000 5000 10000 70000 300000 l/s ha



A vízáteresztőképességi együttható az eltérő talajtípusokban



# Full infiltration

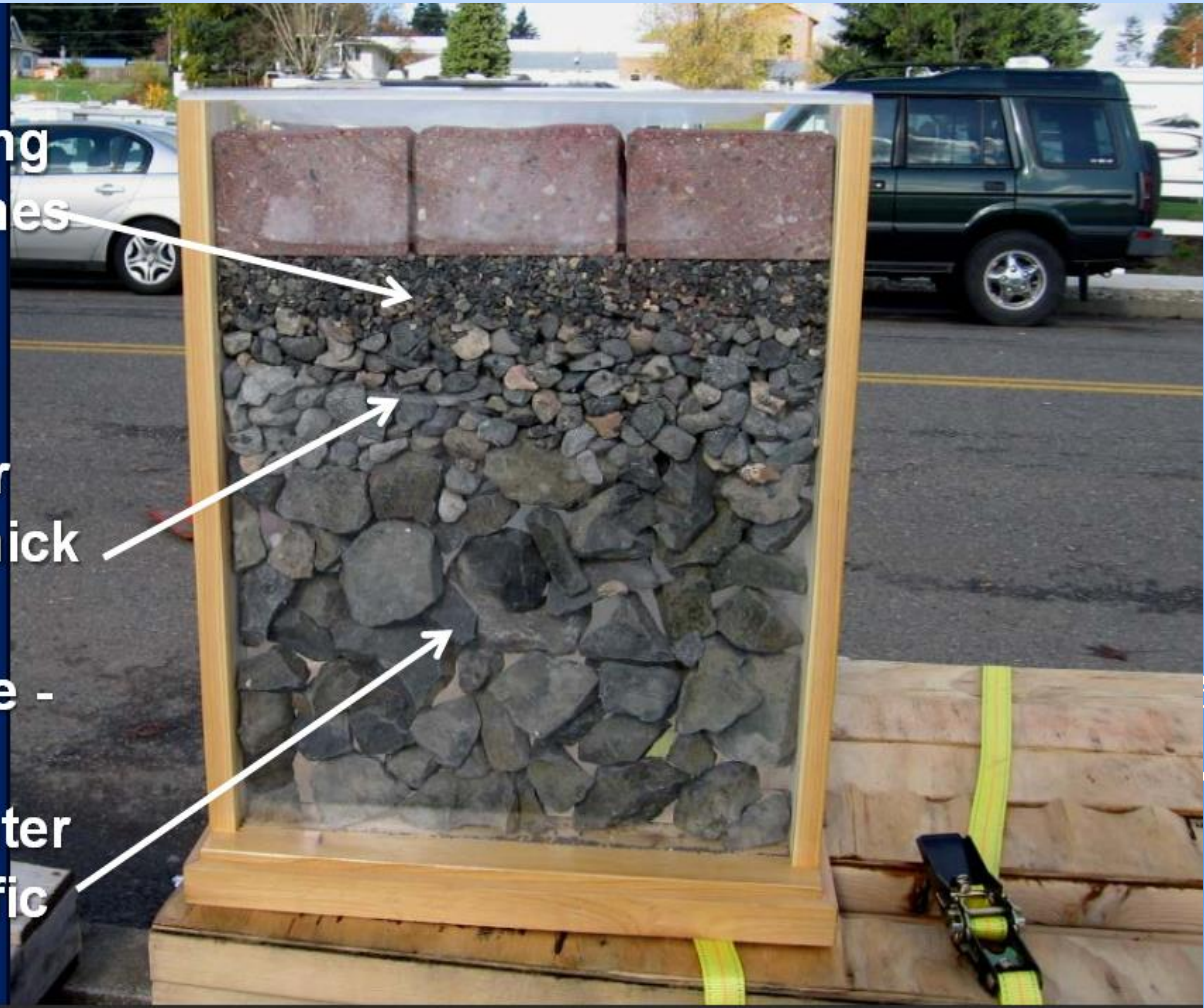


**No infiltration  
with geomembrane**

**Pavers, bedding  
& jointing stones**

**Base reservoir  
Stone - 4 in. thick**

**Subbase stone -  
thickness  
varies with water  
storage & traffic**





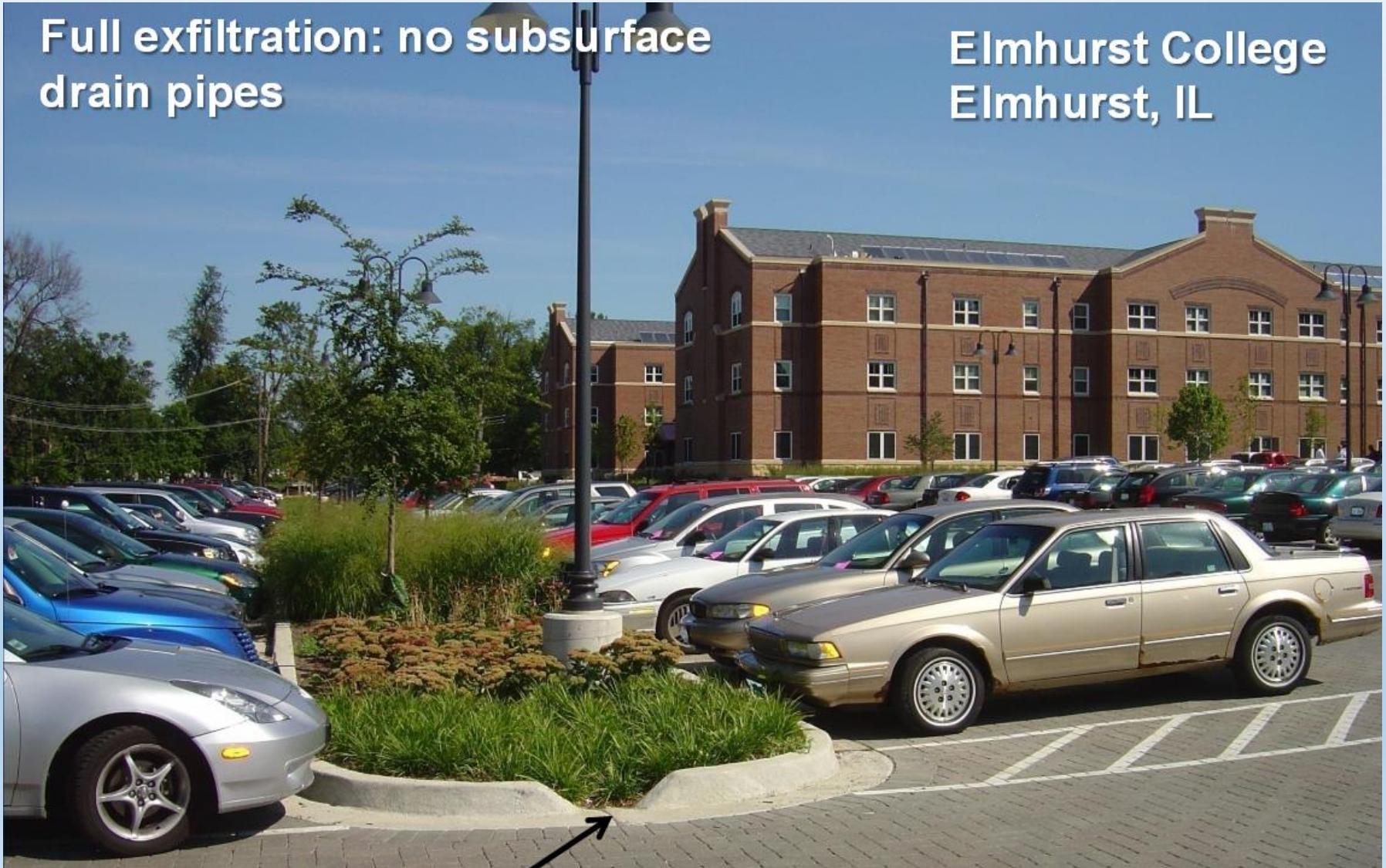
# Vízáteresztő rétegrend anyagai



# A felszínről lefolyó többlet hasznosítása

Full exfiltration: no subsurface  
drain pipes

Elmhurst College  
Elmhurst, IL





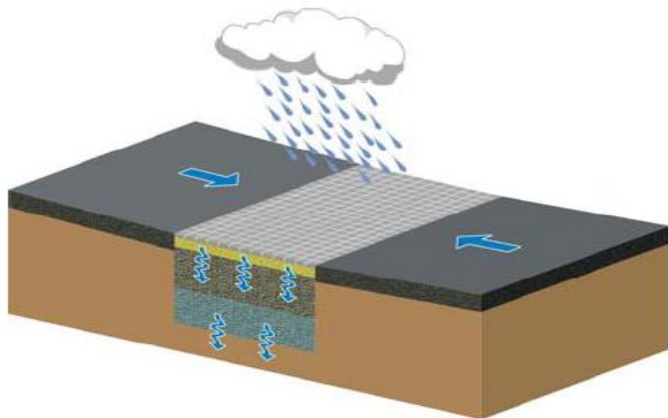


Figure 5 - Massif en gravier infiltrant à surface poreuse permettant l'infiltration des eaux de ruissellement des surfaces adjacentes. Source : Architecture & Climat.

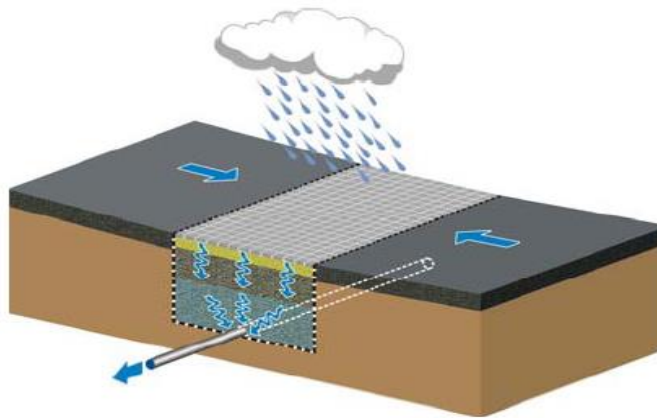
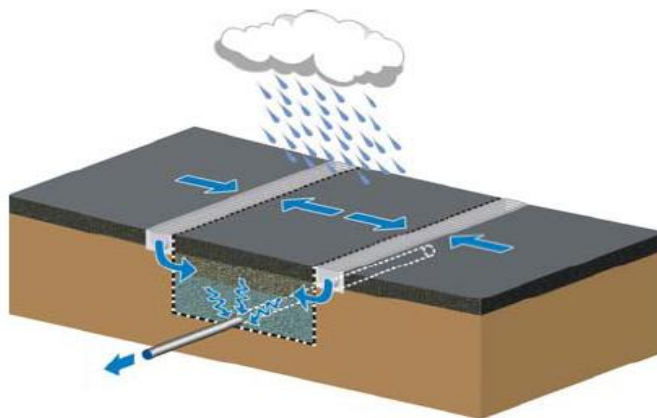
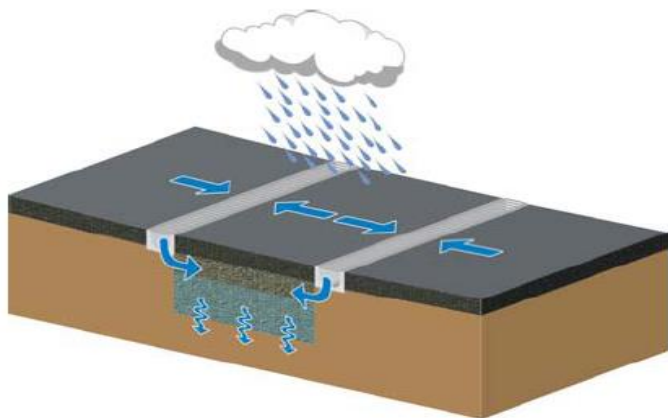


Figure 6 - Massif en gravier drainant imperméabilisé à surface poreuse permettant l'infiltration des eaux de ruissellement des surfaces adjacentes. Les eaux sont ensuite récoltées par un drain inférieur et évacuées à débit limité vers un exutoire. Source : Architecture & Climat.

