

Geo(mű)anyagok és alkalmazásuk

Előadó:
Dr. Zumpf András
igazgató

Az előadás vázlatja

1. Bevezető
2. A **Gradex** bemutatása
3. A geoműanyagok történelme
4. A geoműanyagok felosztása
5. A geoműanyagok részletes ismertetése
6. Geoműanyag alkalmazások (II. rész)

2. Gradex alapítása

A Gradex Kft.-t két magyar mérnök alapította:

- Sipos László
- Szengofszky Oszkár

Az alapítás éve: **1996**

Cégforma: **Kft.**

Törzstőke: **10 millió HUF**

Kezdeti tevékenység: **süllyedés mérés**



A Gradex tevékenysége

- **Nyugat- Európai cégek képviselete** (Tensar 1997, Terram 1998, Presto 1998, Volkmann & Rossbach 2000, Geobrugg 2002, Agru 2003)
- **Geoműanyag** forgalmazás
- **Védőberendezések** (korlátok) forgalmazása és telepítése
- Technológia átvétele és fejlesztése
- **Mélyépítési létesítmények** kivitelezése
- Különleges **mérések**

A Gradex fő előnyei

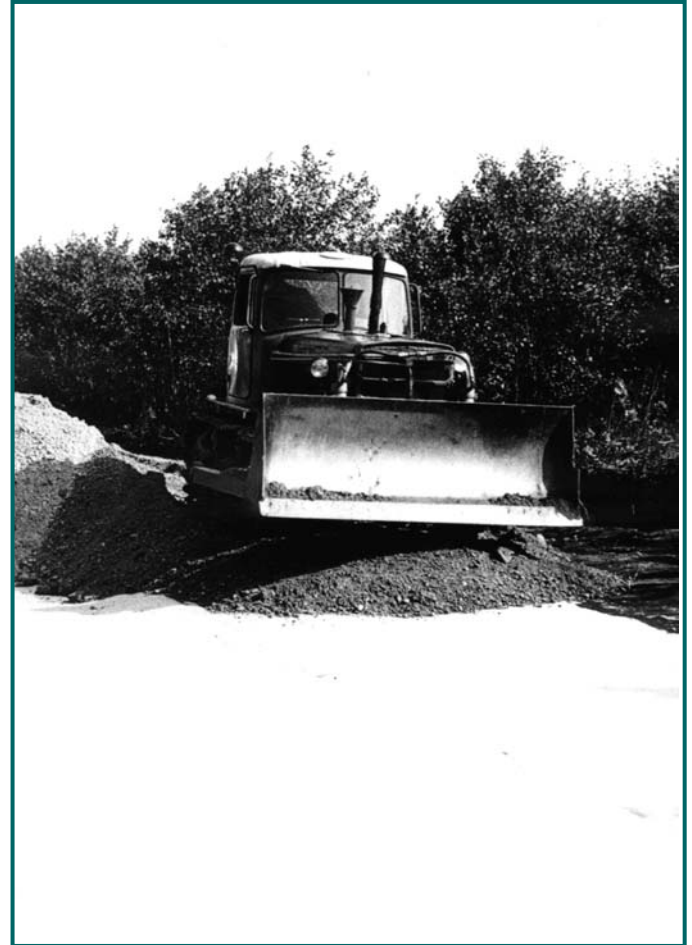
- **komplex mérnöki felfogás,**
- a műszaki és talajmechanikai tervek elemzése
- **alternatív javaslat, gazdasági elemzés**
- **saját kivitelezés,** gyakorlott alvállalkozó
- **azonnali reagálás** a piaci igényekre, **raktár**
- **banki háttér**
- **jól kidolgozott technológia** („magyar” megoldás a geoműanyaggal erősített talajtámfalakra)
- **személyes kapcsolatok**
- **több éves gyakorlat**
- **magyar referenciák**
- **meghatározó szerep** a geoműanyagok területén
- **jó kapcsolat az egyetemekkel**

3. Egy kis történelem

I. Szakasz: geotextiliák (1960-70):

- Mindig voltak műszaki textiliát gyártók (porszűrők, törölők, stb.)
- **A textilipar folyamatos válságba került (a kínaiak dömpingje)**
- A műanyagipar egyre fejlődik, gyártja a PP, PE szálakat
- Új piacokat kellett keresni (építőipar)
- Beindul a magyar gyártás (**Temaforg** 1971 tünemezelt technológia), komoly export a SZU-ba
- „Terfilt, ha baj van”
- Erdészeti beépítések
- **GeoTiptex** gyár (1985)
- Tisztázódik, hogy a geotextiliák mire használhatók
- Újabb gyártási technológiák (szőtt, terített, hőkezelt)

Hanság 1971



Egy kis történelem

II. Szakasz: Georácsok (1980-90):

- A műanyagipar tovább erősödik
- Az új anyagok komoly húzószilárdsággal rendelkeznek (20-160 kN/m)
- Extrudált rácsok (Nyergesújfalú Netlon gyár, ma Zolltec)
- Polimerizált rácsok (Tensar)
- elméleti háttér (merev csomópontú rácsok, alakkal záródó kötés, Bishop képletek, Crow diagramok, tervezés, stb.)
- mélyépítő mérnökök új technológiákat, anyagokat fejlesztenek ki (geocella)
- laborvizsgálatok (húzás, szakítás, stb.)
- talajtámfalak kialakítása

Egy kis történelem

III. Szakasz: Geoműanyagok forradalma (1990-):

- A talajerősítésben elfogadott anyagok
- Szabványok, műszaki irányelvek
- Széleskörű elterjedés
- Gazdaságos, környezetbarát anyagok
- Tervezhető
- 120 éves élettartam
- Referenciák
- Talajtámfalak építési technológiájának kialakítása

Egy kis történelem

IV. Szakasz: mai helyzet:

- A geoműanyagok széleskörű elterjedése
- Szőtt és hegesztett rácsok
- Környezetbarát, gazdaságos megoldások
- A tervezők nagy része még mindig nem ért a geoműanyagokhoz
- A húzószilárdság preferálása
- Polimerizált rácsok
- Az ár determináltsága
- Árverés a neten (negatív)

4. Mit nevezünk geo(mű)anyagnak?

Minden olyan (mű)anyagot amely **kapcsolatba kerül**

- a talaj felszínével
- az altalajjal
- talajvízzel
- mélyépítésben használt töltés, (talaj, kőzet) ágyazati anyaggal
- pályaszerkezet rétegével

és valamilyen mélyépítési szerkezet (töltés, ágyazat, pályaszerkezet stb.) **szerves részét képezi.**

Geoműanyagok funkciói

- 1. Szétválasztás (réteg elválasztás):** geotextília, geofólia, geomembrán
- 2. Erősítés:** geotextília, geoháló, georács, geocella, kombinált szerkezetek, kompozitok
- 3. Szűrés:** geotextília
- 4. Drénezés:** geotextília, kombinált szerkezetek, kompozitok
- 5. Szigetelés:** geomembrán, geofólia
- 6. Felületvédelem:** geohálók, geopokróc, geocellák, kombinált szerkezetek, kompozitok

A geoműanyagok jellemzői

- **Besorolás**, azonosítás, funkciók
- **Fizikai** jellemzők, méretek
- **Mechanikai**, igénybevételi jellemzők
- **Hidraulikai** jellemzők (geotextíliák, drének esetében)
- **Tartóssági** jellemzők (beépítéskor, használat alatt)
- **Degradációs** tulajdonságok, ellenállások a különböző hatásokkal szemben
- **Beépítési technológia**

A geoműanyagok besorolása

<u>Megnevezés</u> fajta	<u>Típus</u>	<u>Milyen feladatra</u>	<u>Milyen funkcióra</u>	<u>Anyaga</u>	<u>Egyéb</u>
• Geotextil	Szőtt	Töltésalapozás	Elválasztás	PP	Szín
• Geoháló, geopaplan, geomatrac	Nem szőtt	Ágyazat-erősítés	Szűrés	PE	Vonalkód
• Geopokróc, füvesítő háló	Extrudált	Erózióvédelem	Szigetelés	PET	Azonosítási jellemzők
• Georács	Húzott	Támfalépítés	Drénezés	Üveg	Egyéb
• Geocella	Hegesztett	Meredek rézsű építés	Erősítés	Stb.	
• Geomembrán	Felület-kezelt	Aszfalterősítés	Védelem		
• Segédanyag	Hőkezelt	Hulladék-lerakó			
• Kompozit					

A geoműanyagok fizikai jellemzői

Súlyadatok:

- Fajlagos tömeg
(testsűrűség)
- Tekercssúly

Geometria:

- szélesség
- hosszúság
- vastagság (normál állapotban, nyomás alatt)
- tekercs átmérő
- szabad felület
- nyílásméret
- elemméretek
- elemszámok

Egyéb:

- tekercselési merevség
- lágyulás
(thermoelaszticitás)
- éghetőség

Mechanikai jellemzők

Szilárdsági adatok:

- szakító szilárdság különböző irányokban
- húzószilárdság különböző irányokban
- tolási
- fáradási
- repesztési
- kapcsolati, csomóponti

Nyúláshoz tartozó szilárdsági adatok:

- 5% nyúláshoz tartozó szilárdság

Nyúlási adatok:

- különböző irányokban
- szakadónyúlás

Egyéb adatok:

- összenyomhatóság
- alakváltozási modulus
- kihúzóerő ellenállás
- surlódási viselkedés

Hidraulikai jellemzők

Általános adatok:

- porozitás
- nyitott felületi arány
- jellemző szűrőnyílás

Vízáteresztő képeség:

- síkra merőleges (permittivitás)
- síkbeli (transzmittivitás)

Egyéb jellemzők:

- szemcsevisszatartás, szűrés
- vízbehatolással szembeni ellenállás

Tartóssági jellemzők

Ellenállás

- beépítési
 - építési forgalom
 - építési anyag
 - építési technológia
- beépítés után
 - kúszás, nyúlás, átszakadás, relaxáció
 - kihúzódás
 - éghetőség
 - repedés

Hidraulikus tulajdonságok

- tartós vízvezetés, eltömődés
- gradiensarány
- hidraulikus konduktivitási arány

Degradációs jellemzők

Fizikai jellemzők változása

- öregedés
- szilárdsági jellemzők csökkenése az idő függvényében

Biológiai ellenállás változás

- rágcsálókkal szembeni (emészthető adalék) ellenállás
- mikrobiológia ellenállás

Iőjárással szembeni ellenállás változás

- szél
- hőmérséklet
- UV állóság
- csapadékvíz

Egyéb ellenállás változás

- kémiai
- radioaktív
- oxidáció
- éghetőség

Technológiai jellemzők

Toldás

- átlapolással:
 - hossz
 - kereszt
- fűzéssel
- összenyomással
- ragasztással
- vulkanizálással
- kombinált eljárással

