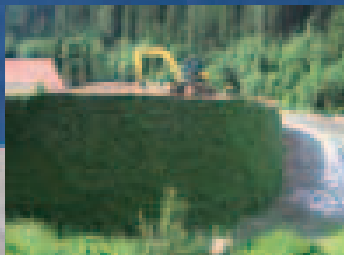


TeMa
Technologies
and Materials

TSystem

Támasztórendszerek, szivárgórendszerek, talajerózió elleni védelem



TALAJTÁMFALAK

Támasztórendszerek, szivárgórendszerek,
talajerózió elleni védelem





TSystem

Támasztórendszerek, szivárgórendszerek, talajerózió elleni védelem

A talajmegerősítés szerepe



Talajtámfal
Talana - Nuoro





Talajtámfalakat a legkülönbözőbb területeken alkalmazhatunk. Itt a legfontosabbakat soroljuk fel:

- **Vasúti- és közúti töltések**
- **Lejtők omlás utáni helyreállítása, országúti környezetben**
- **Felüljárók le- és felhajtó rámpái**
- **Árvízvédelmi töltések folyók, vagy csatornák mentén**
- **Támasztófalak**
- **Zajcsillapítás vasút, vagy közút mellett**
- **Gépkocsiparkolók bővítése**
- **Teraszok kialakítása szőlőtermő vidékeken**
- **Lejtők megerősítése alagutak nyílásai közelében**

Az elmúlt évek során egyre növekvő népszerűsége tett szert az építésztsadalomban a talajtámfalak alkalmazása akár állami, akár magánberuházásról volt szó.

A megerősített talajszerkezet kialakítására használt geoműanyagok kétdimenziós síkhálók, amelyek deformációs és erőhatás felvevő paraméterei hasonlóak a talajhoz, amelybe beépítésre kerülnek.

A megerősítendő talajba megfelelő módon beépített geoműanyagok (szőtt geotextíliák, vagy georácsok) a fellépő tapadás révén olyan erőt fejtenek ki, amely engedi, hogy a kompozit szerkezet (talaj/geoműanyag) olyan erőhatásokat is elviseljen, amelyeket a normál talaj egyébként nem volna képes. Geotechnikai szempontból voltaképpen minden talaj nyomószilárdsága megfelelő, szakítószilárdságuk azonban gyakorlatilag nulla.

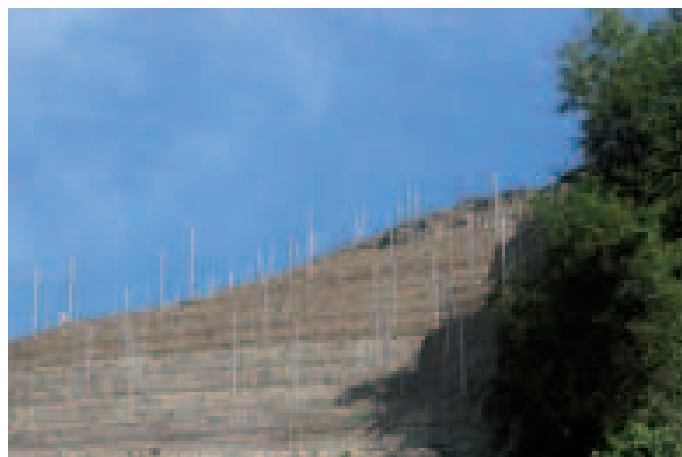
A geoműanyagok jelenléte biztosítja tehát azt a szilárdságot, amellyel a talaj egyébként nem rendelkezne.



Talajtámfal egy magánépítkezésen



Közúti támfalrendszer



Szőlőműveléshez kialakított teraszok



TSystem

Támasztőrendszerek, szivárgórendszerek, talajerózió elleni védelem

A talaj és a geoműanyagok együttműködése

A geoműanyagok beépítése a talajba (esetünkben XGrid típusú, PET PVC anyagú szőtt georácsokról van szó), voltaképpen azt jelenti, hogy létrehozunk egyfajta természetes anyagú kompozitot, amelynek mechanikai tulajdonságai határozottan jobbak, mint a közönséges talajé.

A kompozit (talaj/geoműanyag) szerkezeten belül kialakuló erőviszonyok elsősorban az alkalmazott rács hajlékonyságától függenek; ha a beépített anyagok rugalmasak, mint például a georácsok, akkor a kétféle anyag határán kialakuló tapadás tangenciális feszültséget generál. Ha viszont merev szerkezeteket építünk be (rudat, fémpofilokat...), akkor nem csak tangenciális erőhatás lép fel, hanem hajlító és húzóerők is.