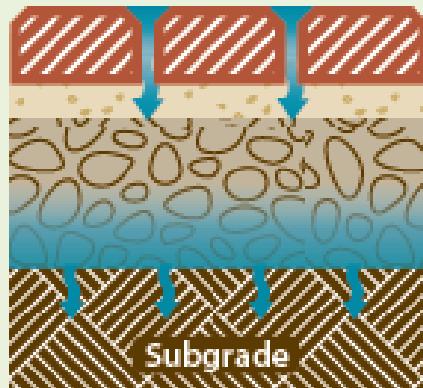


# VÍZÁTERESZTŐ MEGOLDÁSOK ELVI SCHÉMÁJA

# VÍZÁTERESZTŐ PÁLYASZERKEZET

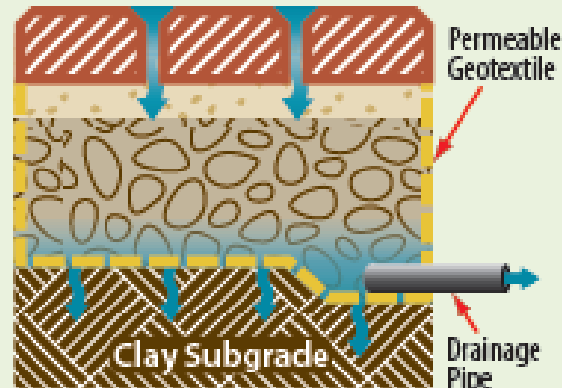
Choose Type of Cross Section

Full Infiltration



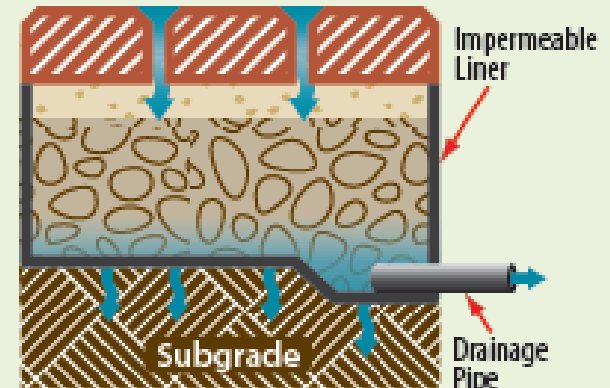
All the water infiltrates the subgrade

Partial Infiltration



Some water infiltrates the subgrade but most is stored in the pavement and must be removed by a drainage pipe at a controlled rate

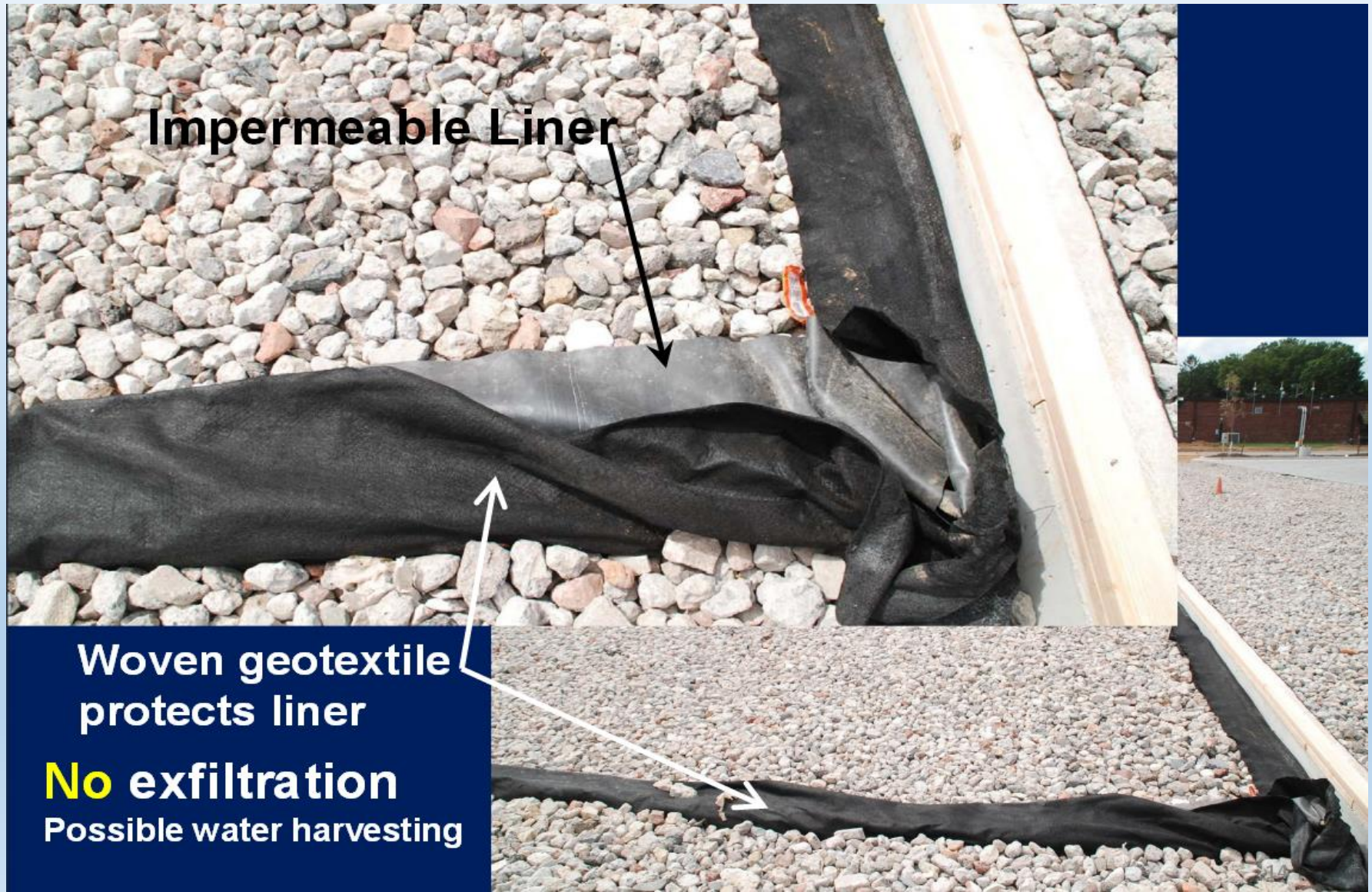
No Infiltration



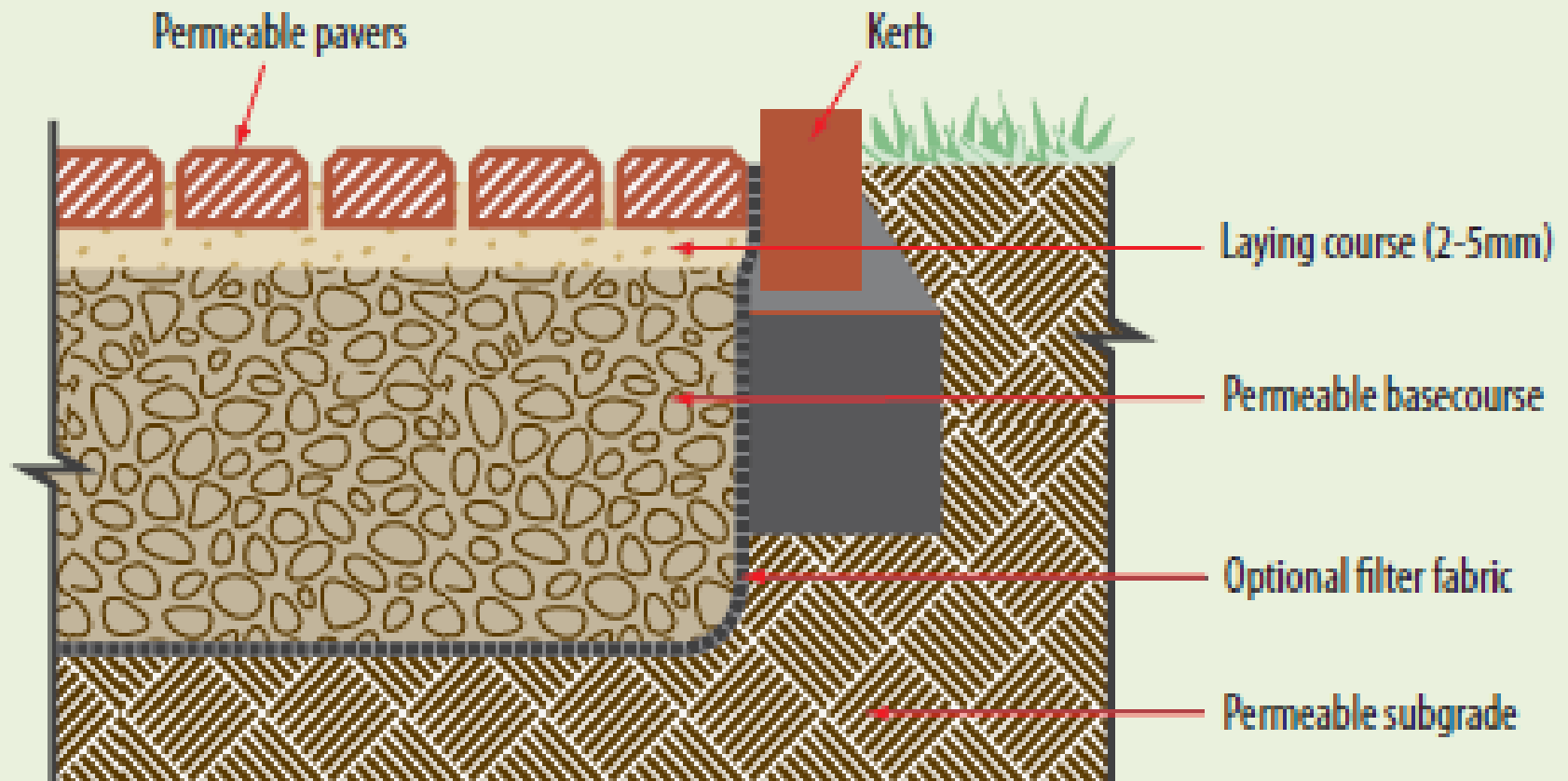
No water infiltrates the subgrade but is stored in the pavement for water harvesting or for controlled removal by a discharge pipe