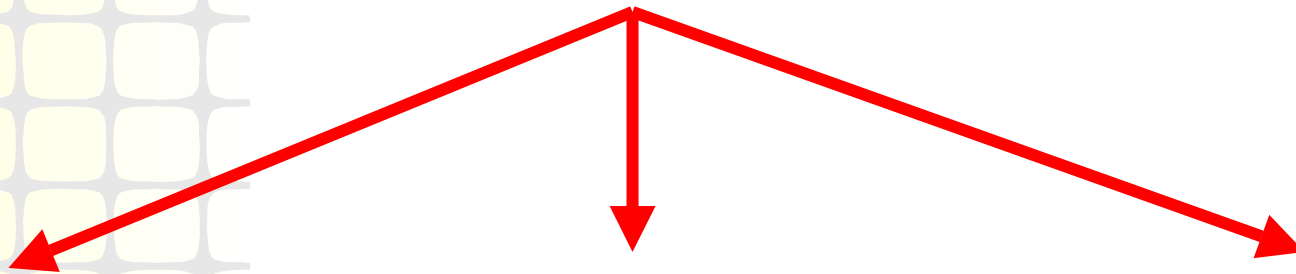
Fektetés

- nyers felületre
- másik geoműanyagra
- bitumen emulzióba

Az építés bonyolultsági foka

- egyszerű (kézi)
 - fektetés, kiterítés, kihúzás, rögzítés, átlapolás
- közepes
 - toldás (pld. fűzőléccel)
 - bitumenbe fektetés
 - visszahajtás
- bonyolult (kézi, gépi)
 - drénezés
 - talajtámfal
 - cellamatrac
 - hulladéklerakó

A geo(mű)anyagok felosztása alapanyag szerint



Szerves anyagok:

- juta
- kókusz
- szalma
- stb.

Szervetlen anyagok:

- üveg

Műanyagok:

- PP
- PE
- HDPE
- PET
- stb

Geoműanyagok felosztása

1. Egyedi (egy rétegű) geoműanyagok

- geotextiliák
- geofóliák
- geohálók
- geopkrócok, stb.
- georácsok
- geocellák

2. Geokompozitok

- szigetelők
- szigetelők+erősítők
- felületszivárgók
- drének
- erősítők

3. Épített geoműanyag szerkezetek

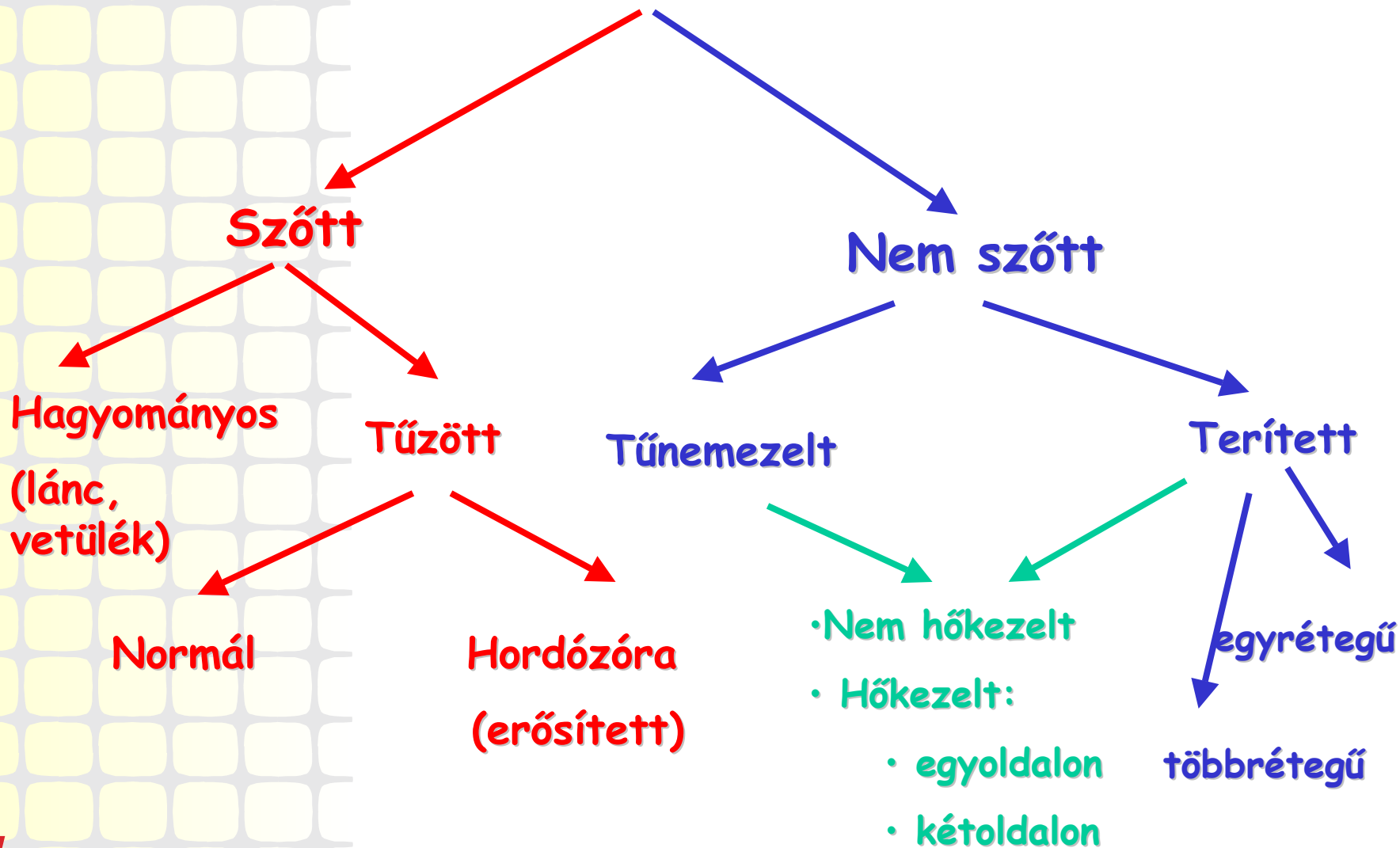
- cellamatracok
- geoműanyaggal erősített talajtámfalak
- rekultivációk
- szilárdhulladék lerakók

1.1. Geotextíliák

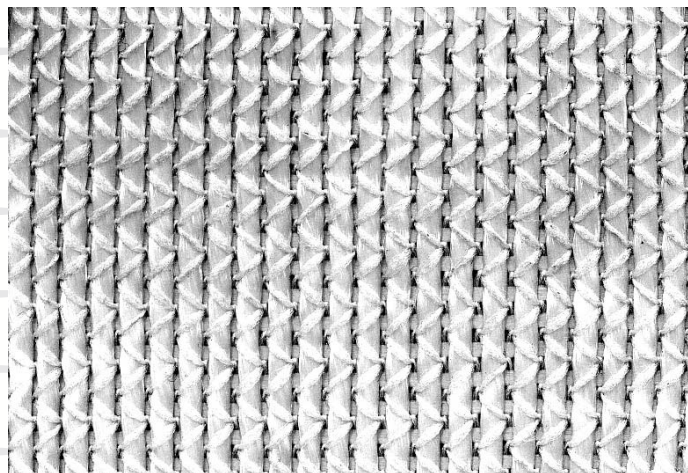
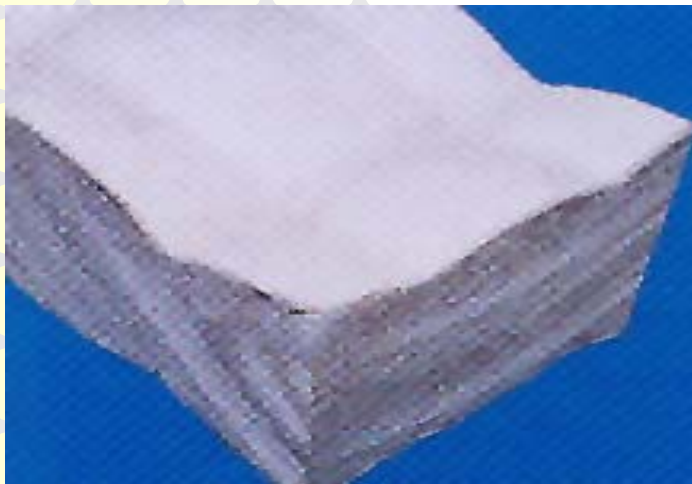
Meghatározása:

Vékony műanyag (PP,PE) vagy üvegszálból, vagy pászmából szövésével, terítéssel, vagy tűnemezeléssel előállított, elsősorban elválasztásra és szűrésre használt műszaki textília.

Geotextíliák



Geotextíliák



Geotextíliák összehasonlítása

Tűnemezelt

Terített (Terram)

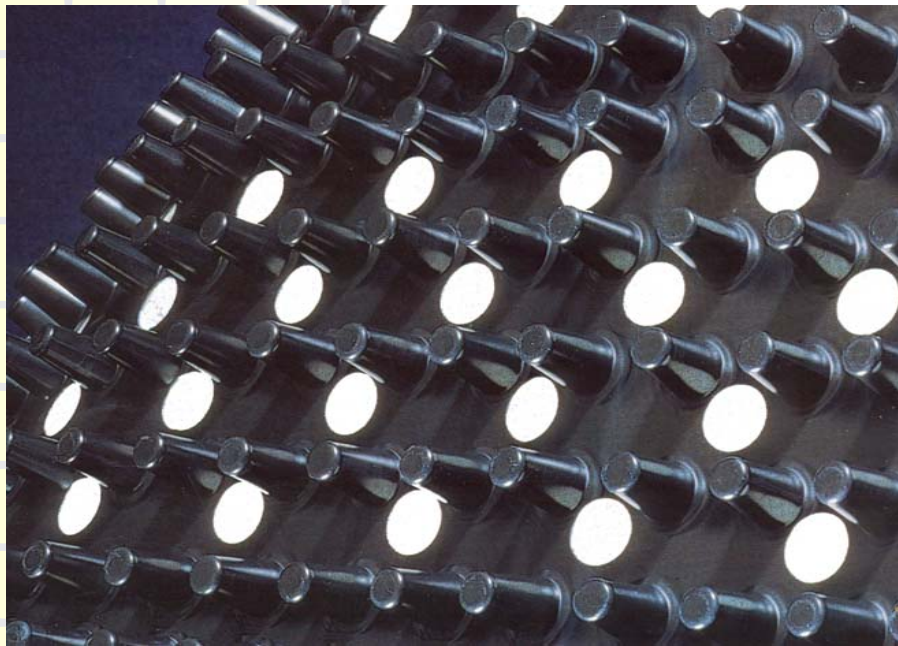
Fizikai jellemzők	<ul style="list-style-type: none">• nagy nyúlású• kis húzószilárdságú	<ul style="list-style-type: none">• kis nyúlású• relatív nagy húzószilárdságú
Alkalmas	<ul style="list-style-type: none">• elválasztásra• szűrésre• védelemre (geofólia)	<ul style="list-style-type: none">• elválasztásra• erősítésre
Kevésbé alkalmas	<ul style="list-style-type: none">• erősítésre	<ul style="list-style-type: none">• szűrésre

1.2. Geofóliák, membránok

Meghatározása:

Elsősorban szigetelésre használt, rendszerint extrudálással (fújás, hengerlés, húzás) előállított vékony (0,1 - 20 mm) sima, vagy profil fólia, vagy lemez.