Annak érdekében, hogy a kétféle anyag között az "együttműködés" valóban hatékony legyen és csakis rugalmas erőhatások lépjenek fel, vagyis a terhelés ténylegesen átkerüljön a talajról a megerősítő anyagra, bizonyos feltételeknek teljesülnie kell:

- **szükséges a megfelelő mértékű szakítószilárdság és merevség.**
- **a felhasznált anyagok agresszív fizikai/vegyi hatásokkal (talaj Ph...) szemben is ellenállóak legyenek (polimerek).**
- **a szerkezet geometriáját úgy kell kialakítani, hogy a legjobban megfeleljen a stabilizálás feladatának.**



Georács használata útalap megerősítésére



A szőlőhegy látképe:
a) a támfal befejezése után



A talajnak is rendelkeznie kell bizonyos tulajdonságokkal annak érdekében, hogy megfelelő együttműködés alakulhasson ki közte és a geoműanyag között. Az alább felsorolt tulajdonságokra különösen nagy figyelmet kell fordítani:

- **szemcse nagyság**
- **tömörség**
- **nyírószilárdság és az elnyíródás jelensége**

A támfalak geomechanikai viselkedésének bemutatására hagyományosan a Mohr-Coulomb féle modell szolgál.

Ha feltételezzük, hogy a felhasznált anyag által nyújtott megerősítés mértéke megfelel a talaj maximális szakítószilárdságának, akkor a felső határérték természetesen a szakítóerő lesz.

Ilyen helyzetben kompozitunkat (talaj/geoműanyag) úgy ábrázolhatjuk a Mohr féle diagramon, mint egy c'r hasznos kohézióval rendelkező talajt (Schlosser és Long, 1972).

$$C'_r = \frac{\sigma'_r * \sqrt{K_p}}{2} = \frac{\sigma_s * A_s}{2 * \Delta B * \Delta H * K_a}$$

Ahol:

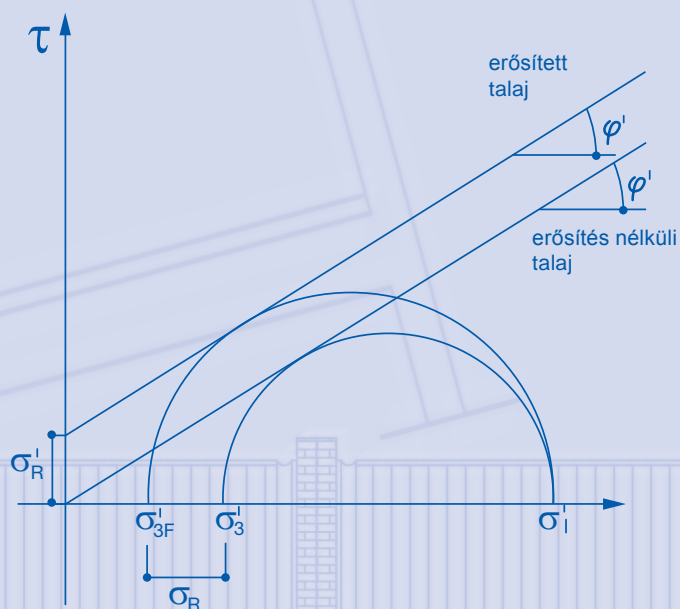
σ'_r = a georács által kifejtett hasznos feszültségegyenérték