# Ahol nincs lehetőség a beszivárogtatásra

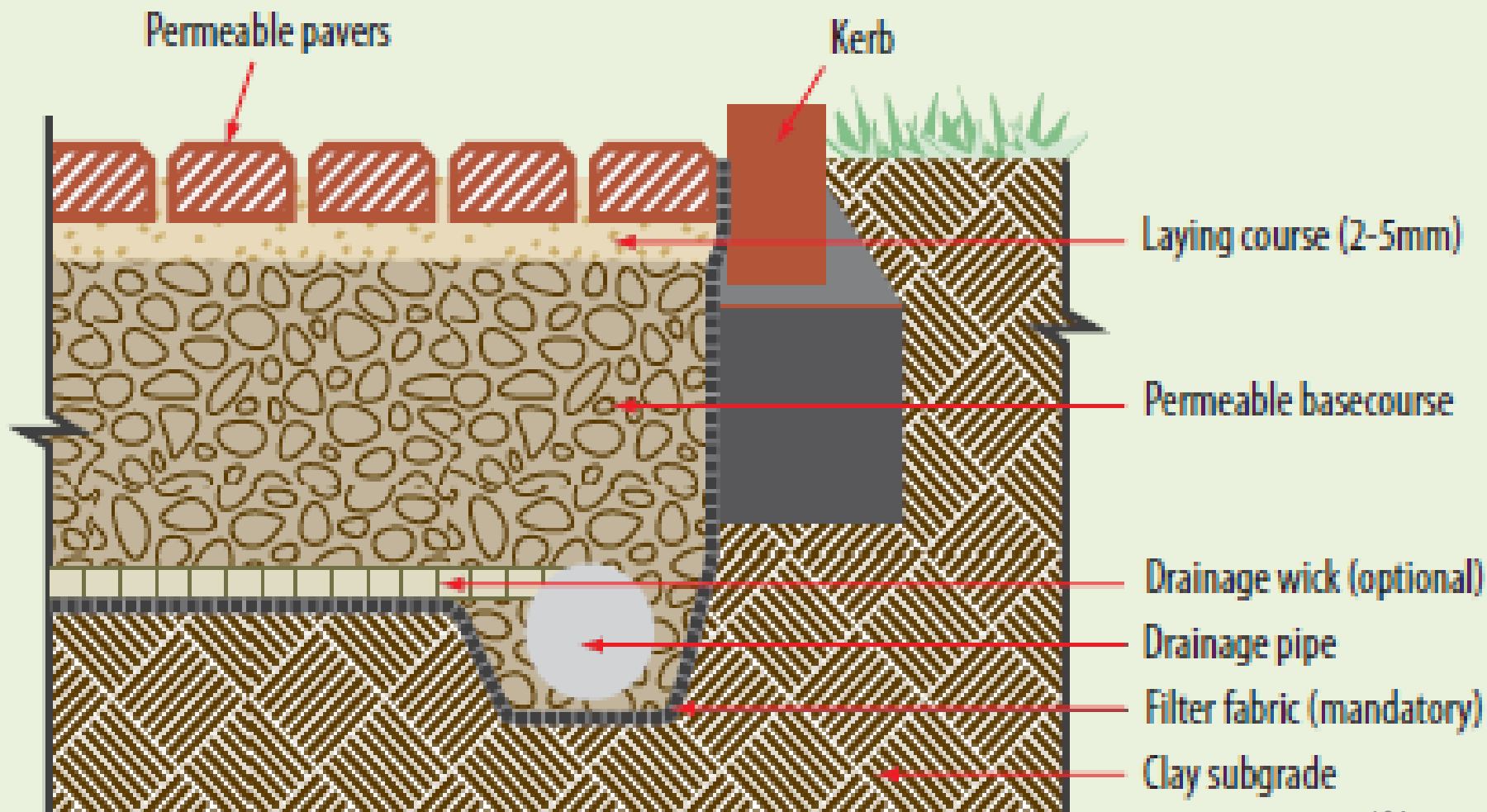


# VÍZÁTERESZTŐ RÉTEGREND GEOTEXTÍLIA NÉLKÜL

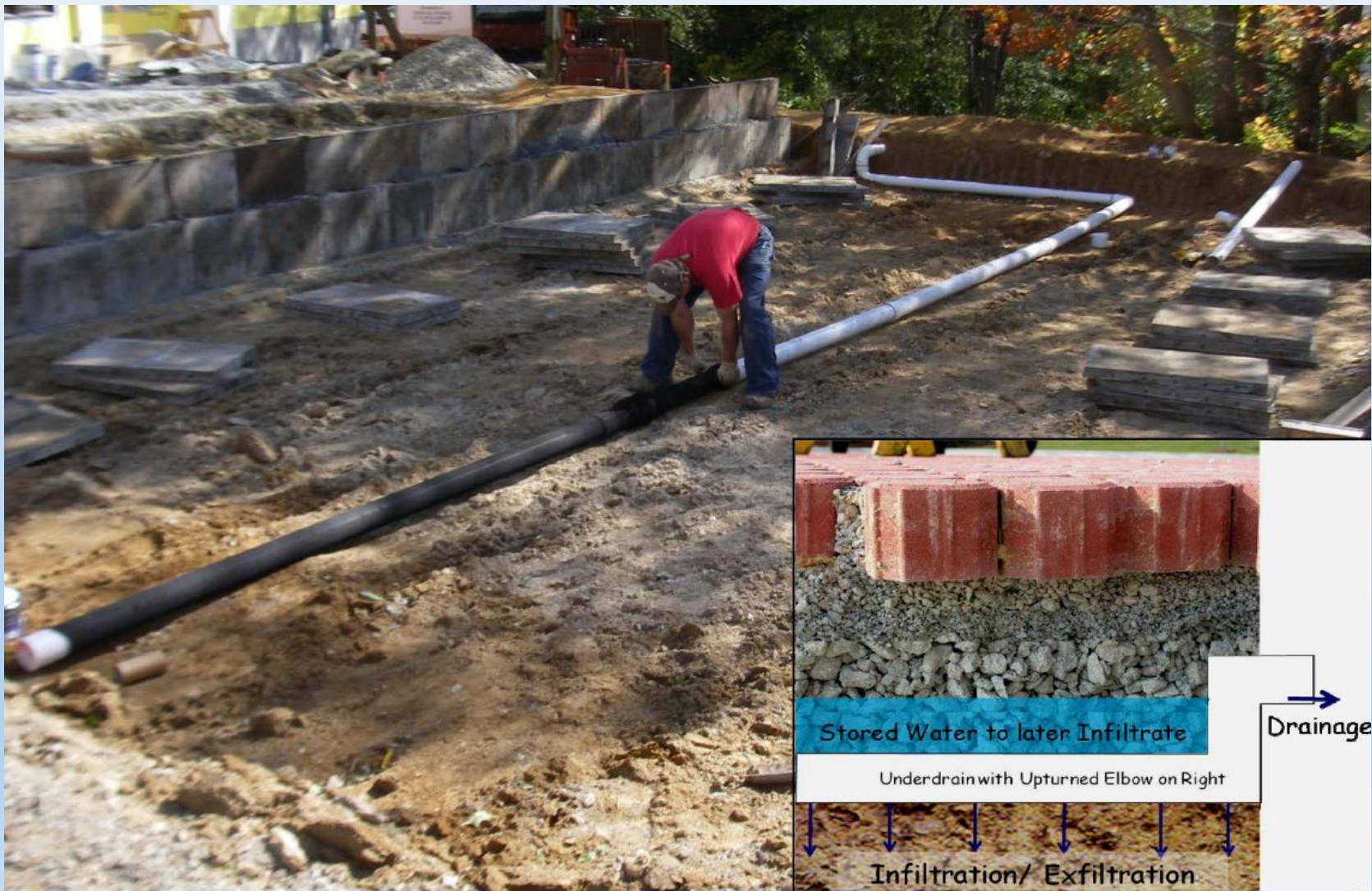




# Vízáteresztő rétegrend



# A többletvíz elvezetés





# Az egyéb környezetvédelmi haszna

## Reductions Compared to Impervious Pavements

Volume: 25 – 99% (clay – sand)

TSS: 60 – 80%

Total Nitrogen: 30 – 60%

Total Phosphorous: 23 – 50%

Metals: 12 – 70%

VA Stormwater Manual – Chapter 7 Permeable Pavements...runoff reduction calculator

Level 1: 45% volume & 25% phosphorous reduction

Level 2: 75% volume & 25% phosphorous reduction

Level 2 = treatment train design, other factors



# Vízáteresztő rétegrend





onto the

rough the  
d voids  
ocks...

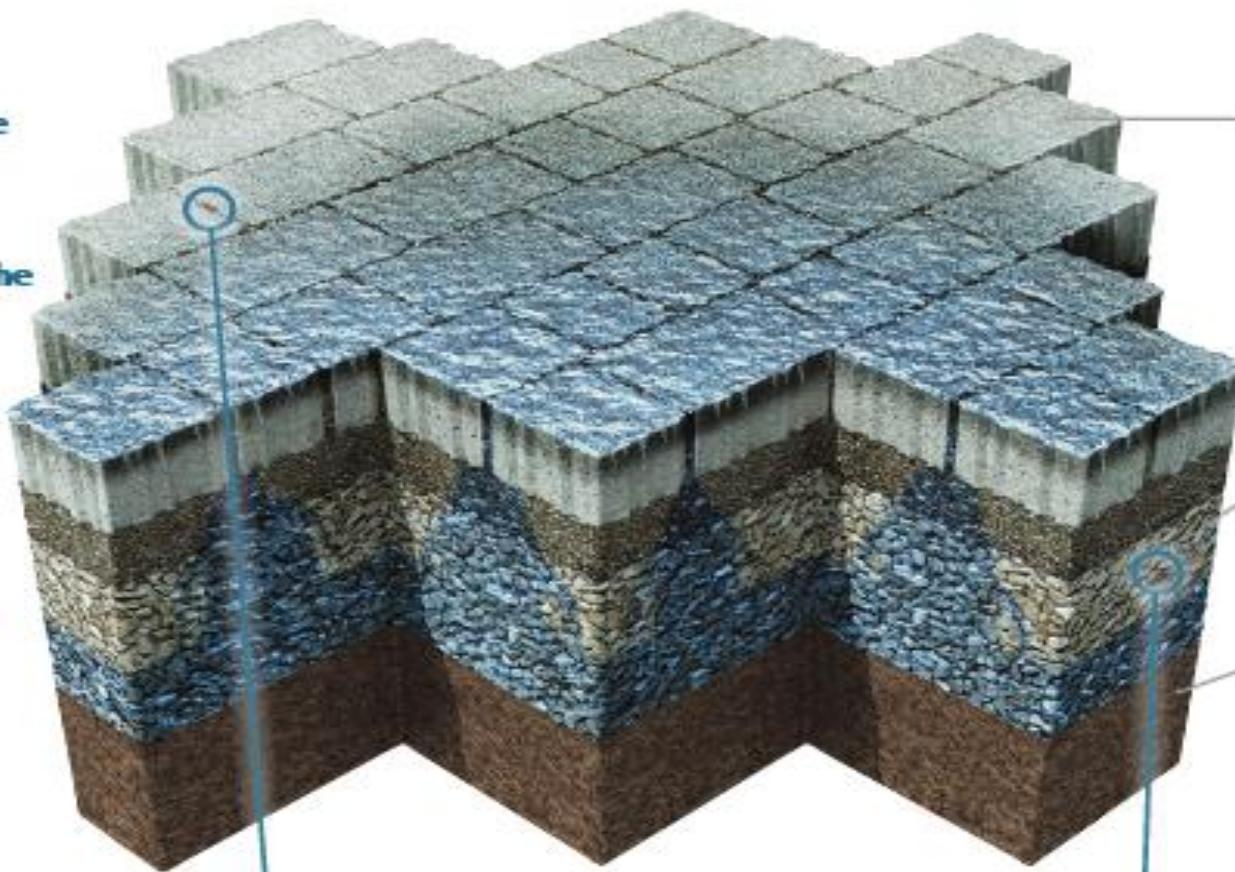
ly  
ase...

ed...

es into

into  
ta

atures a  
vated  
round  
ch  
eight  
es in  
nt  
ese  
ate  
ough  
run-off  
to the



Marshall's Priors deals with water **Quantity** issues by eliminating pooling

The system improves water **Quality** by filtering the water as it falls through the sub-base.