Geofóliák, membránok



1.3. Geohálók

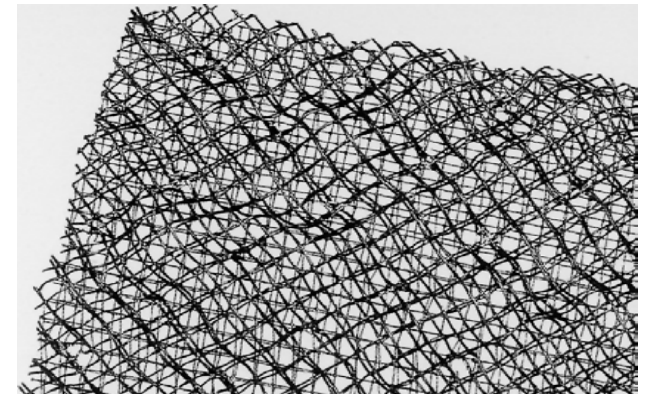
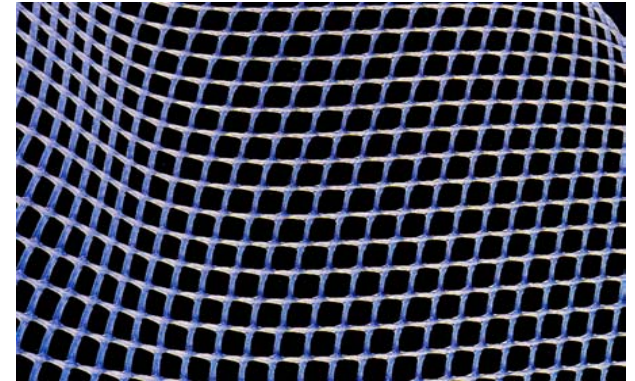
Meghatározása:

Kis geometriai méretekkel rendelkező, vékony bordájú, nem merev csomópontú, extrudálással előállított műanyag szerkezet.

Geohálók

Felosztása:

- Síkhálók
- Térhálók (erózióvédők)

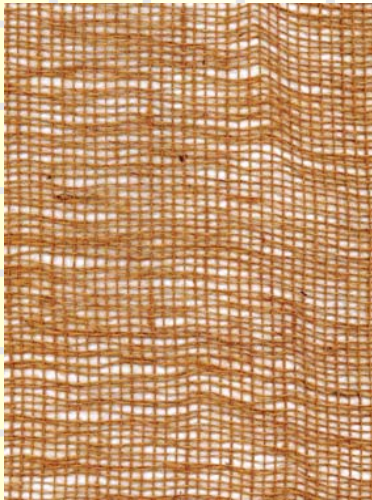
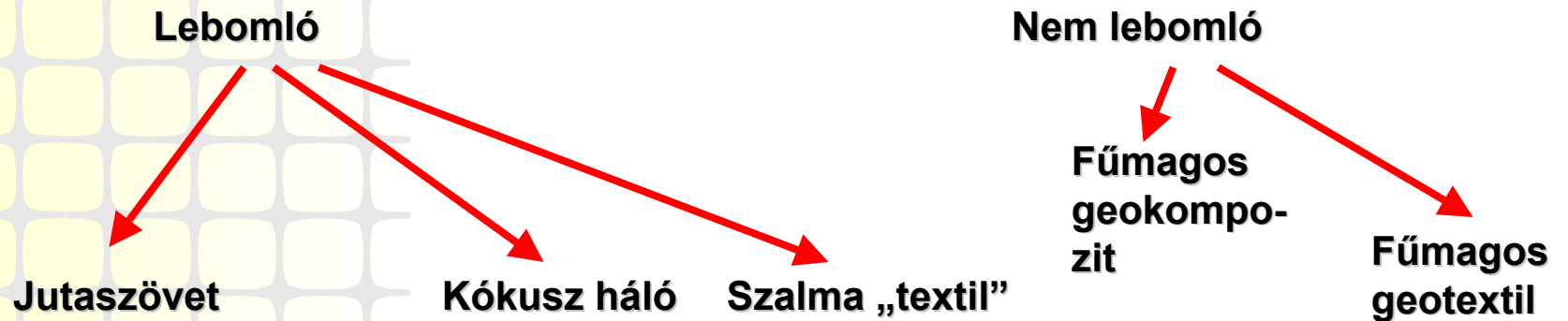


1.4. Geopokrócok, füvesítő hálók, jutahálók

Meghatározása:

Elsősorban a füvesedés elősegítésére alkalmas természetes, és/vagy műanyagot tartalmazó anyagok.

Felosztása



1.5. Georácok

Meghatározása:

A geohálóhoz képest nagyobb geometriai méretekkel és szilárdsági tulajdonsággal rendelkező, vastagabb bordájú, rendszerint csomóponttal és szabad felülettel rendelkező, különféle technológiával előállított, alapvetően erősítésre használt műanyag.

Georácok

Ahol a geotextíliák erősítő tulajdonsága véget ér, onnan kezdődik a georácok erősítőképesége

A szőtt georácokat a textilipar hozta létre

Hegesztett rácsokat kevés helyen gyártanak

Merev csomópontú georácot:

- a **Tensar**
- és a **Tenax** gyárt

Georácok

Merev

csomópontú

Hajlékony

Polimerizált

100 C° felett

100 C° alatt

Hegesztett

Szőtt impregnált

Geotextilre tűzött

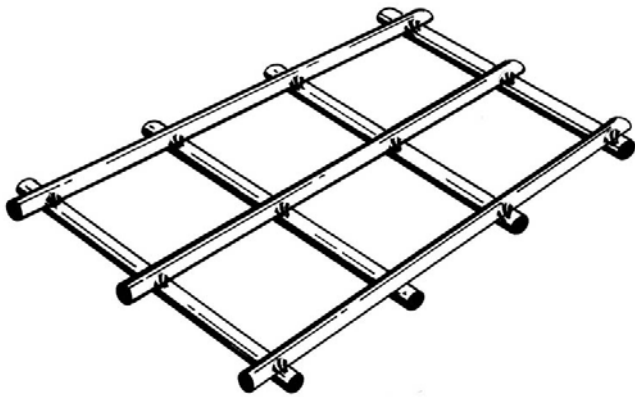
Egytengelyű **Kéttengelyű**

Két szalagos **Három szalagos**

Üvegszál

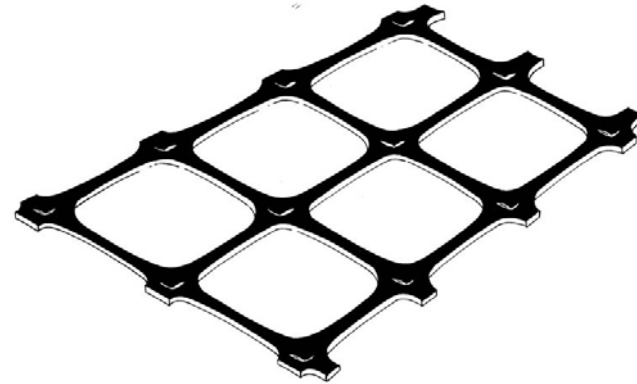
Poliészter

Alapvető különbségek



Hálók és pseudo-rácscok

A rendszer leggyengébb elemét a rácspont képezi.



TENSAR georácscok

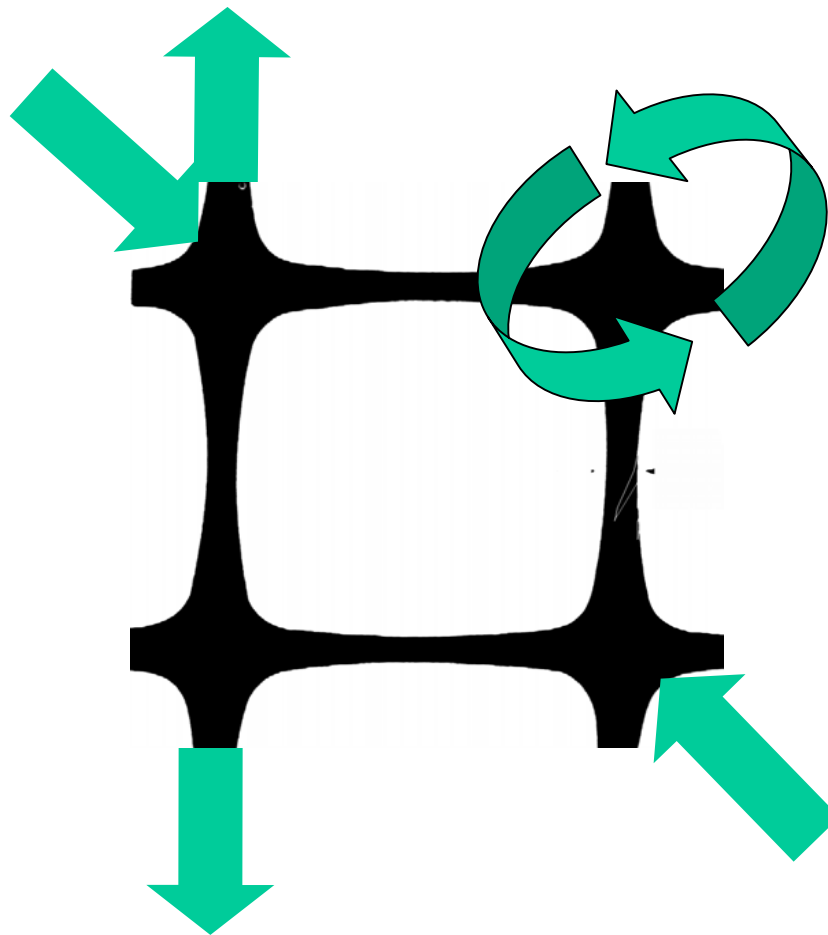
A bordák és a rácspontok integráns merev szerkezetet alkotnak.