σ_s = a georács húzószilárdsága

A_s = a georács keresztmetszete

ΔB és ΔH = rácselemek vízszintes és függőleges távolsága

látszólagos kohézió talajtámfal használatakor



Szőlőhegy látképe:
b) műtárgy a fejlődésben lévő növényzettel

Szőlőhegy látképe:
c) műtárgy a kifejlődött növényzettel

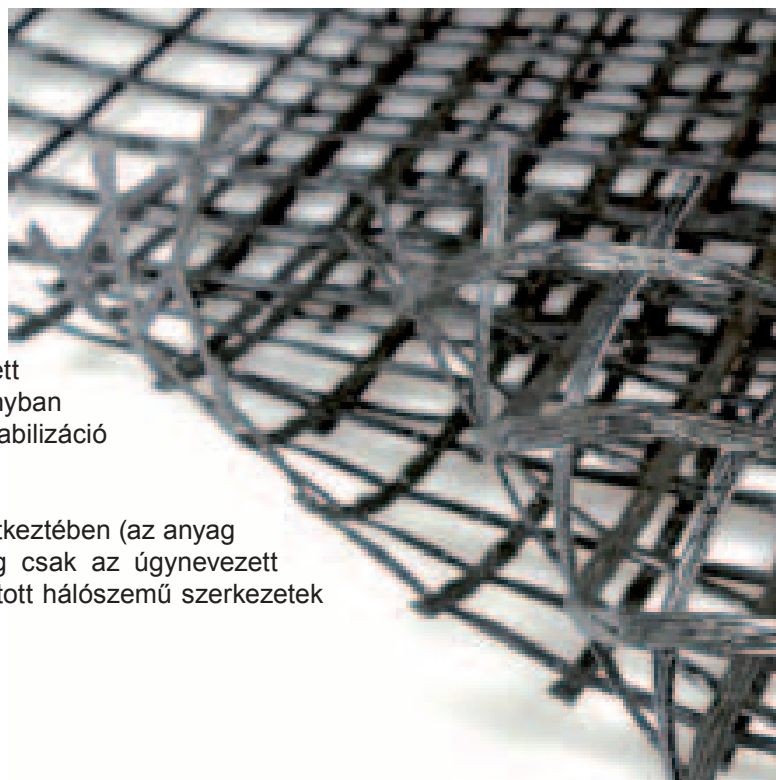
Miért georács és miért nem a szőtt geotextil

Alapvetően kétfajta talajmegerősítésre használható geoműanyag létezik:

- **Georácsok;**
- **Szőtt geotextiliák.**

Geometriájuk szempontjából nézve, a georács nyitott, a geotextil pedig zárt hálószerkezettel.

Felhasználhatóságuk szempontjából nézve, a két anyag, éppen eltérő geometriai felépítése következtében, alapvetően különbözik egymástól.



- **Georács:** a nyitott hálószerkezet úgynevezett passzív ellenállás kifejtését teszi lehetővé a keresztirányban fellépő erőhatásokkal szemben, növelve ezáltal a stabilizáció mértékét
- **Szőtt geotextília:** a zárt hálószerkezet következtében (az anyag teljes felületén érintkezik a másik közeggel) az anyag csak az úgynevezett aktív súrlódási komponenst képes nyújtani, amely a nyitott hálószerkezetek teljesítményénél alacsonyabb szintű.

A geoműanyagok és a talaj között lehetséges interakciók mechanikája

A talaj/geoműanyag interakciók problémájára a tangenciális súrlódási egyenérték bevezetése ad megoldást.

A határfelületen keletkező tangenciális erő jelenti azt a csúszási ellenállást, amelyet a geoműanyag fejt ki a talajjal szemben, amelybe be van építve.

Ennek becsült nagysága révén (a megfelelő együtthatók bevezetésével) válik értékelhetővé a geoműanyag által kifejtett ellenállás, két kritikus kinematikai adat függvényében:

- **a műtárgy egy részének elcsúszása a megerősítés egyetlen elemén (direct sliding)**
- **a megerősítő anyag kicsúszása a stabilan álló talajrészből (pullout)**

A fent leírt helyzetek analitikus számításokkal való kifejtéséhez Jewell dolgozott ki egyenleteket 1991-ben.

$$T_{ds} = L_r * W_r * \sigma_n * f_{ds} * \tan(\phi)$$

$$T_b = 2 * L_r * W_r * \sigma_n * f_b * \tan(\phi)$$

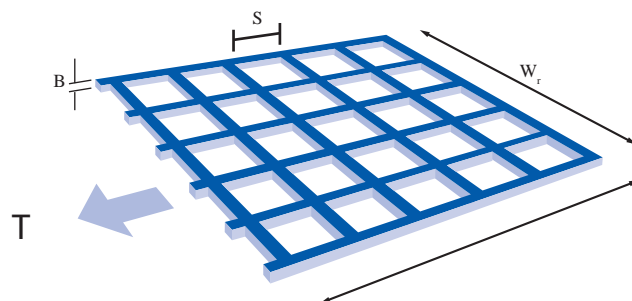
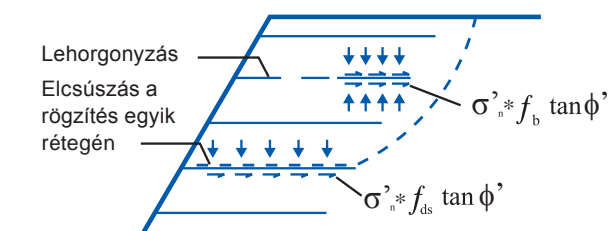
Ahol:

- W_r = a megerősítés szélessége
- L_r = a megerősítés hosszúsága
- σ_n = a rács síkjára merőleges hasznos feszültség
- f_{ds} = az elcsúszásra eső súrlódási együttható
- f_b = a kicsúszásra eső súrlódási együttható
- ϕ = a belső súrlódási szög

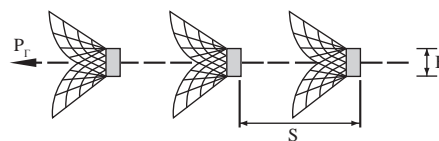
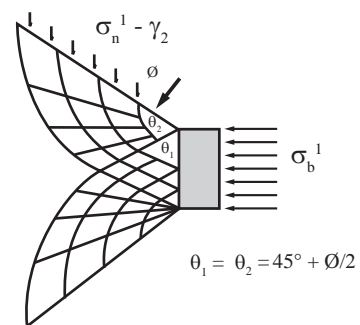


Jewell a következő kifejezéssel írta le a súrlódási együtthatót akkor, ha feltételezzük, hogy a talaj teljesen behatol a megerősítésül szolgáló anyag, például egy georács hálószelei közé:

$$f_{ds} = 1 - \alpha_s \left(1 - \frac{\tan(\delta)}{\tan(\phi)} \right) \quad f_b = \alpha_s * \left(\frac{\tan(\delta)}{\tan(\phi)} \right) + \left(\frac{\alpha_b * B}{S} \right) * \left(\frac{\sigma'_b}{\sigma'_n} \right) * \frac{1}{2 * \tan(\phi)}$$



Az interakció különböző formái a geoműanyagok és a talaj között



A georács viselkedési sémája az f_{ds} és az f_b definíciók szerint

Ahol:

- α_s = georács felülete
- α_b = a georács szélességének az a hányada, amely képes a passzív ellenállás kifejtésére
- S = a passzív ellenállás kifejtésére képes keresztirányú rácselemek egymástól való távolsága
- B = keresztirányú elemek vastagsága
- σ'_b = passzív nyomóerő határértéke a kicsúszás irányában
- δ = súrlódási szög a georács szilárd része és a talaj között

A képen: a talaj kitölti a rácsszemeket

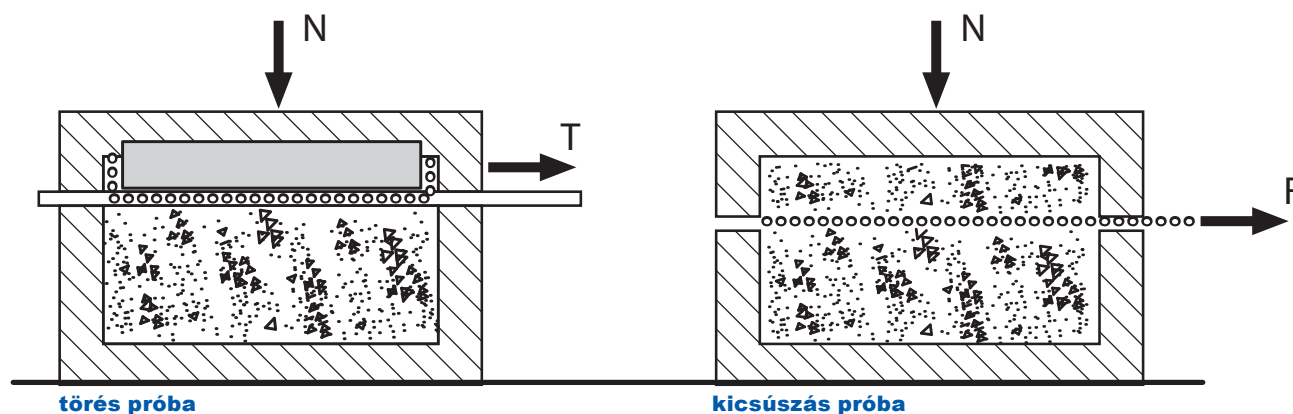


TSystem

Támasztőrendszerek, szivárgórendszerek, talajerózió elleni védelem

A kompozit anyagok terhelés alatti deformációjának reprodukálásához a laboratóriumi vizsgálatok céljaira általában olyan, speciális eszközökre van szükség, amelyek képesek a talajtörést szimulálni.