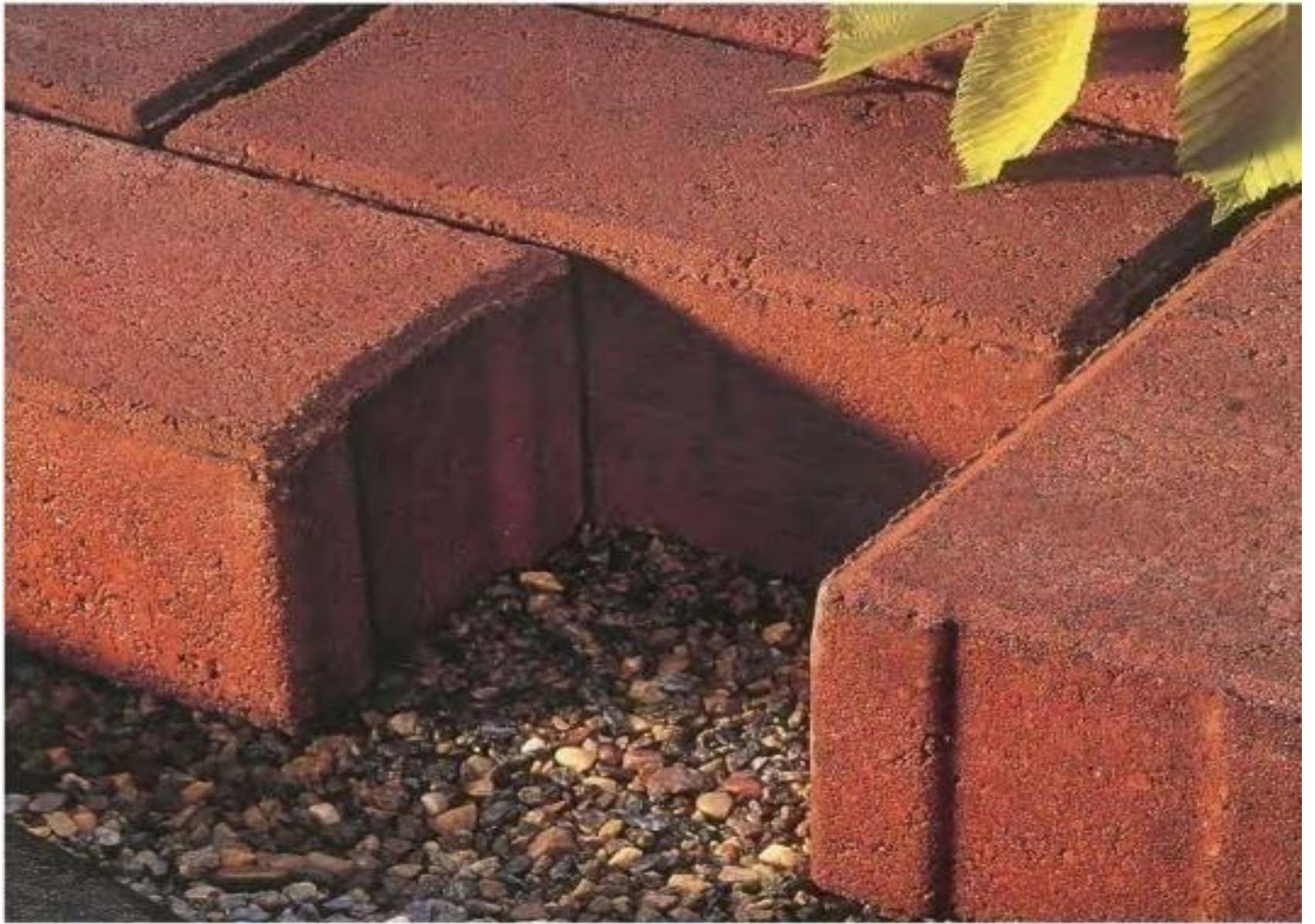
It also provides **Biodiversity** benefits by replenishing the water table at source, which will maximise ecosystem services in the area.



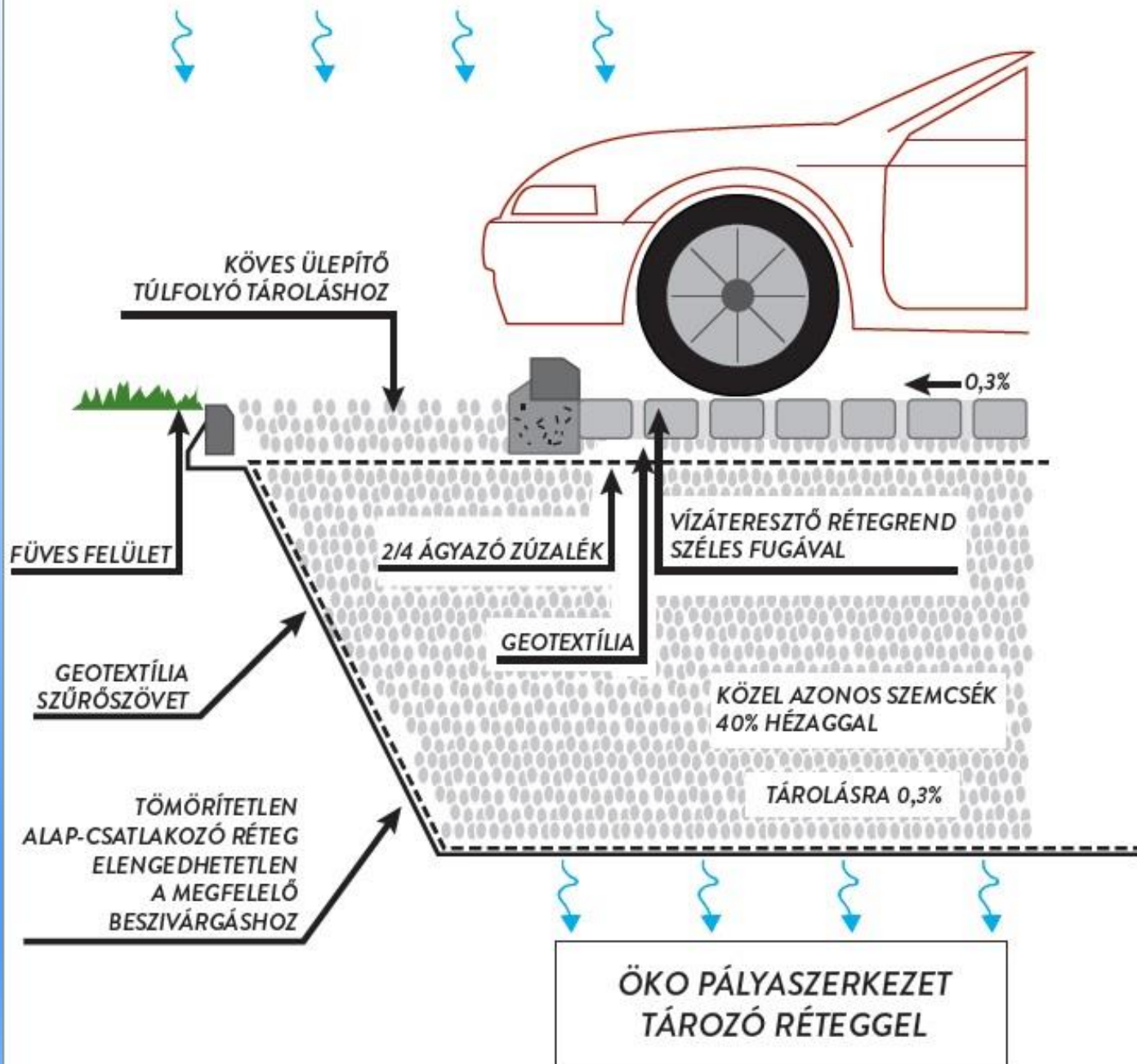
The sub-base is composed of two different grades of aggregate. These are specially selected to provide maximum internal friction (offering enhanced stability) whilst also providing a void ratio of over 32% (offering adequate water storage) (see page 19)













# HYDROCYL STRUCTURE RÉSERVOIR DE CHAUSSÉE



Innovation qui s'inscrit dans le cadre réglementaire relatif à la gestion des eaux pluviales (de la Directive Européenne, loi sur l'eau, titre II du fascicule 70 du CCTG).