Csomóponti merevség

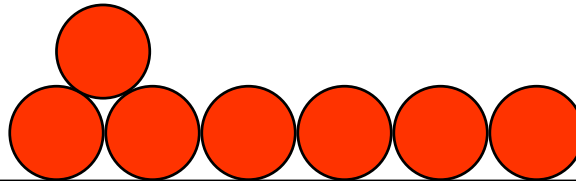
Rácsponi szilárdság

Síkbeli merevség

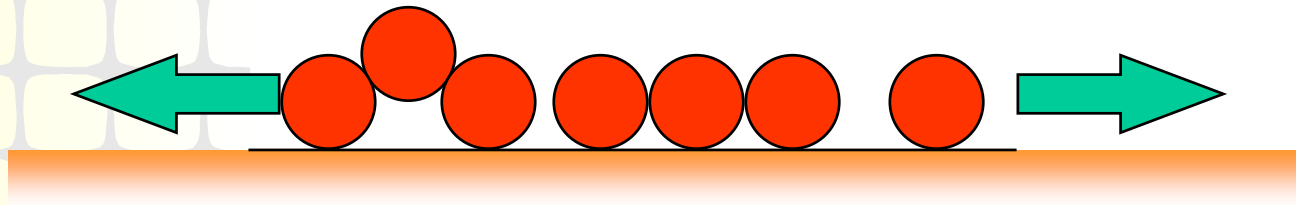
Síkbeli csavaró merevség



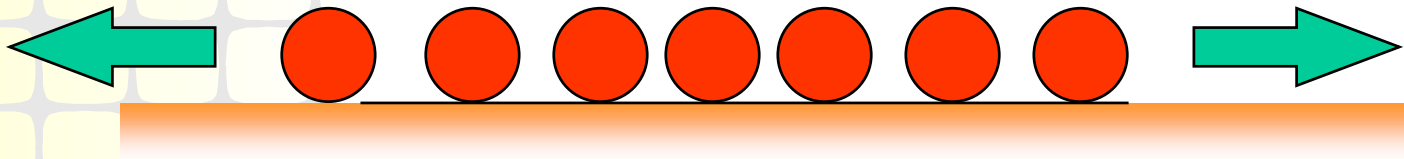
Az alakkal záródó kötés



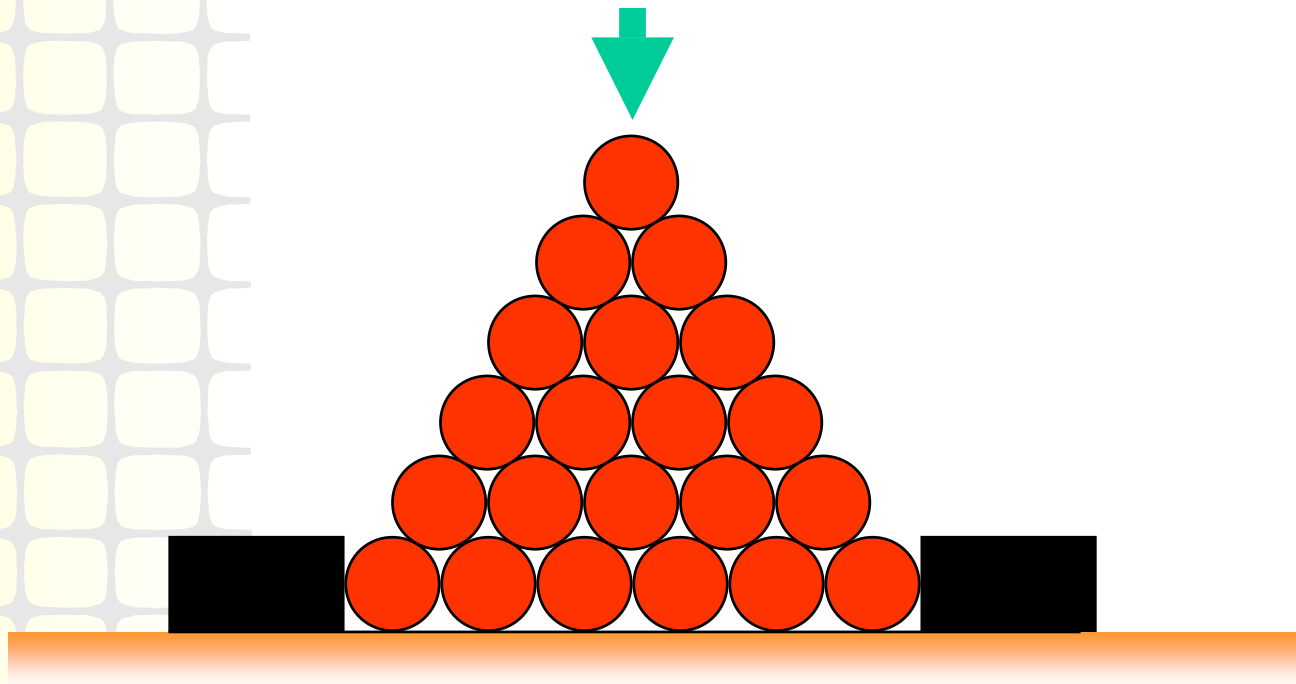
Az alakkal záródó kötés



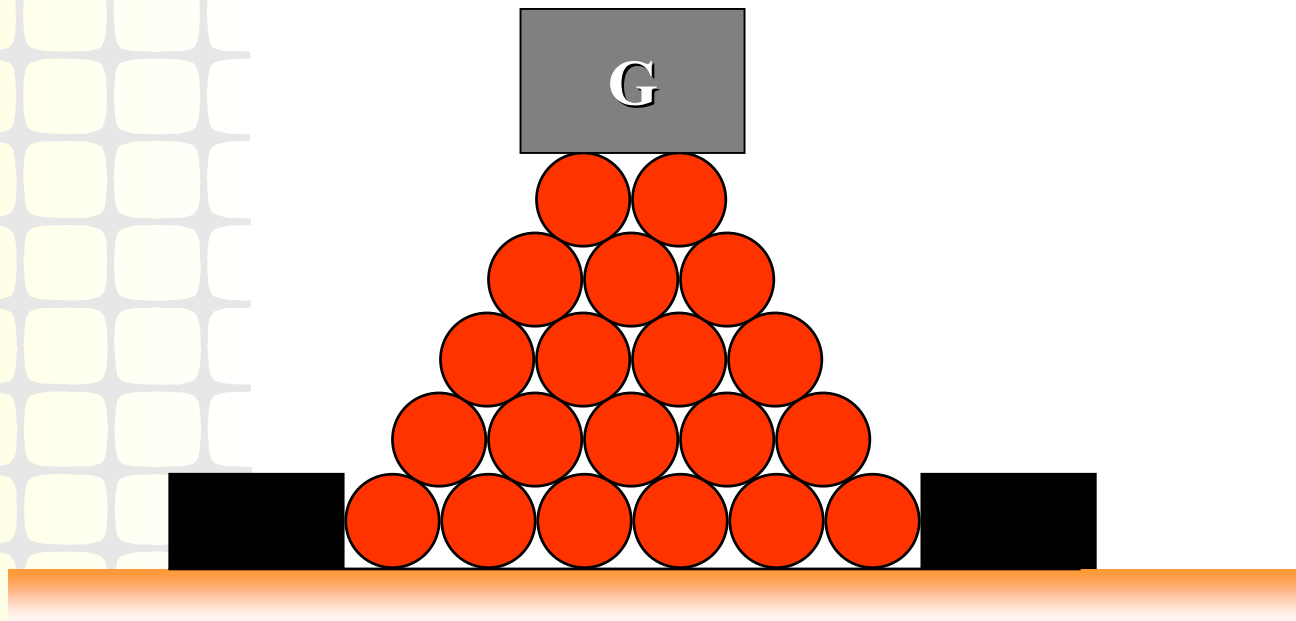
Az alakkkal záródó kötés



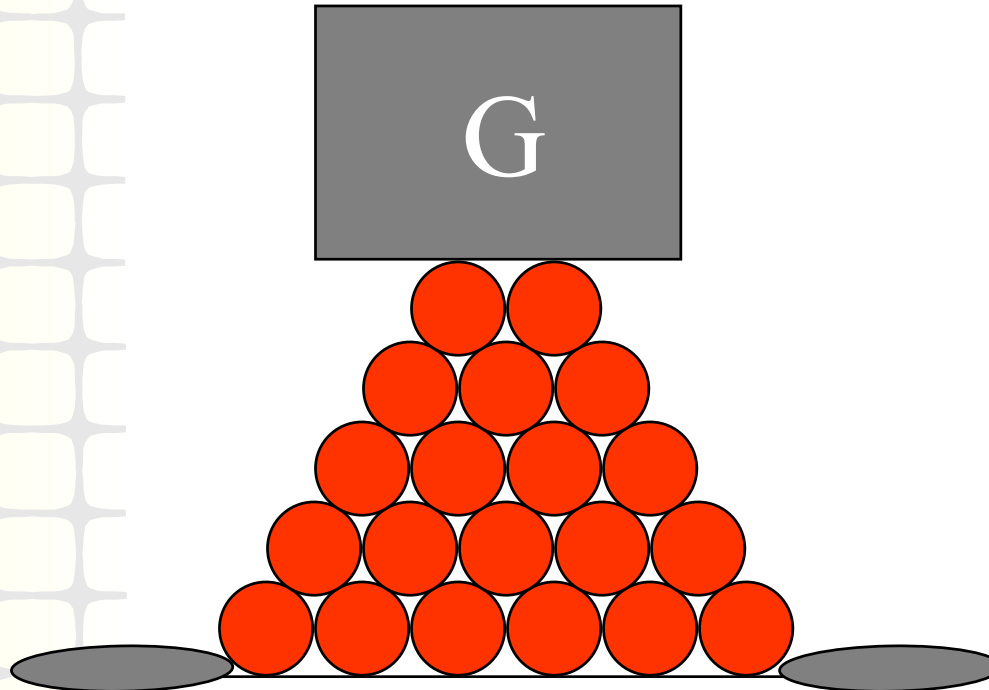
Az alakkal záródó kötés



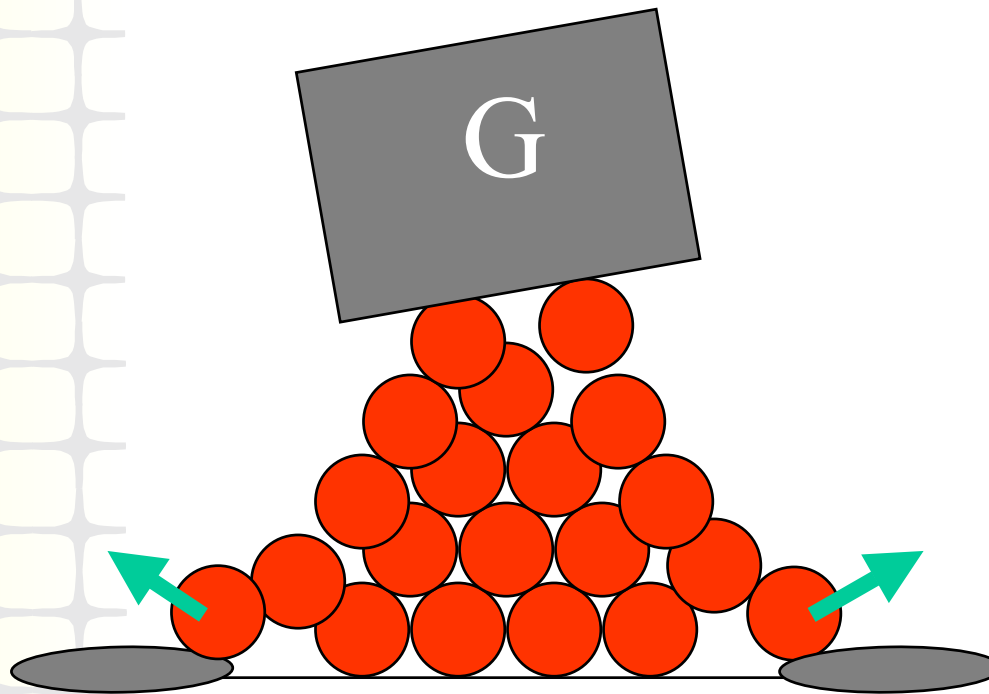
Az alakkal záródó kötés



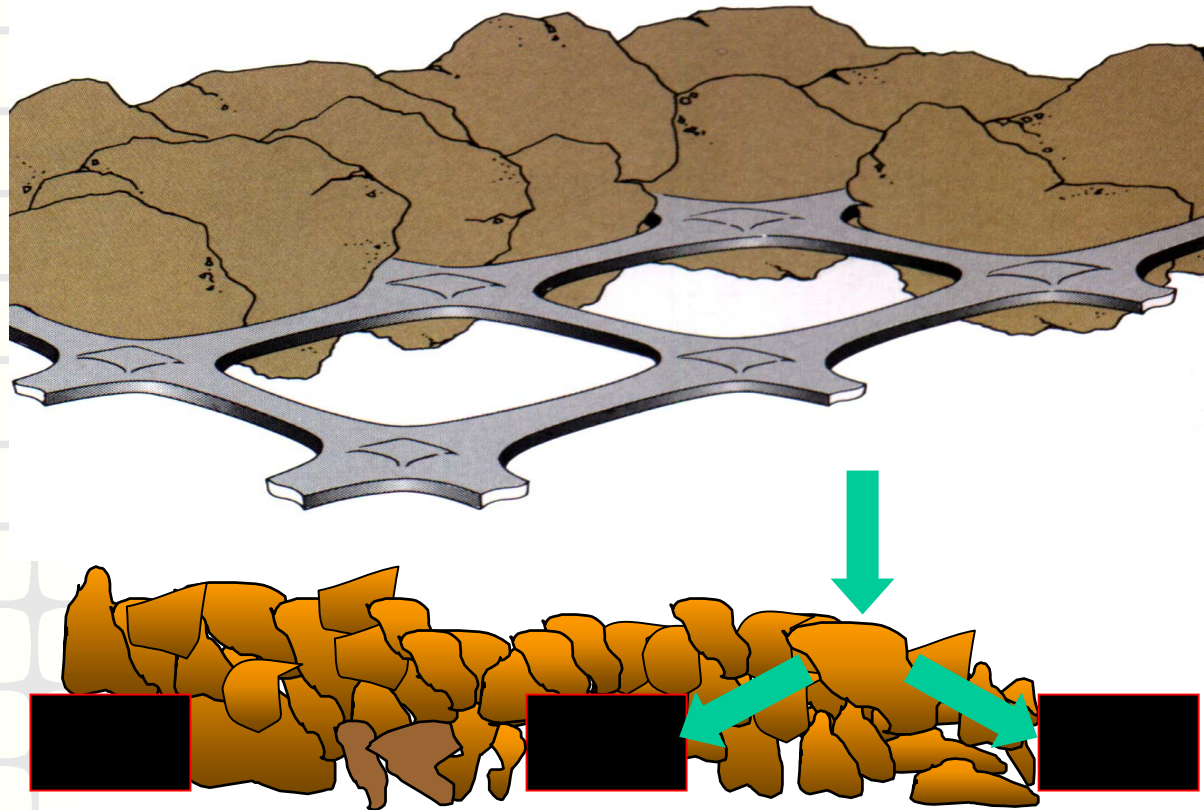
Az alakkal záródó kötés



Az alakkkal záródó kötés

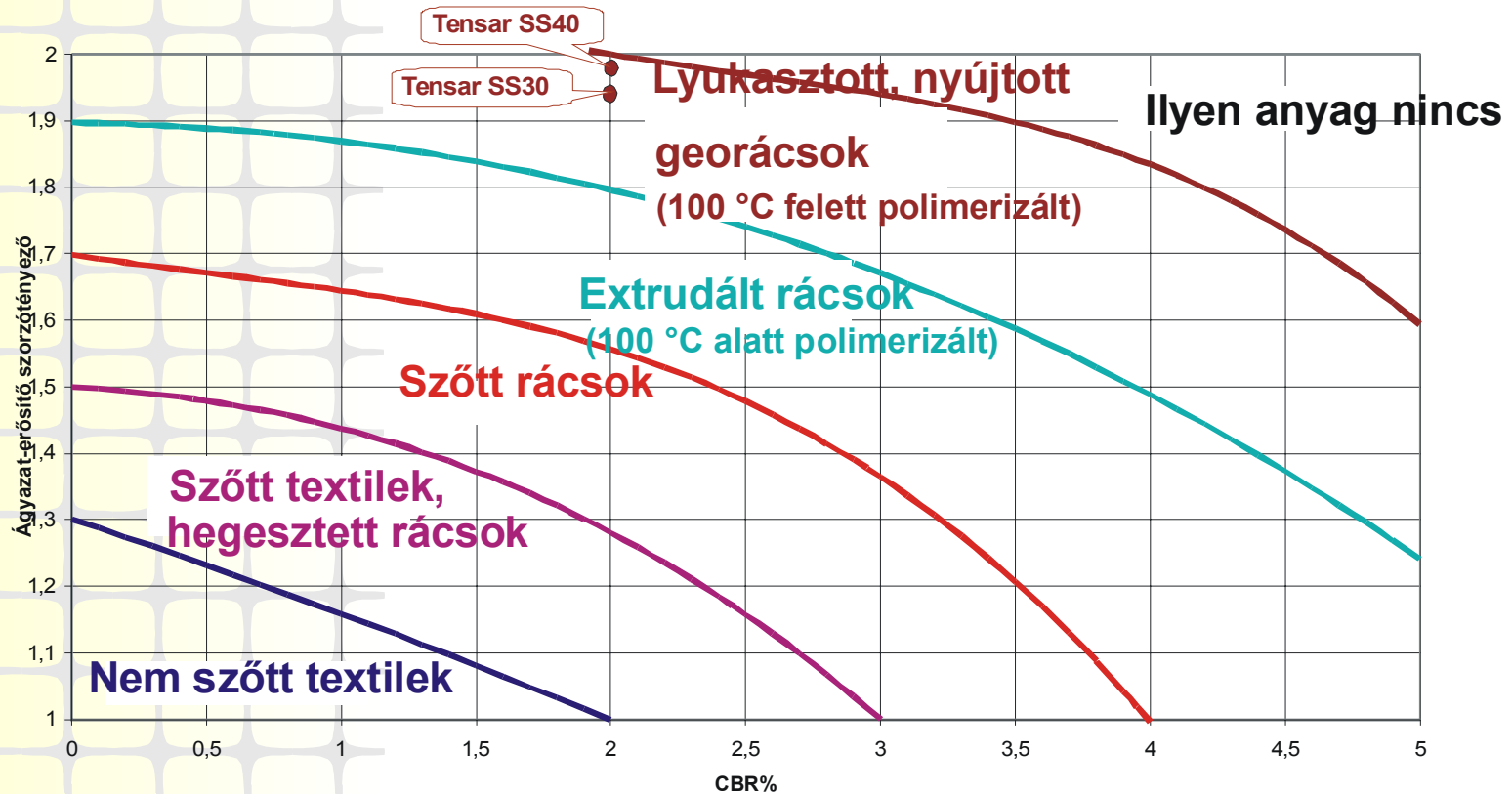


Az alakkal záródó kötés



Georácscok tervezhetősége

Geoműanyagok erősítőkétségének összehasonlítása (CROW diagramm)



Georácok tervezhetősége

Ezt a diagrammot használják Európában a tervezők, kivitelezők és beruházók a különböző geoműanyagok összehasonlítására, a felhasználáshoz megfelelő anyag kiválasztására.

A vízszintes tengelyen az erősítendő altalaj **CBR %** értéke látható, míg a függőleges az ágyazaterősítési szorzótényező.

A CROW diagramm megmutatja, hogy az adott altalaj CBR %-hoz és a kiválasztott geoműanyaghoz milyen **ágyazaterősítési szorzótényező** tartozik.

Az ágyazaterősítési szorzótényező megmutatja, hogy az adott geoműanyagot használva hányszor kisebb vastagságú ágyazati réteget kell a geoműanyagra építeni ahhoz képest, mintha nem használnánk geoműanyagot.

Így pl. látszik, hogy $CBR\% = 2$ feletti talajoknál a nem szőtt textilek használhatatlanok.

A CROW diagrammban elhelyeztük a Tensar rácokra vonatkozó nagymodell kísérlet eredményeit, melyből látszik, hogy ez a leghatékonyabb, legjobb erősítő hatású rács.