Talajtörés és kicsúszás próba (ISO 13430);



talajtámfal építés közben

elkészült talajtámfal

növényzettel benőtt talajtámfal



Földalatti helységek takarófala lakókörnyezetben, talajtámfal felhasználásával

Mit nyújt a geoműanyagos talajerősítés

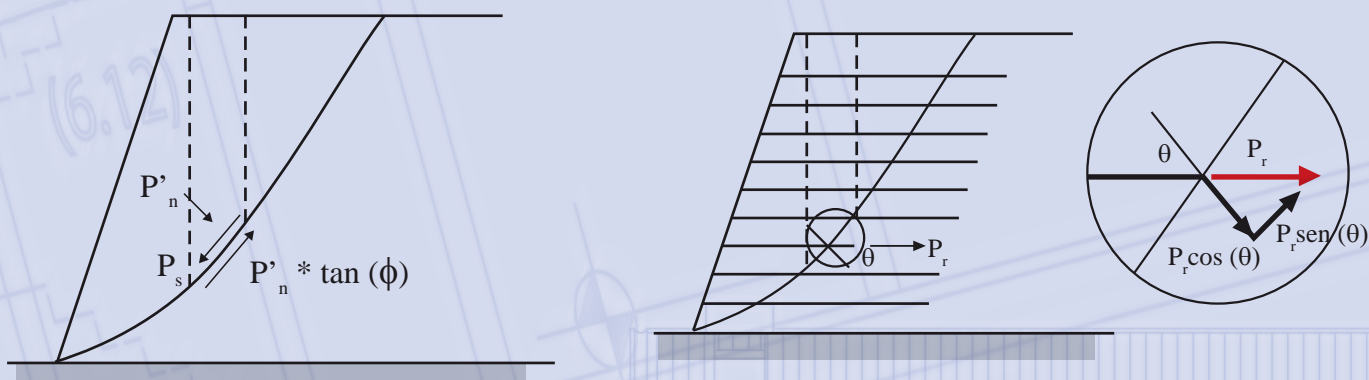
Egy egyszerű modell segítségével, amely hűen ábrázolja, hogy mi is történik egy kompozit anyag belsejében megítélhetjük, hogy valójában milyen előnyökkel jár az, ha a szilárd talajba georácsot építünk be megerősítésként. Tegyük fel, hogy egy talajmintát töréspróbának vetünk alá; mintadarabunk mindaddig változatlan állapotban marad, ameddig az alkalmazott terhelés el nem éri a próbadarab ellenállásának határértékét. Abból kiindulva, hogy a talajok általában nem jól tűrik a húzó igénybevételt, viszont jó a nyírószilárdságuk, az következik, hogy ha találnánk egy olyan rendszert, amely képes a húzó igénybevételt a talajról átadni valamely más szerkezeti elemnek, akkor garantálni tudnánk azt, hogy

a kompozit anyag a kívülről érkező igénybevételeknek jobban ellenálljon.

Egy kétkomponensű, (talaj/geoműanyag), rendszer használata tehát azzal az előnnyel járna, hogy mindkét anyagféleség jó tulajdonságai jobban kihasználhatóak lesznek.

A rendszer tényleges hatékonyságát úgy vizsgálhatjuk meg, ha egy talajmintát, amelyben nincs geoműanyag erősítés, külső terhelésnek vetünk alá (P_v és P_s), egészen a törésig, egy szokványos törésteszt alkalmazásával.

A próbadarab mindaddig ellenáll a külső erő hatásának, ameddig ezt belső szerkezetének törvényei engedik, vagyis amíg el nem éri a töréspontot.