# Tározó építés



# Ugyanúgy kell tömöríteni





**2 yrs – residential street  
Oregon**



**Vegetation = maintenance!**



**10 yrs street side parking  
Maryland**



**New construction  
Minnesota  
mulch spill**





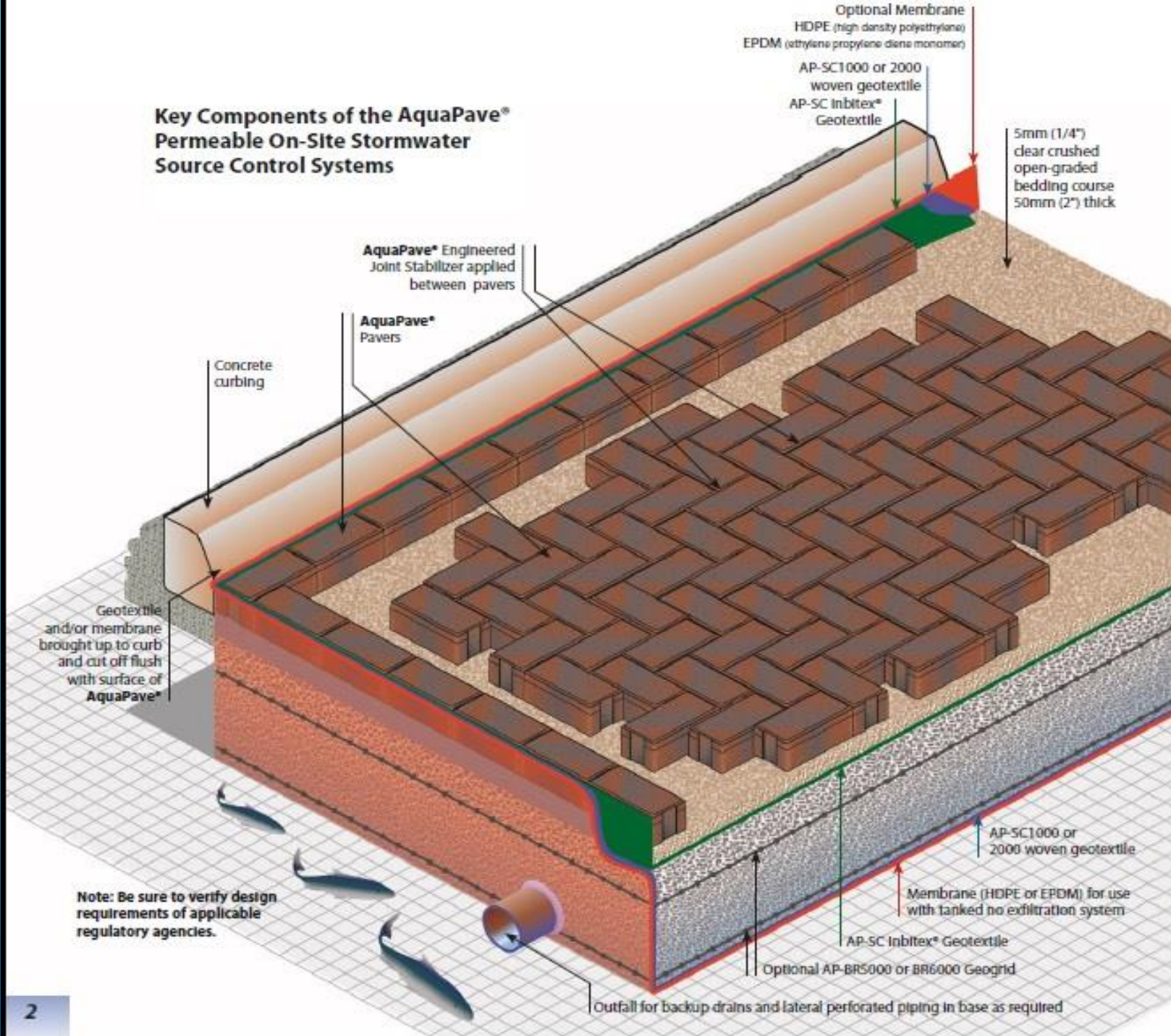
**AQUAPave**<sup>®</sup>

*Permeable On-Site Stormwater  
Source Control System*



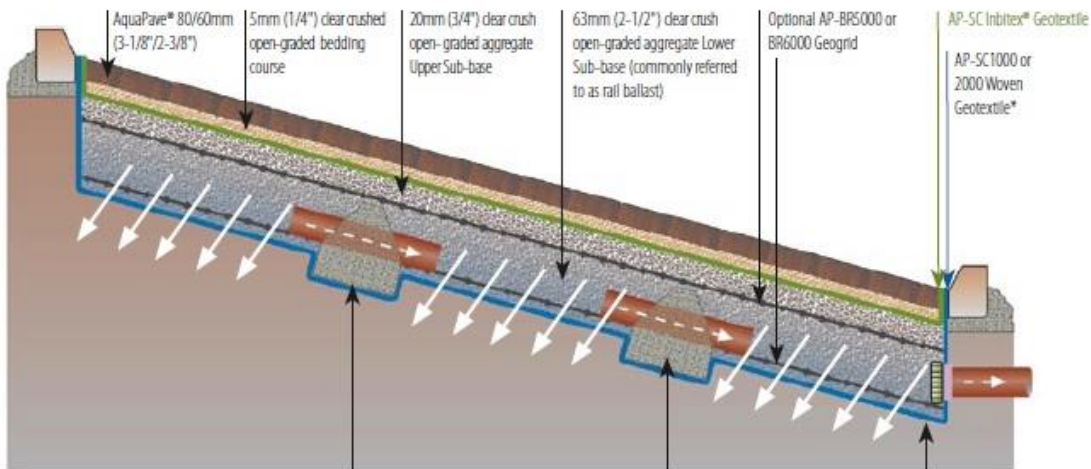


## Key Components of the AquaPave® Permeable On-Site Stormwater Source Control Systems





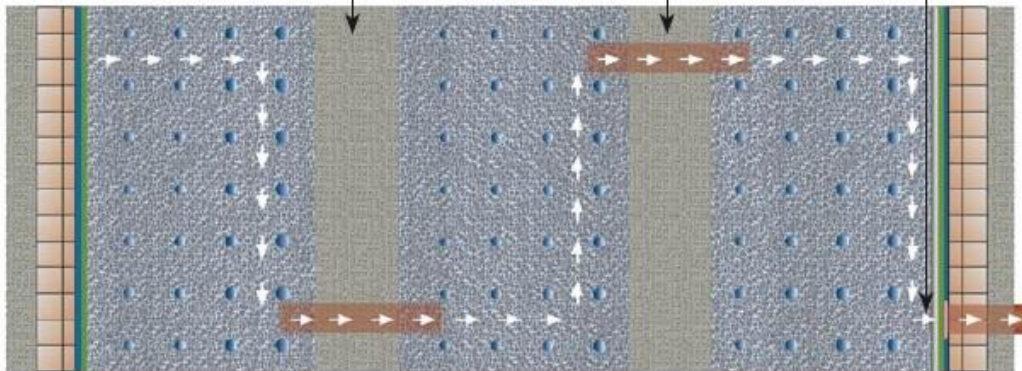
## AquaPave® With Exfiltration System on a Slope



AP-SC Inbitex® and Impermeable membrane brought up side of curb and cut off flush with the surface of the AquaPave® pavers.

10 metre centers 200mm high concrete baffles 110mm PVC-U unperforated pipe  
Face of concrete haunching must be shovel smooth

Hydraway fin drain connected to 110mm PVC-U pipe with AquaPave® top hat seal



Flow path to follow contour

Blue dots indicate additional water entering system through surface

Where a tanked system is desired, place an impermeable membrane (HDPE or EPDM) on the AP-SC1000 or 2000 Woven Geotextile\*





The logo for AQUAPave features the word "AQUA" in a bold, blue, sans-serif font with a white horizontal stripe across the middle of each letter. The word "Pave" is in a white, bold, sans-serif font with a registered trademark symbol (®) to its upper right. The logo is centered over a background of interlocking paving stones in various shades of blue and grey, with dappled sunlight filtering through the scene.

# **AQUA**Pave<sup>®</sup>

**The Permeable  
Paving System  
That Doesn't  
Look Like One**







*3D Rendering*



*Completed Job*



**Table 1. Theoretical permeability of aggregates for joint fillings**

Aggregate and particle size	k [m/s]
Crushed gravel 2/5 mm	$1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-3}$
Crushed gravel 1/3 mm	$1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-4}$
Mixed gravel and sand 0/5 mm	$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-5}$
Sand 0/2 mm	$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-5}$



# ASTM C1781 - Preparation

1



3





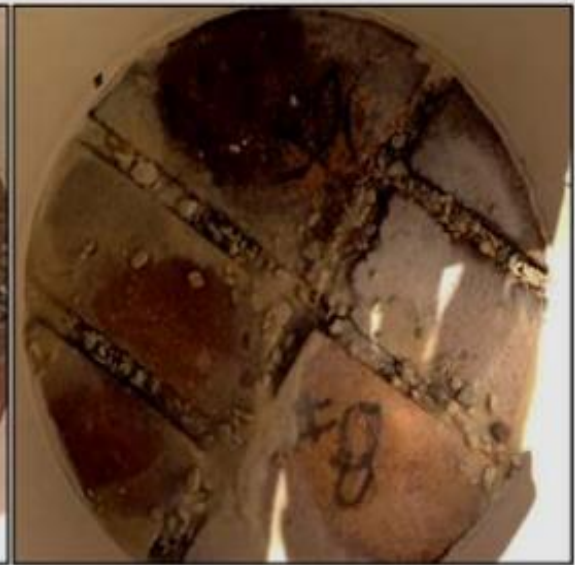


- New Construction: min. 100 in./hr
- In-service: No less than 10 in./hr
- ASTM No. 8, 89 or 9 stones