Georácok összehasonlítása

Tensor

Extrudált

Hegesztett

Szőtt

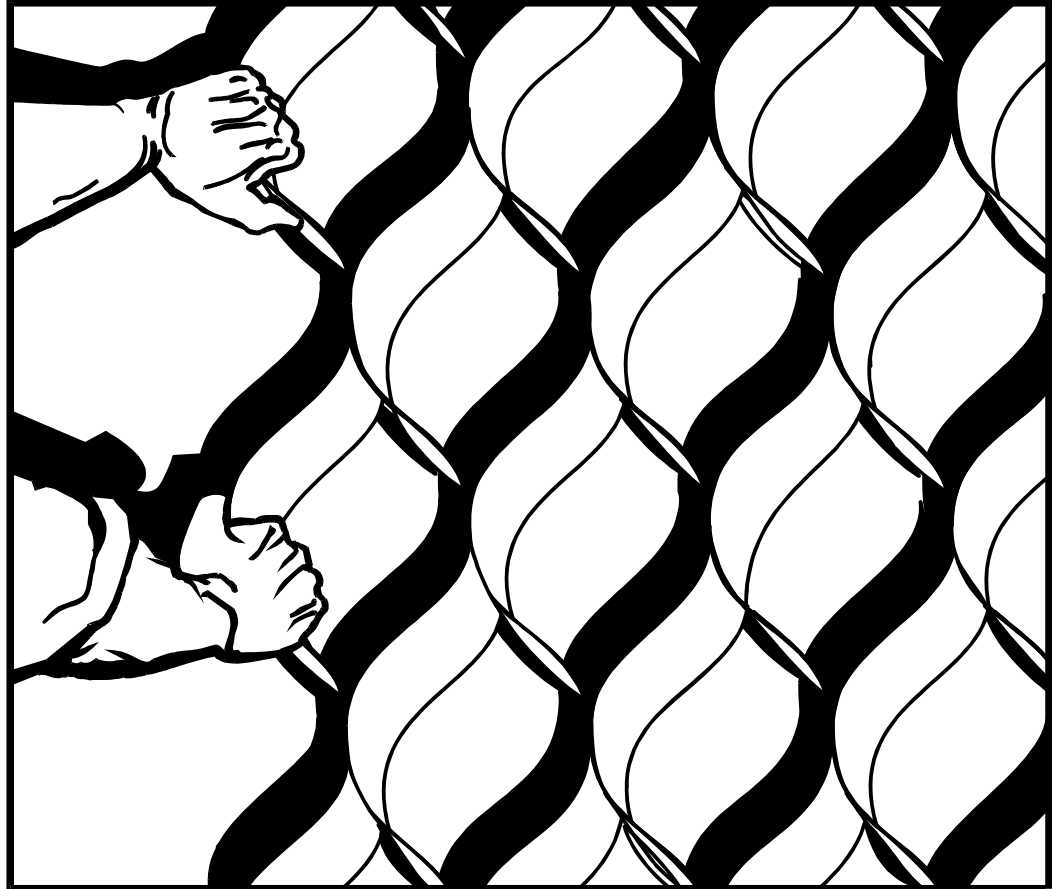
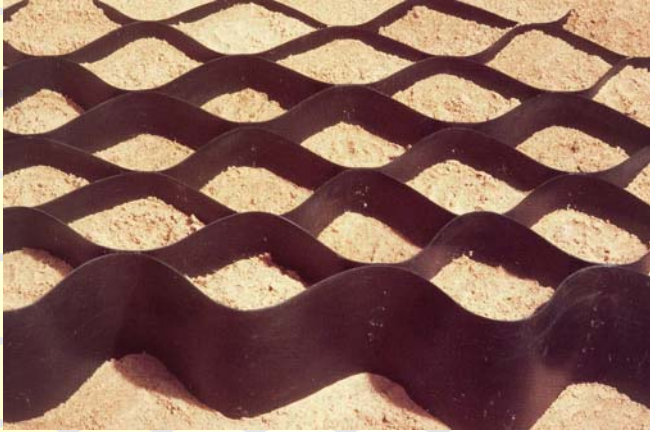
	Tensor	Extrudált	Hegesztett	Szőtt
Fajlagos fizikai jellemzők	<ul style="list-style-type: none"> • <u>nagy</u> húzó-szilárdság • <u>nagy</u> csomóponti merevség 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>kisebb</u> húzó-szilárdság • <u>kisebb</u> csomóponti merevség 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>nagy</u> húzó-szilárdság • <u>csekély</u> csomóponti merevség 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>nagy</u> húzó-szilárdság • <u>nincs</u> csomóponti merevsége
Mechanizmus	<ul style="list-style-type: none"> • alakkal záródó kötés 	<ul style="list-style-type: none"> • surlódás 	<ul style="list-style-type: none"> • surlódás 	<ul style="list-style-type: none"> • surlódás
Alkalmas	<ul style="list-style-type: none"> • erősítésre 	<ul style="list-style-type: none"> • erősítésre (korlátozottan) 	<ul style="list-style-type: none"> • erősítésre (korlátozottan) 	<ul style="list-style-type: none"> • erősítésre (korlátozottan)
Előnyök	<ul style="list-style-type: none"> • komplett megoldás 	<ul style="list-style-type: none"> • olcsó 	<ul style="list-style-type: none"> • olcsó 	<ul style="list-style-type: none"> • húzó-szilárdság

1.6. Geocellák

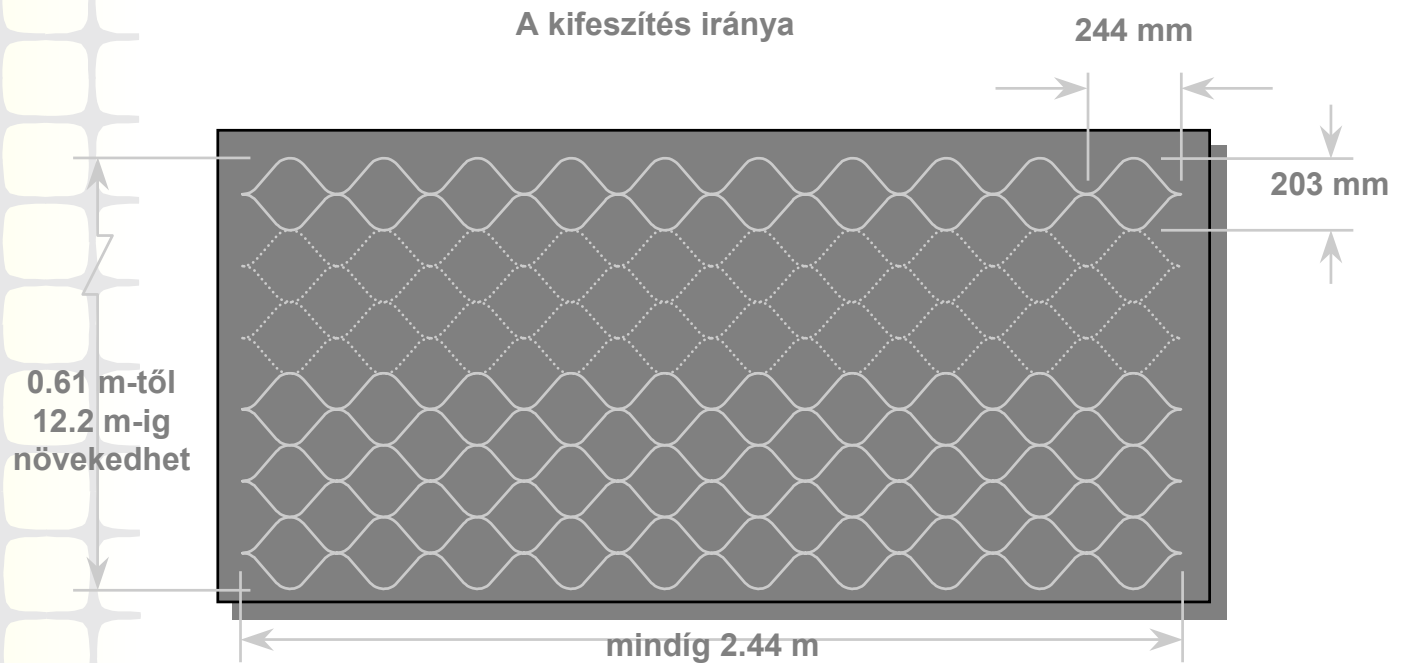
Meghatározása:

Vékony, extrudált (sima, lyukasztott vagy érdesített) műanyag lemezből hegesztési vagy tűzési eljárással készült, különböző magasságú, harmonikaszerűen széthúzható, alapvetően erősítésre és erózió megakadályozására készült, műanyag cella tábla.

Geocellák



Geocellák

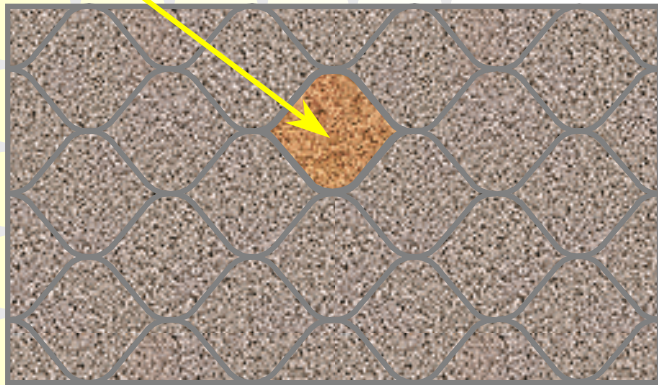


- Hossz 0.6 m-től 24 m-ig
- Szélesség 0.7 m-től 2.4 m-ig

Geocellák

Általános cella

244 mm x 203 mm (9.6 in x 8 in)

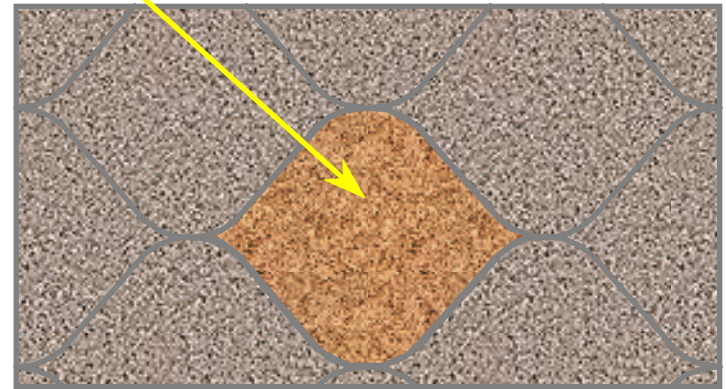


**Cella
mélység**

- 203 mm (8 in)
- 152 mm (6 in)
- 102 mm (4 in)
- 76 mm (3 in)

Nagy cella

488 mm x 406 mm (19.2 in x 16 in)