A georács húzóellenállása aktivizálódik, amikor a csúszási görbe metszi



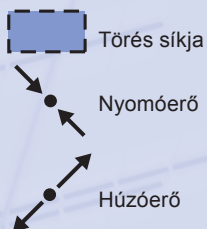
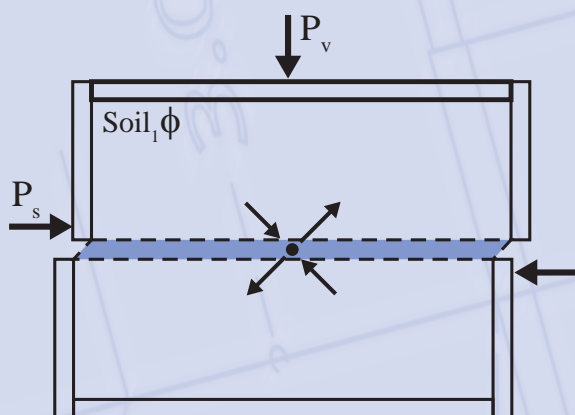
**Csatorna partfalának megerősítése egy magánház felújításánál
Részletfotó: KMat Sedum fűmaggal elővetett geomatrac felhasználása**



Megerősítés hiányában, az f' értékű belső súrlódási szöggel rendelkező talaj az axiálisan fellépő P_v erővel szemben (erő egyenlő sv), az alábbi nyíróellenállást tanúsítja:

$$P_{res} = P_v * \tan(\phi')$$

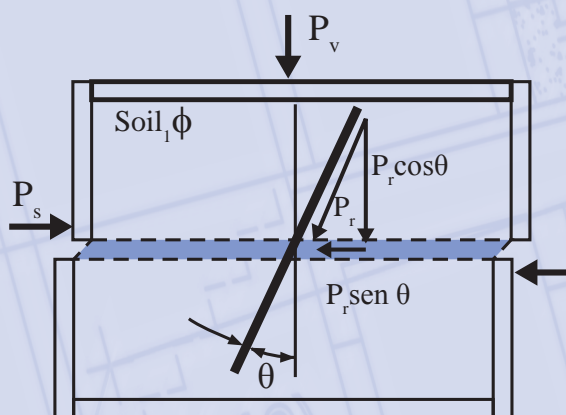
Erősítés nélküli talajminta töréstesztje



Erősítés nélküli törési ellenállás értéke

$$P_{res} = P_v * \tan(\phi')$$

Erősítéssel ellátott talajminta töréstesztje



Törési ellenállás:

$$P_v \tan \phi$$

A törést előidéző erők csökkenése:

$$P_r \sin \theta$$

A töréssel szemben fellépő erők megnövekszenek:

$$P_r \cos \theta \tan \phi$$

Törési ellenállás értéke, erősítés jelenlétében:

$$P_{res} = P_v \tan \phi + P_r (\sin \theta + \cos \theta \tan \phi)$$

A próbadarabban elhelyezett szintetikus anyagú erősítés meghatározza azt a két összetevőt, amelyek magán a megerősítésen belül alakulnak ki:

$$P'_{res} = P_r * \sin(\theta)$$

Az első összetevő mérsékli azt az igénybevételt amely a törés irányába viszi a próbatestet, a második pedig megnöveli a talaj ellenállásának mértékét.

$$P''_{res} = P_r * \cos(\theta)$$

Ha tehát elemezzük a példaként felhozott esetet, azonnal világossá válik az a jótékony hatás, amelyet a talajba beépített szintetikus anyag jelent a kétfázisú rendszerben.

A próbatest húzóellenállása megerősítés nélkül

$$P_{res} = P_v * \tan(\phi')$$

A próbatest húzóellenállása megerősítéssel

$$P_{res} = P_v \tan \phi + P_r (\sin \theta + \cos \theta \tan \phi)$$

A talajmegerősítésnek akkor van értelme, ha sikerül biztosítani a két anyag közötti tökéletes együttműködést (talaj és georács), és ily módon kihasználhatjuk mindkét összetevő legjobb geotechnikai tulajdonságait.

A megengedett húzószilárdság elve

Egy talajtámfal korrekt méretezéséhez elengedhetetlen, hogy a tervező ismerje az alábbi három értéket:

- A kívánt ellenállás (T_{design}): az az erő, amellyel a georácsnak kell rendelkeznie az építmény stabilizálásához;
- Névleges ellenállás (T_{ult}): a laboratóriumban elvégzett vizsgálatok szerint a georács névleges ellenállása a $t=0$ pillanatban;
- Megengedett ellenállás (T_{allow}): a georács ellenállásának értéke, amelyet úgy kapunk meg, hogy a névleges értéket csökkentjük a biztonsági tényezők értékével. A biztonsági tényezők száma és jelentése függ a számításokhoz alkalmazott algoritmustól (BS 8006/1995, FHWA, stb.).