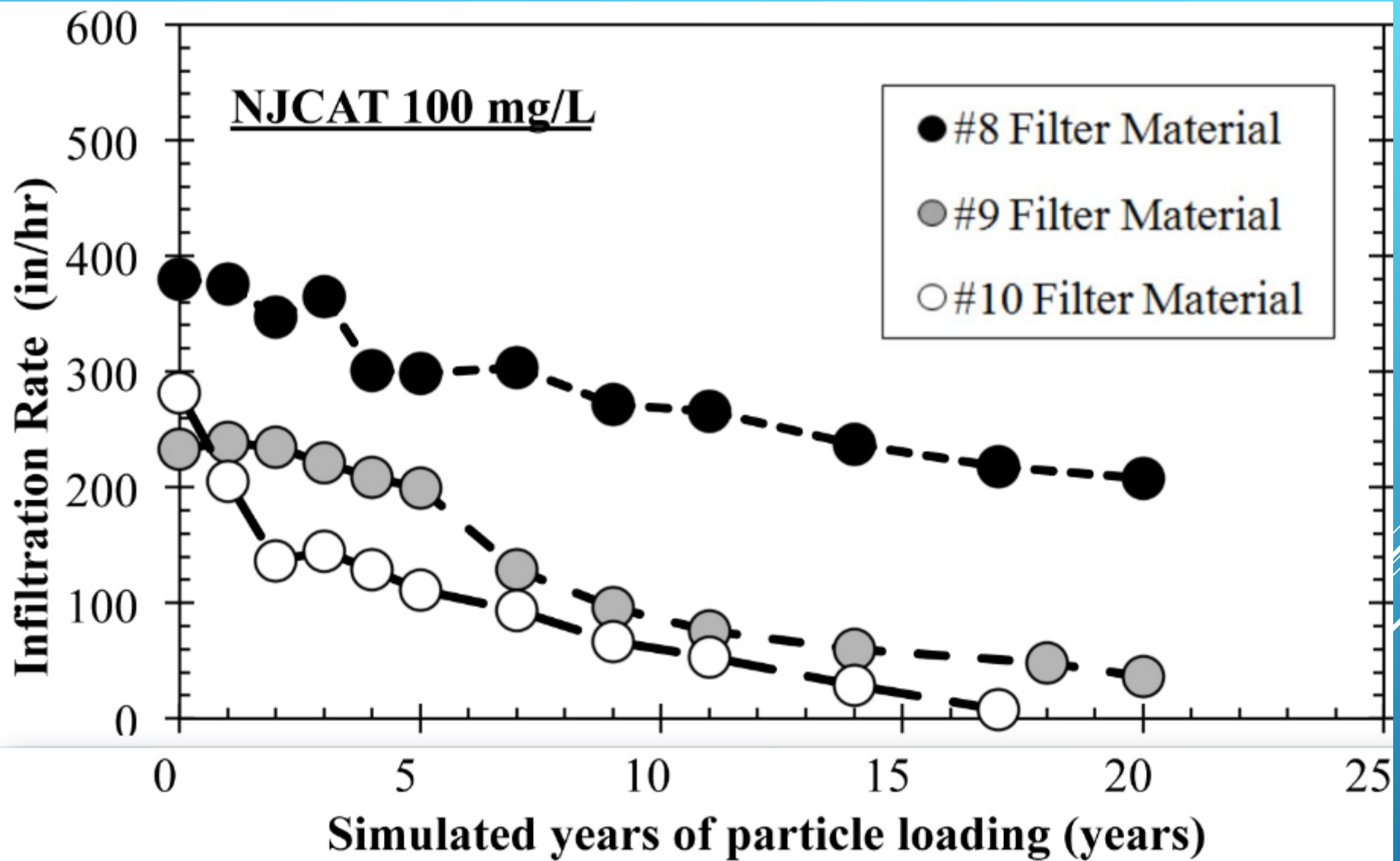
**#8NJ100 (Before solid loading)**

**#8NJ200 (After 3-year loading)**

**#8NJ300 (After 20-year loading)**



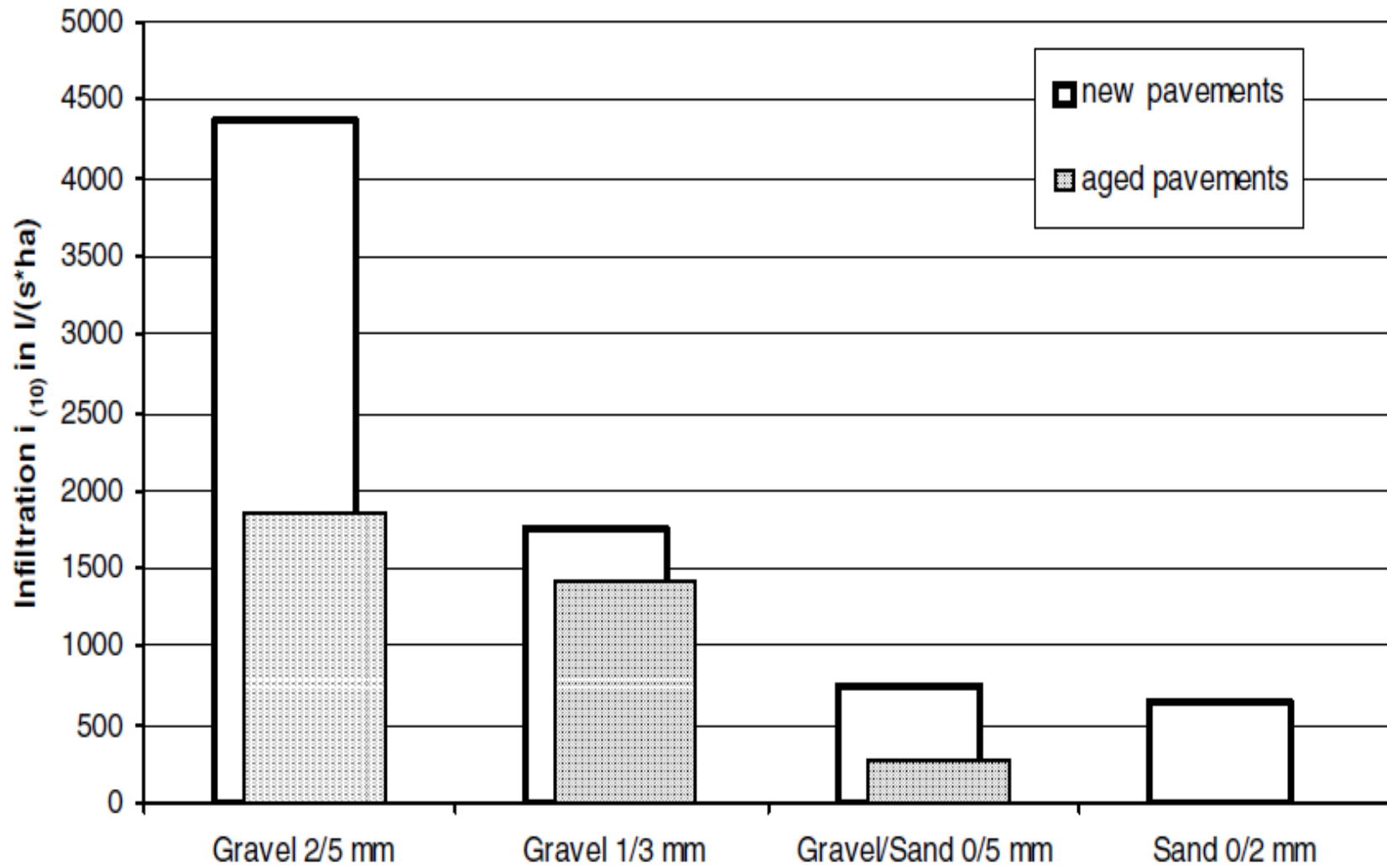




# A vízáteresztőkéesség csökkenése







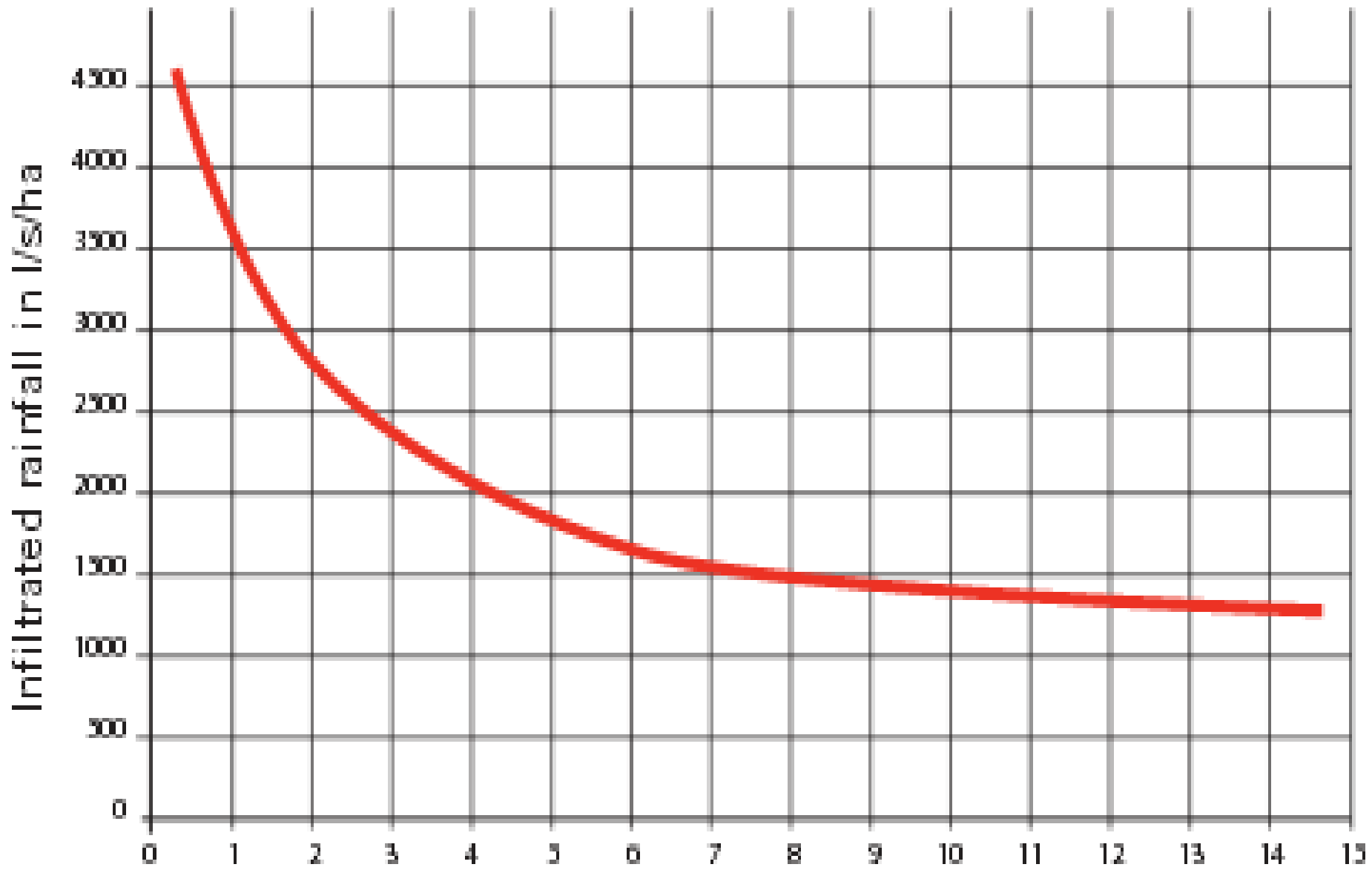
# Országoként eltérő értékek

D

- Kezdetben  
5000l/sxha
- 10 év után  
1300l/sxha

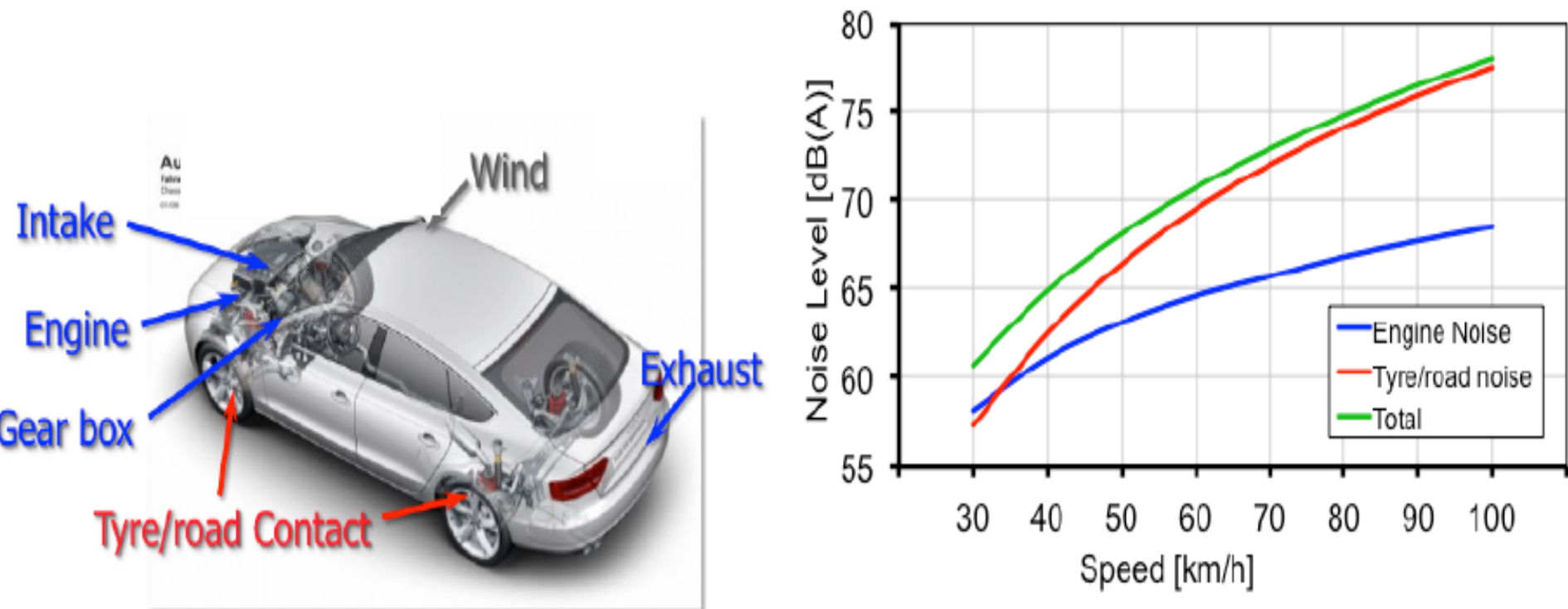
- Ausztrália:
- Kezdetben  
3000l/sxha
- 10 év után  
1080l/sxha





© Dr. Sönke Borgwart

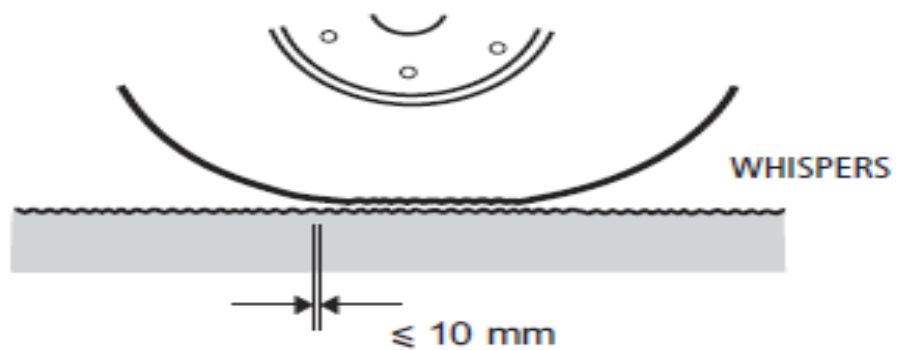
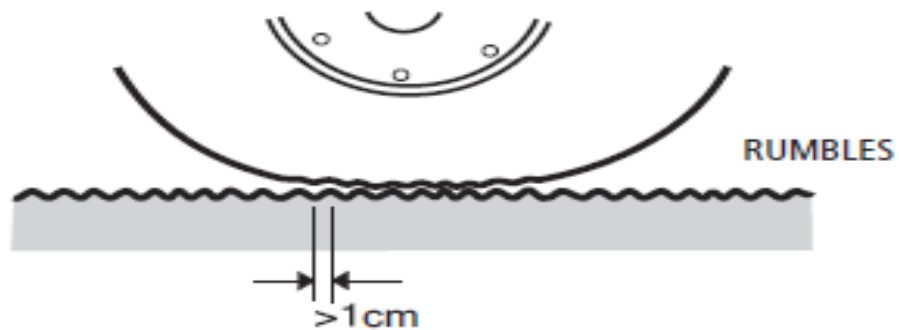
Service life in years