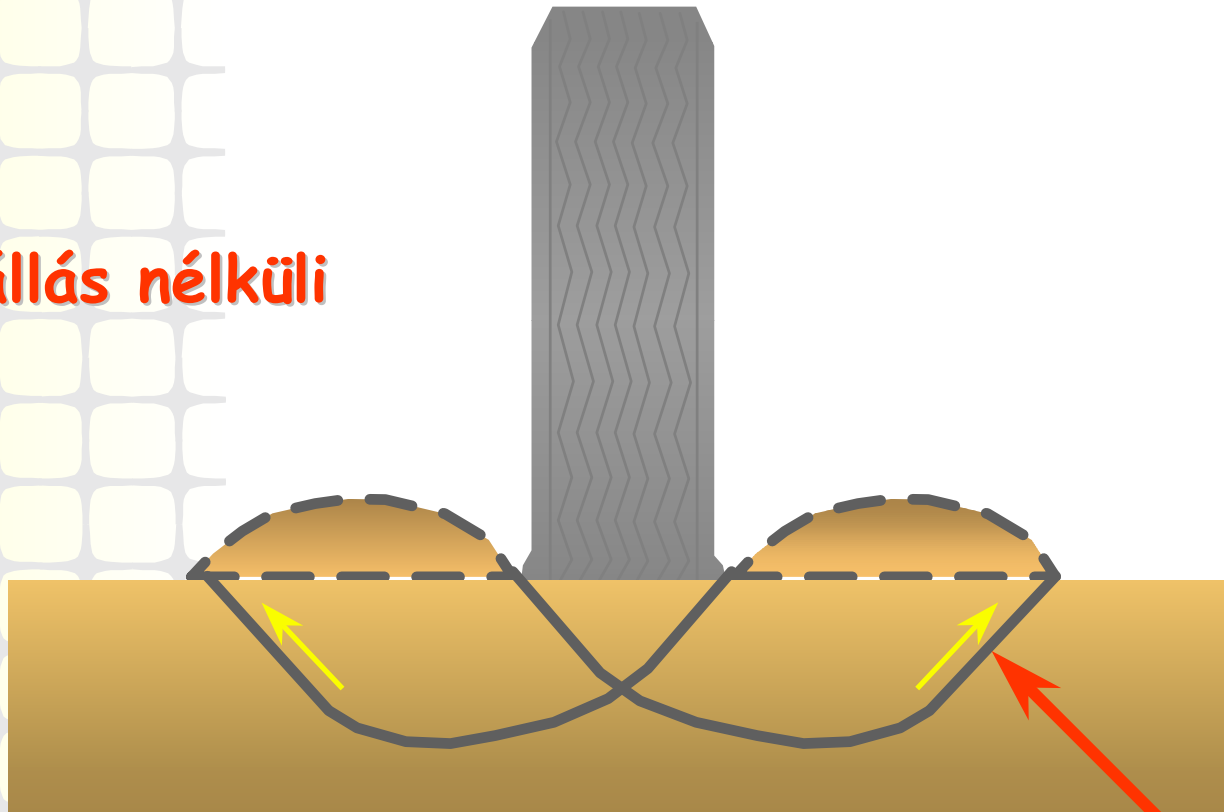


Teljes méret:

- Cella mélység
- Cella méret
- Szelvény (tábla)méret

Teherbírás tönkremeneteli mechanizmus

Ellenállás nélküli



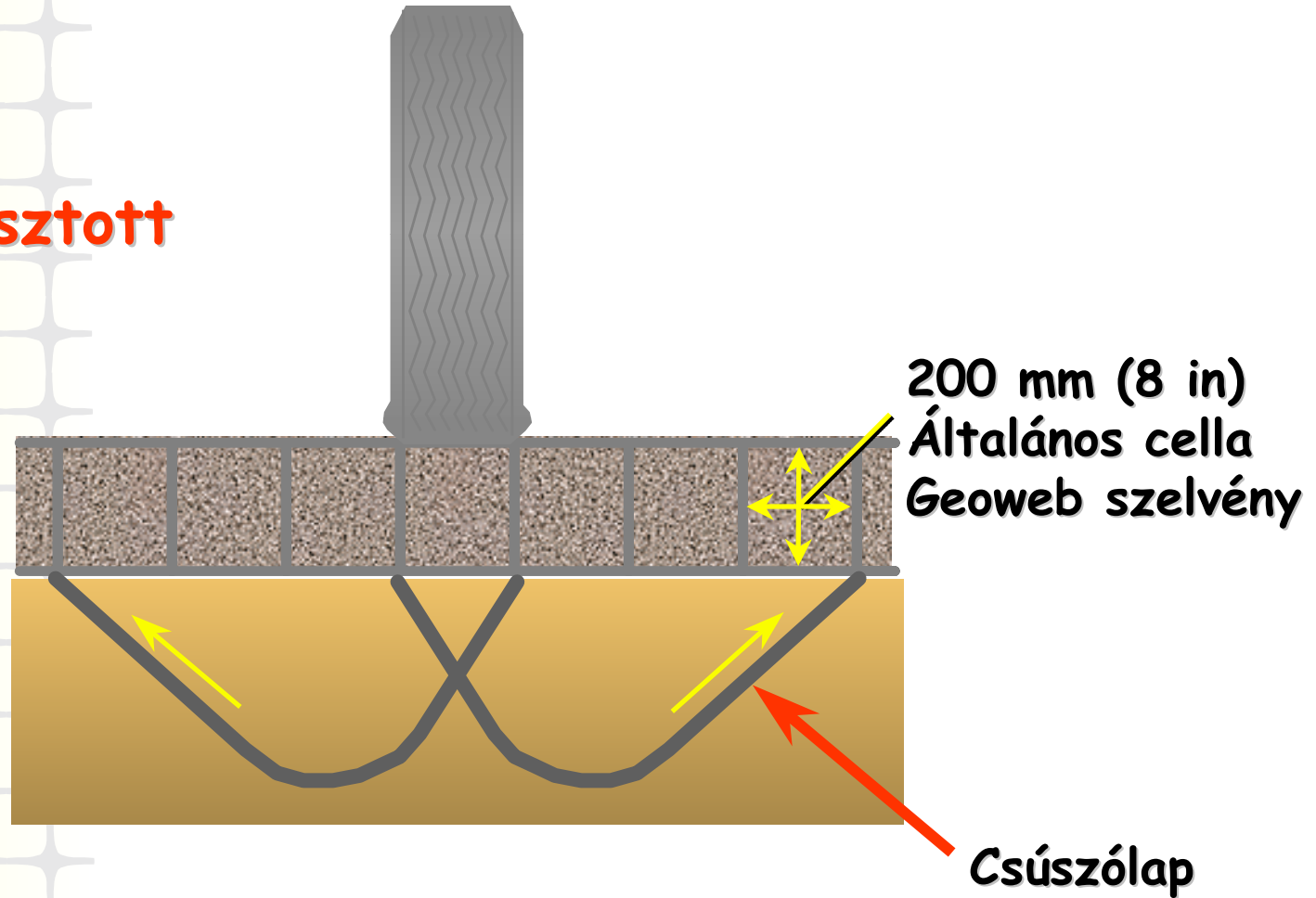
Csúszólap

Terhelés megtámasztási probléma

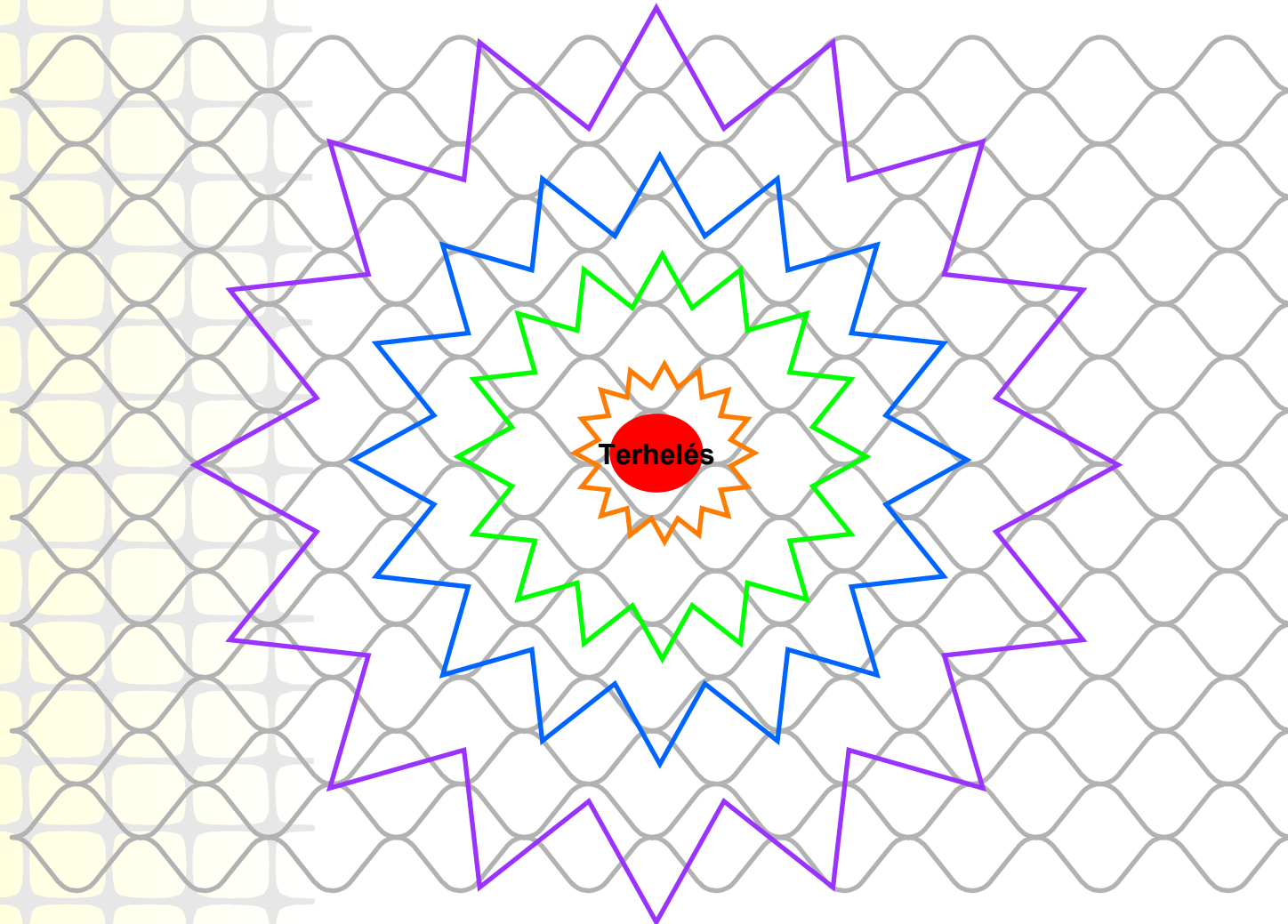


Teherbírási tönkremeneteli mechanizmus

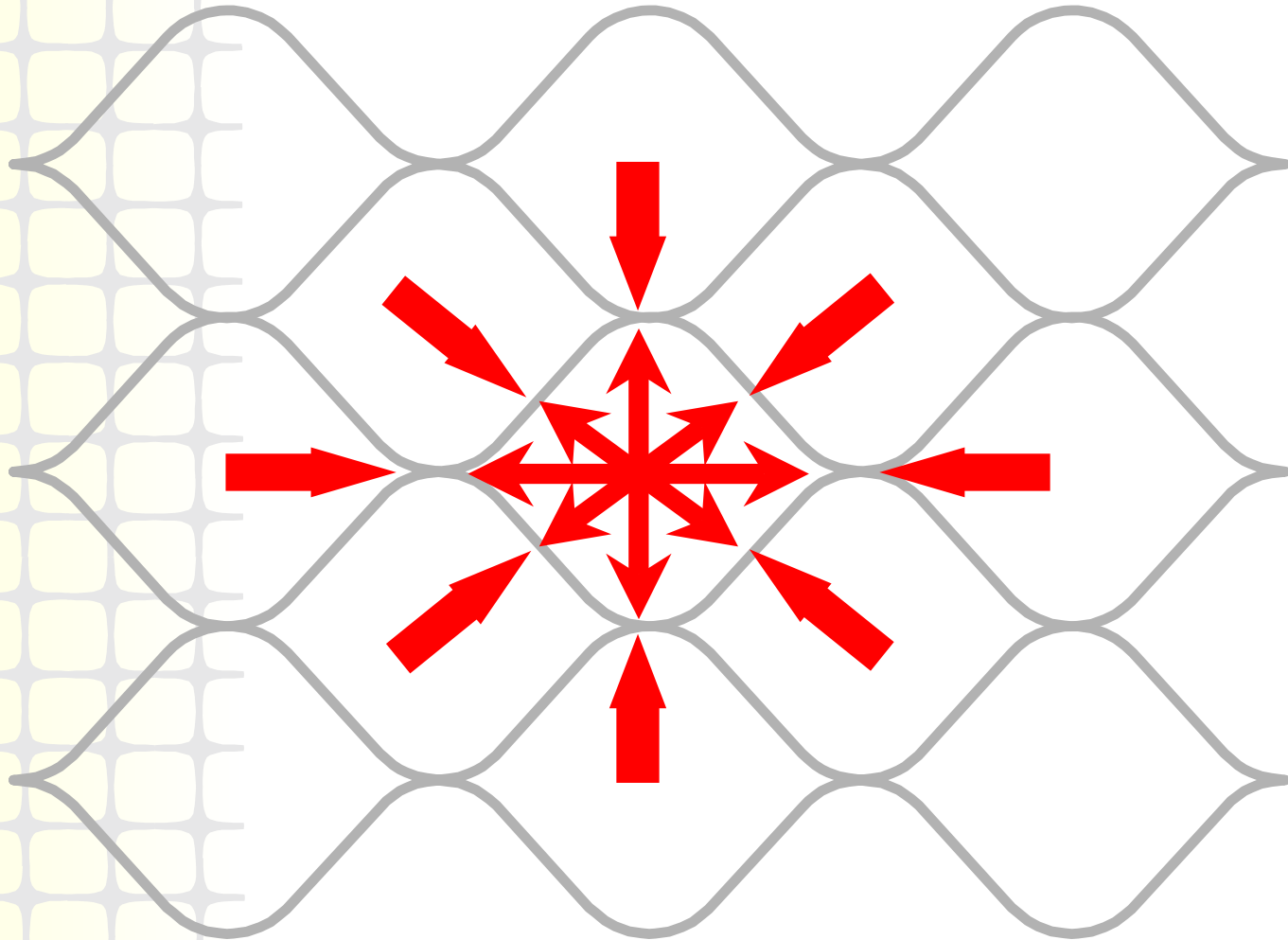
Megtámasztott



A terhelés terjedése



A terhelés terjedése



Elkészült útalap

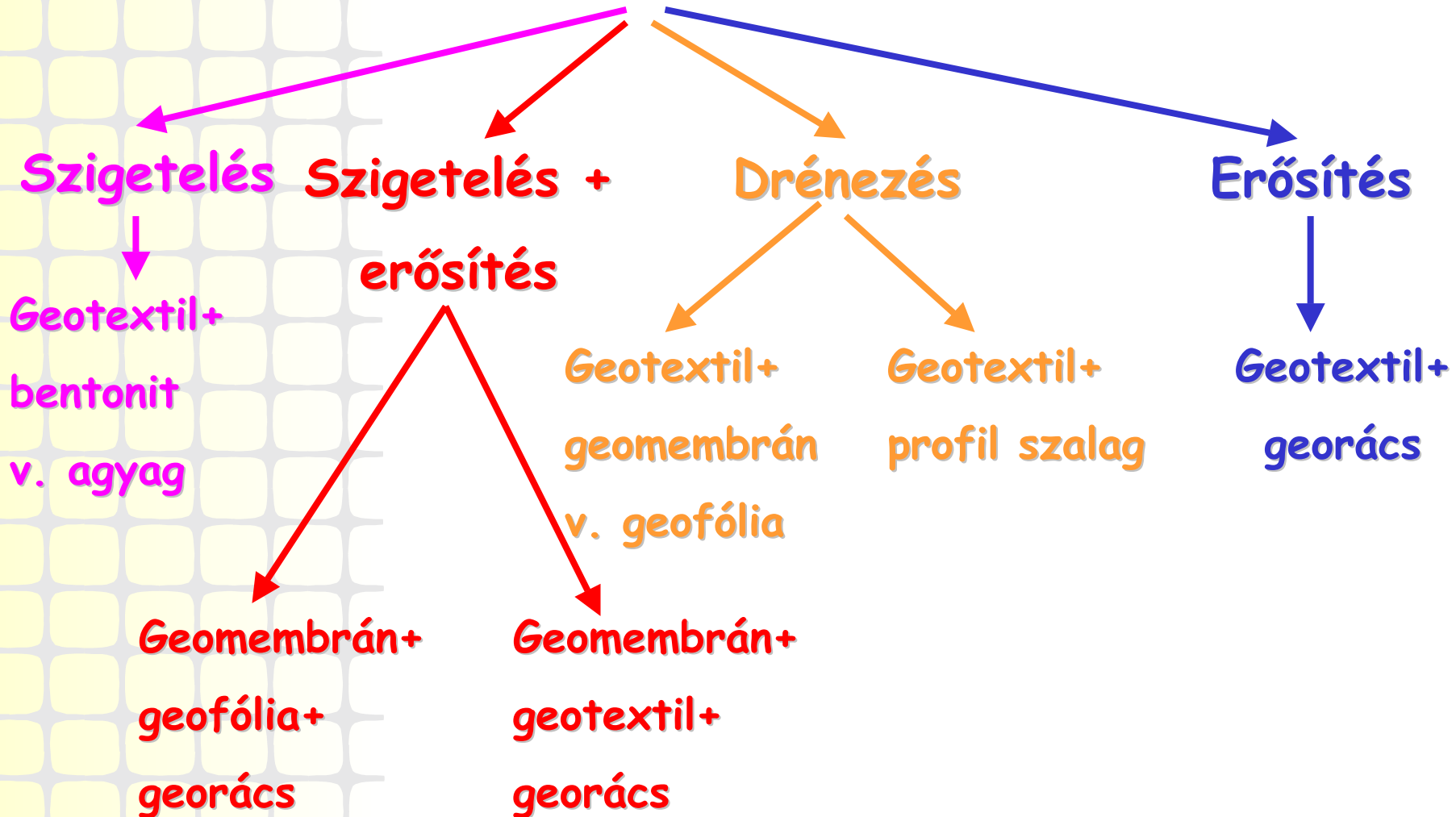


2. Geokompozitok

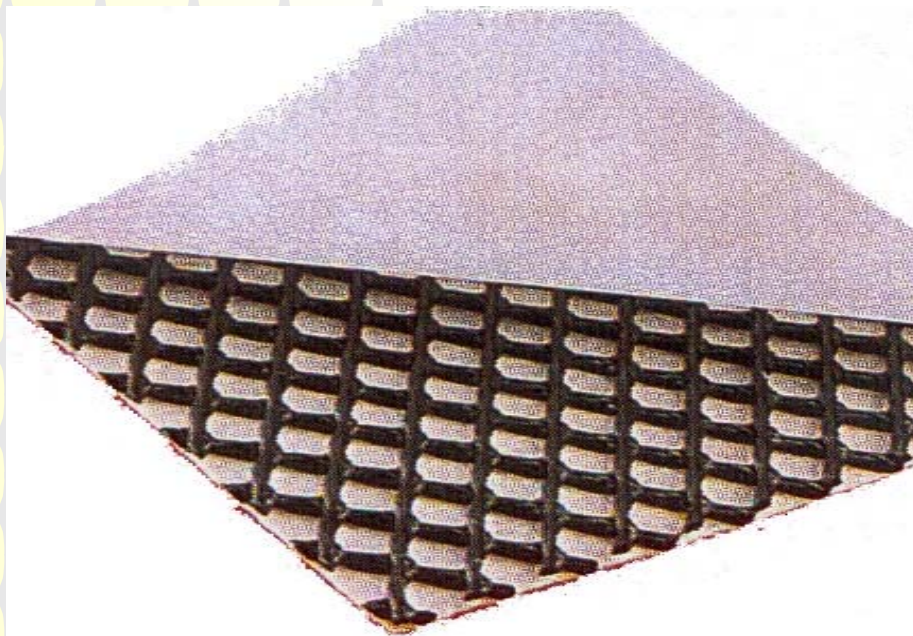
Meghatározása:

Két, vagy több geoműanyag összeapplikálásából (ragasztás, tűzés, szövés stb.), több cél elérésére kialakított műanyag szerkezet.

Geokompozitok



Geokompozitok



3. Épített geoműanyag szerkezetek

Meghatározása:

Több különböző egyedi, egyrétegű geoműanyag felhasználásával, több célra egybeépített geoszerkezet.

Georácsból épített cellamatrac

Felépítés:

- geotextília
- kétirányú georács
- egyirányú georács
- függőleges drén



Geoműanyaggal erősített talajtámfal

- geotextília
- kétirányú georács
- egyirányú georács



Szilárd hulladék lerakók

- szigetelő rétegek (bentonit matrac)
- geotextília
- drének
- geomembránok



Zagytározók rekultivációja

- geotextília
- georács
- függőleges drén