Az itt kizárólag a példa kedvéért bemutatott számítási módszer az Egyesült Államokban működő Geosynthetic Research Institute (GRI) által kiadott cikkből származik: **“GRI standard practice GG4(b) – Determination of the long term design strenght of flexible geogrids”**.

A georács megengedett húzóellenállásának értékeléséhez biztonsági tényezőket kell bevezetnünk. Ezeket az együtthatókat, az alkalmazott számítási módszerektől függően, a normál ellenállásra kell alkalmazni.

A **GRI** által elfogadott megközelítés alapjaiban véve analóg az angolszász eljárással (BS 8006) és a következőkből áll:

$$T_{allow} < T_{ult}$$

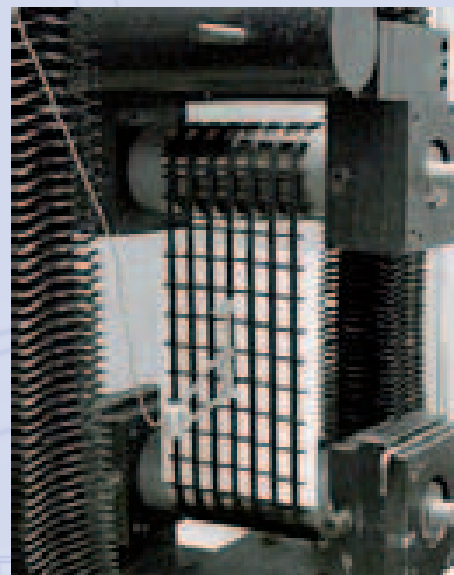
$$T_{allow} = \frac{T_{ult}}{\prod_{i=1}^5 FS_i} = \frac{T_{ult}}{(FS_{ID} * FS_{CR} * FS_{BD} * FS_{JNT})}$$

Ahol:

- T_{allow} = megengedett húzóellenállás (kN/m);
- T_{design} = a műtárgy méretezéséhez használt tervezett ellenállás (kN/m);
- T_{ult} = a georács névleges ellenállása (kN/m);
- FS_{ID} = az anyag beépítés közbeni károsodása miatt alkalmazott (elfogadott) biztonsági tényező;
- FS_{CR} = a fellépő kúszási jelenség miatt alkalmazott (elfogadott) biztonsági tényező;
- FS_{CD} = a talaj kémiai agresszivitása miatt alkalmazott (elfogadott) biztonsági tényező;
- FS_{BD} = a talaj biológiai agresszivitása miatt alkalmazott (elfogadott) biztonsági tényező;
- FS_{JNT} = átlapolások miatt alkalmazott (elfogadott) biztonsági tényező;
- FS_{design} = plusz biztonsági tényező

$$T_{design} = \frac{T_{allow}}{FS_{design}}$$

A felsorolt biztonsági tényezők egy része az eltelt időtől független, de vannak olyanok is (mint például a kúszás jelensége), amelyek erősen összefüggenek az idővel, mint változóval (időben változó tulajdonságok).



Laboratóriumi vizsgálat a georács ellenállásának kiszámításához maximális húzóerő mellett (T_{ult} érték)

Talajtámfalak méretezése: számítások ellenőrzése

Egy talajtámfal méretezésekor, a megfelelő számítógépes programok segítségével, bizonyos külső és belső ellenőrzéseket kell végrehajtani.

A belső ellenőrzések arra irányulnak, hogy a lehetséges leomlási mechanizmusokat elemezzék, amelyek részben vagy egészében érinthetik a megerősített szakaszt. A belső vizsgálatok elsődleges célja a geoműanyagok tulajdonságainak meghatározása úgymint az elemek közötti távolság, hosszúság, kívánt húzószilárdság, annak érdekében, hogy maga a kompozit rendszer kellően stabil legyen.

Ellenőrizni kell tehát, hogy a támfal talajába megerősítésként beépített anyag ne szakadjon el és

ne is csússzon ki a lejtő stabil részéből (szaknyelven szólva, ez az internal and compound check).

Azon túl, hogy olyan megoldást dolgozzunk ki, amely kizárja a szakadás és/vagy kicsúszás jelenségét a rendszerből, azt is ellenőrizni kell, hogy az egyes megerősítő rétegek mentén ne jöhessenek létre elmozdulások (direct sliding). És végül ha arra az építészeti megoldásra kerül sor, hogy a megerősítésre használt anyagot visszahajtsuk a frontfalra (wrap around technika), meg kell bizonyosodnunk arról, hogy minden egyes réteg felső szintjének teljes hossza stabil.