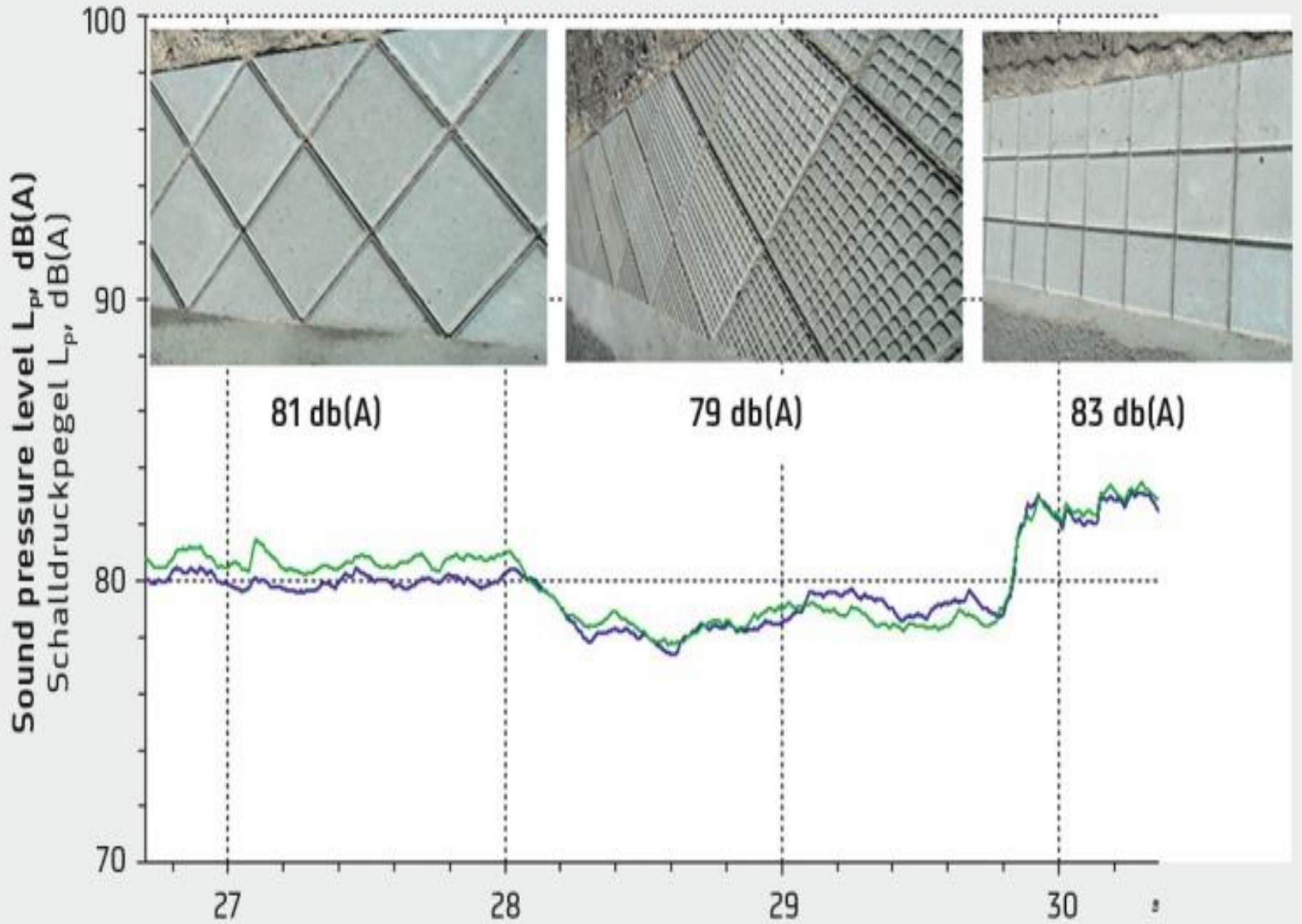
**Figure 1.** Left panel: the sources of traffic noise. Right panel: for speeds higher than about 35 km/h noise from the tyre/road contact (red text and curve) is the dominant source.



Relationship between the rolling noise and the geometry of the road surface



DÜBÖRGŐ  
FÜTYÜLŐ  
SUTTOGÓ





# 2015-09 DREZDA

ICCBP (International Conference on Concrete Block Pavement)

400 résztvevő

37 előadás

Már a 11. világtkongresszus volt ez

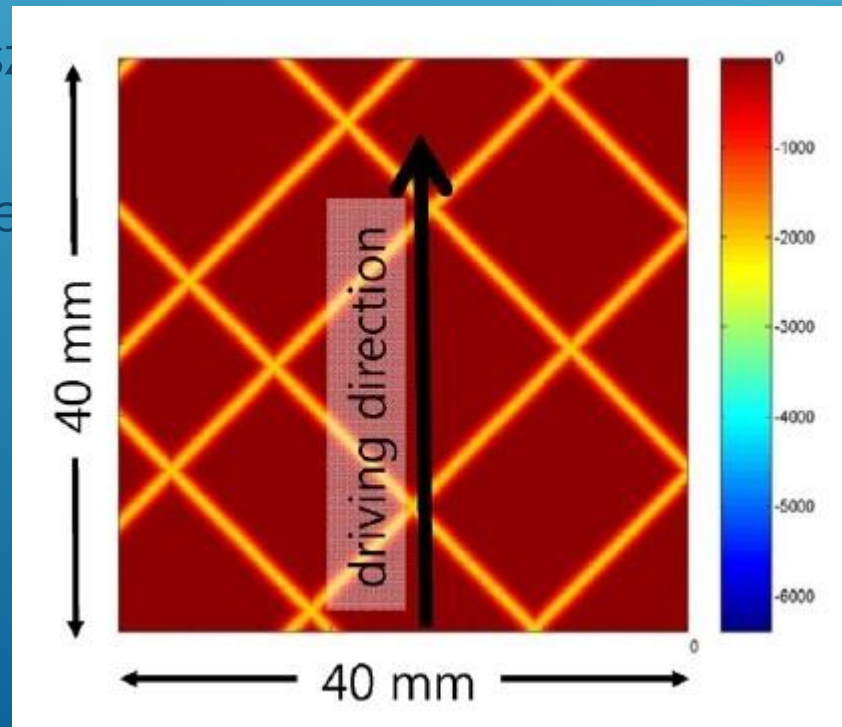
Legújabb kutatási

Legújabb gyártási

Legújabb építési tapasztalatokat ismertették

# ALACSONY ZAJSZINTŰ TEXTÚRÁK (NÉMETORSZÁG)

- ▶ Speciálisan kialakított textúra
- ▶ A hagyományos németországi



)

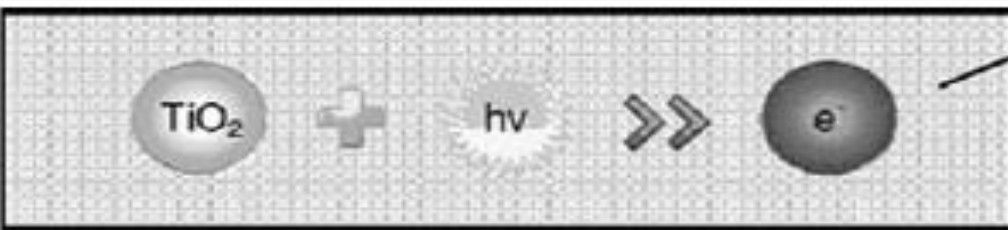
3



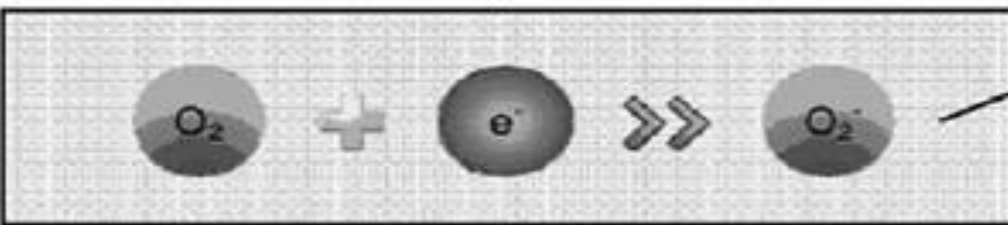
# NANOTECHNOLÓGIA

- NANO=törpe, a méter egymilliárdod része
- TioCem, TxActive védett márkájú cement teszi lehetővé, hogy a térkövek levegőminőséget is javíthassanak.
- Kipufogógázok nitrogénoxid tartalma az egyik legmérgezőbb, légzőszervi megbetegedések fő okozója
- 4% cement amely természetes fotokatalizátor
- Nappali fény által aktivált reakció révén a nitrogénoxidokat, aldehydeket, aromás összetevők 90%-át eltávolítja, lebontja átalakítja ártalmatlan nitrátokká

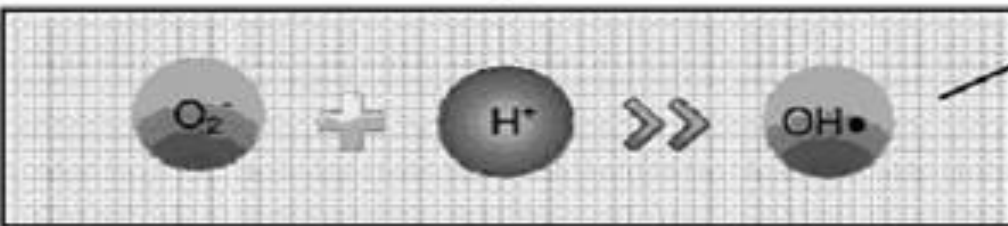
# NANOTECHNOLÓGIA



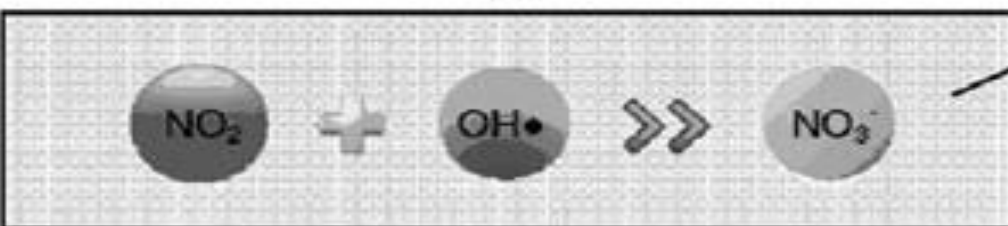
a titándioxid az UV sugárzás hatására elektronokat gerjeszt



a levegőben lévő oxigén reakcióba lép az elektronokkal, ezáltal oxigénionok keletkeznek



az oxigénionok reakcióba lépnek a hidrogénionokkal, hidroxilionokat (is) létrehozva



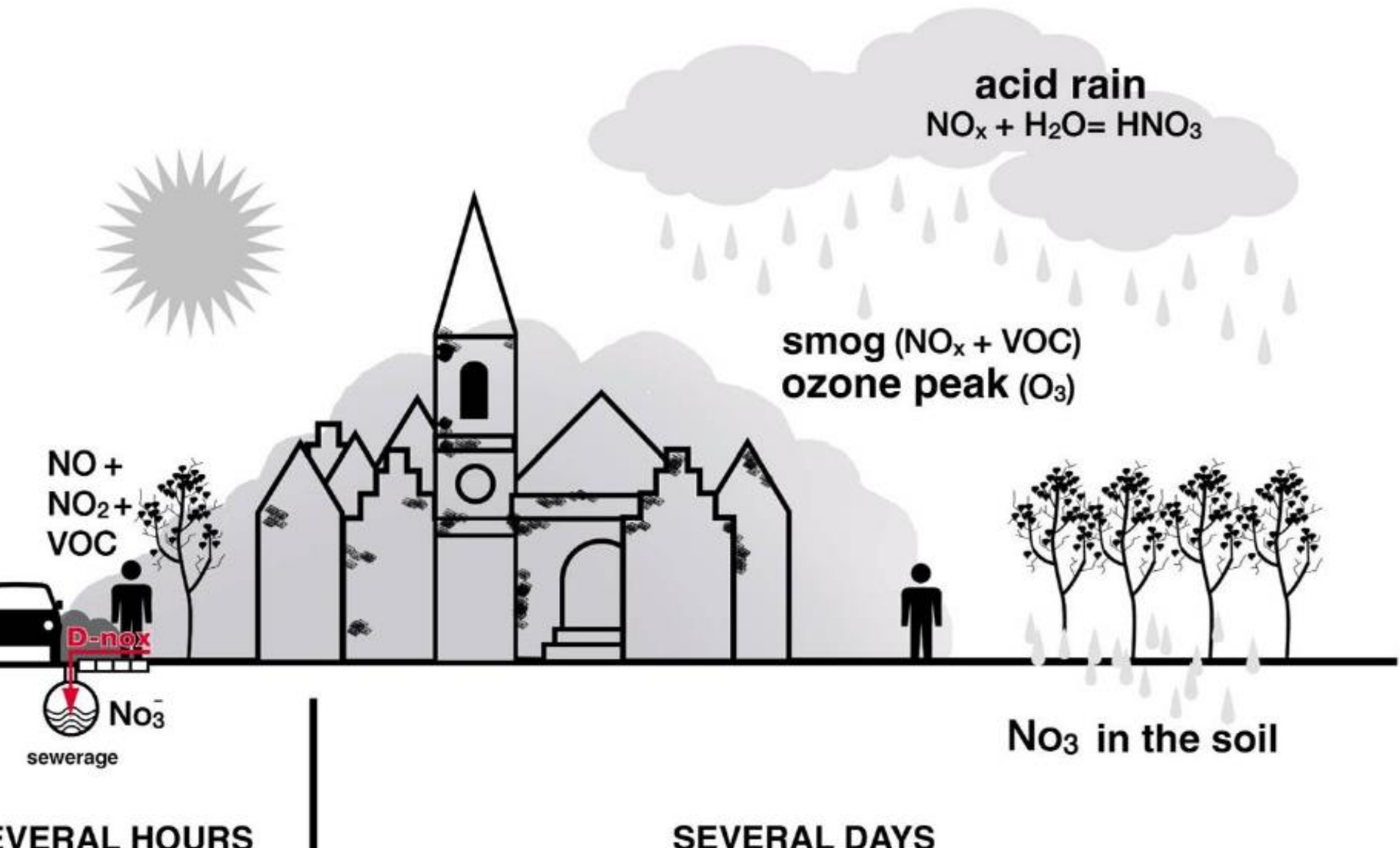
a nitrogéndioxid a szennyeződés eltávolító hidroxilionokkal nitrátionokat képez, amelyet megköt a cementes felszín; a szennyeződés vízzel eltávolítható



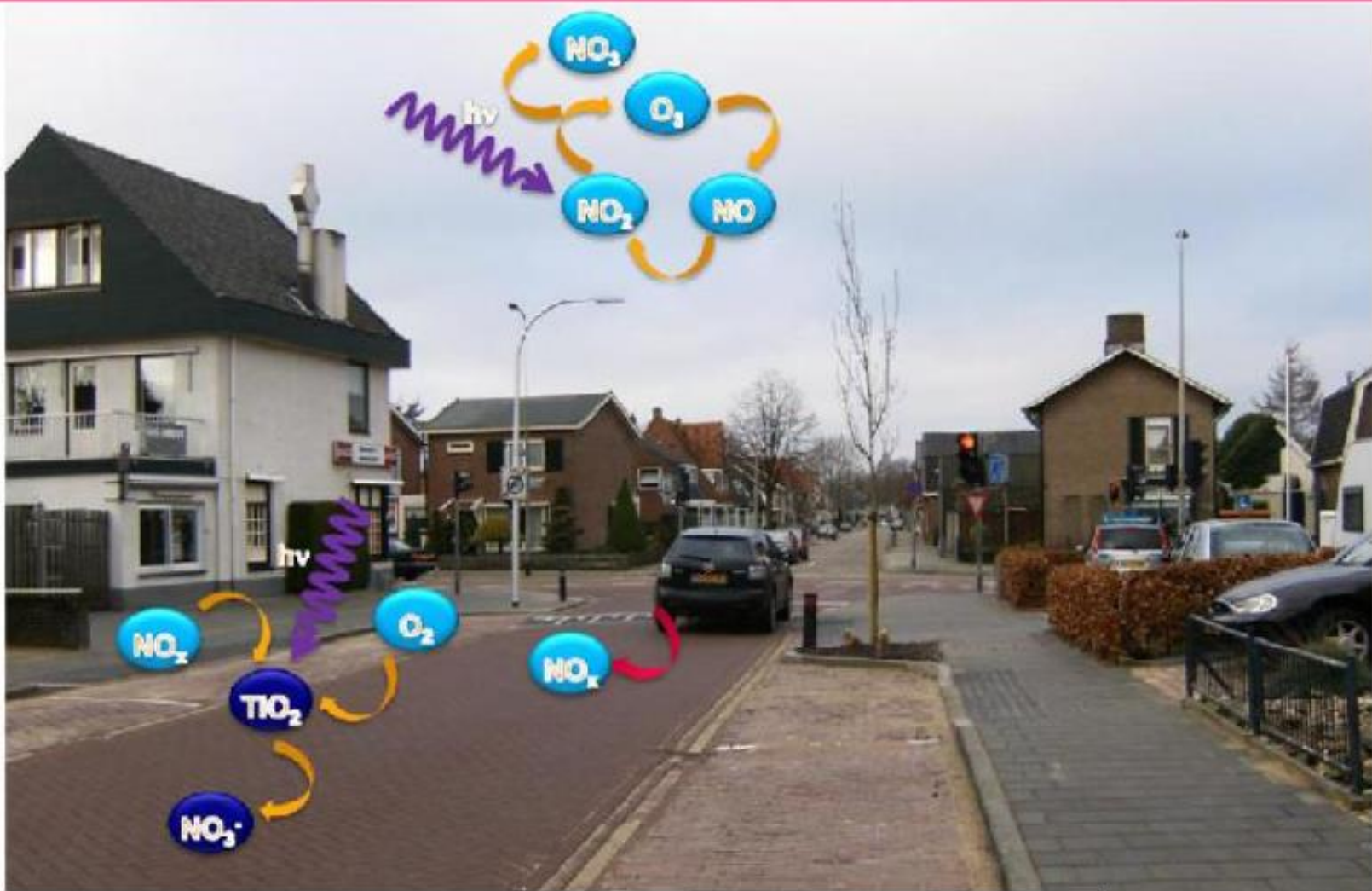
# NANOTECHNOLÓGIA

- 10 éve alkalmazzák Németországban, Hollandiában, független laboratórium által igazolt eredmények
- A gyomnövények nem telepednek meg a hézagokban
- Taszítja a port és a koszt
- A széleskörű gyártását ára fékezi, 50%-al drágább a gyártmány mint a hagyományos kiselemé.
- Titán ércből kémiai reakció révén állítják elő
- Élelmiszerekben is előfordul E 171

# NO<sub>x</sub> and the Environment







Under the condition of uv radiation anatase  $O_2$  transforms the nitrites and sulphites into sulphates and carbonates at the surface of the pavers or wall. This is a photocatalytic reaction.

# Egyirányú betonszilárdság

- USA: 55MPa
- D:60MPa
- N:75MPa
- ECUADOR:25MPa
- DÉL AFRIKA: 25-60MPa
- H:??????????



*Figure 4. The heating system is tied to a wire mesh anchored into the compacted aggregate base.*



# Humuszleszedés, földmű kialakítás

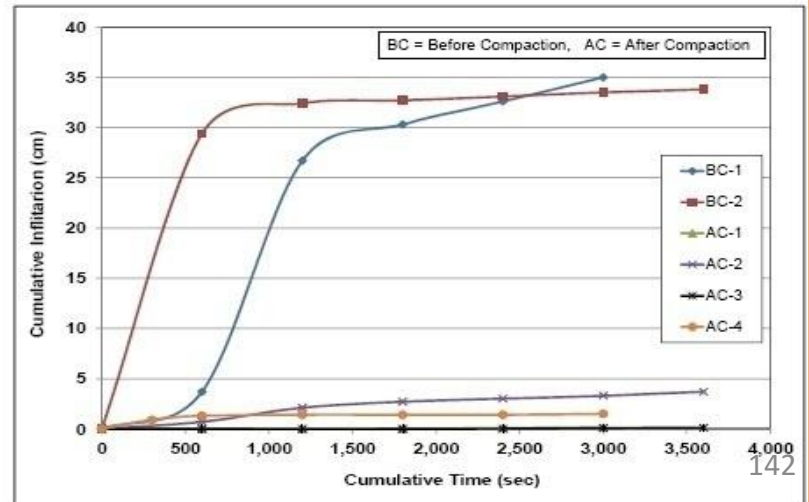




# Tömörítés, vízáteresztőképeség mérése



Figure 5.2: Subgrade compaction.

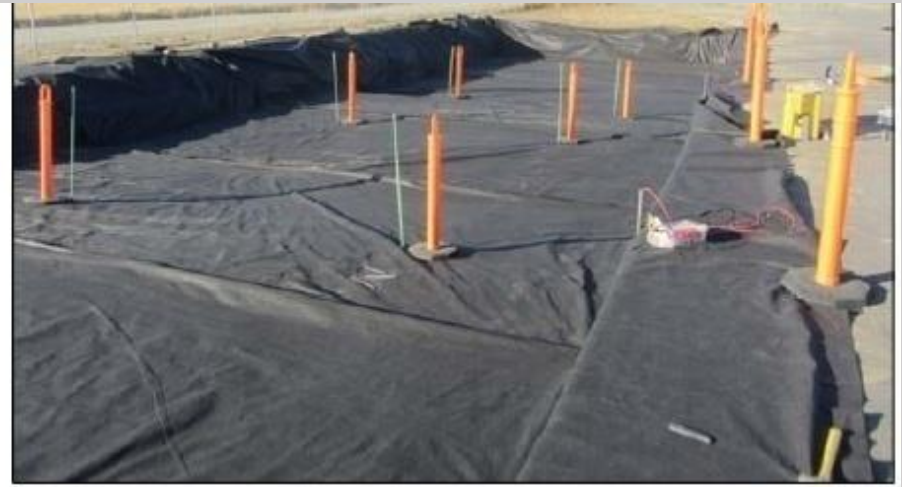


# TÖMÖRSÉGMÉRÉS





# Geotextil



# Szegélyezés és mérőhelyek kialakítása



**Figure 5.9: Formwork for curb.**



**Figure 5.10: Concrete curb placement.**





# Tározó és alapréteg



# Felső alapréteg





# Tömörségmérés a felső rétegen



# Az ágyazó zúzalék elterítése





# Ágyazó zúzalék szintre húzása









**Figure 5.16: Jointing stone placement and compaction.**







Vége az első résznek