Az elvégzendő belső vizsgálatok tehát a következők:

- **megerősítés szakítószilárdságának ellenőrzése;**
- **kicsúszás ellenőrzése (pullout);**
- **megcsúszás ellenőrzése (direct sliding);**
- **visszahajtás ellenőrzése.**

A belső ellenőrzéseken túl, a kivitelezés fázisában, az alábbi külső ellenőrzéseket is végre kell hajtani:

- **lecsúszás ellenőrzése**
- **dőlésveszély ellenőrzése**
- **teherbíró képesség ellenőrzése**
- **globális stabilitás ellenőrzése**

**Szőlőtermesztés teraszos műveléssel, talajtámfalas megoldás
Farra di Soligo – Treviso**



A talajtámfal méretezéséhez szükséges kiindulási adatok

Annak eldöntéséhez, hogy egy talajtámfal kivitelezhető megoldást jelent-e, ismernünk kell néhány alapvető adatot. A megvalósíthatósági tanulmány elkészítéséhez az alábbi adatok ismerete szükséges:

- a talajtámfal tervezett építési területének geológiai felmérése
- terep és magassági pontok felvétele
- a helyszín kiemelkedő fontosságú pontjainak keresztmetszésvényei
- az építendő műtárgy geometriája (frontfal hajlásszöge, magasság, szintek elosztása, a felső szint meredeksége)
- a szerkezetre ható külső terhelés (a felső szint terhelése, ha például oda egy gépkocsiparkoló vagy közút kerül)
- a terület szeizmikus besorolása
- a jövőbeli műtárgy hátsó részén lévő talaj, az alapozás talajának és a feltöltésre használt talaj geotechnikai jellemzői (belső súrlódási szög, kohézió és faj súly)
- talajvíz, vagy más típusú szivárgások jelenléte

A környezet felmérésének befejeztével megkezdődhet a műtárgy méretezése, a megfelelő speciális programok felhasználásával.

Terasz kialakítása, a támfal hátsó oldalában drénező rendszerrel.

A talajtámfalak hátsó frontjába beépített geokompozit drénező rendszer szerepe az, hogy az egész létesítmény vízvezetését biztosítsa, mert így elkerülhetők az esetleges beázások, amelyek geomechanikai szempontból csökkenthetik a rendszer teljesítményét. A létesítmény magasságától függően célszerű lehet a QDrain lábánál gyűjtő dréncsővet beépíteni, amely összegyűjti és elvezeti a befogott vizet.



Elkészült munkák

Teraszos szőlőművelés talajtámfalas megoldással - Treviso, 2008

A teraszosan megművelt szőlőtermő lejtőkön néha patakokban csurgó csapadékvíz stabilitási problémákat okozhat a feltöltésre használt talaj nem éppen kiváló geotechnikai tulajdonságai miatt.

Ilyen nehéz helyzetben a geoszintetikus anyagok beépítése, a frontfal fémrácsborításával kiegészítve (formára hajlított betonháló), megadja a lejtőnek a szükséges nagyobb stabilitást.

Az itt röviden ismertetett esetben a terv által javasolt megoldás az volt, hogy a szőlőhegy lejtőjét a talajba beépített, nyitott hálószerű szintetikus megerősítő hálóval (XGrid PET PVC georácsok) kell stabilizálni, új terasz-szinteket kialakítva.



A feltöltött talaj tömörítésére a frontoldalon rendszerint egy kisebbfajta gépet használunk, amely nem tesz kárt a fémrácsban.

A talajtámfal tehát olyan megoldás, amelyet érdemes fontolóra venni különösen akkor, ha az alján, sekély árokban vezetett speciális drénező rendszert is elhelyezünk (**Speedrain**), amely gondoskodik a felszín alá bejutó csapadékvíz elvezetéséről.



Az elkészült műtárgy egy részlete, amelyen világosan kivehető a merev fémháló és a megerősítést szolgáló georács, illetve a felszíni erózió kivédésére alkalmazott Ecovernet J 500 (100% juta).

A Speedrain olyan geokompozit szivárgó, amelyet kifejezetten keskeny árokban történő vízvezetésre fejlesztettek ki. A vízgyűjtő irányában álló párhuzamos csatornaoldalak közötti elhelyezéshez alkalmazkodó formája révén optimalizálja a rendszer által összegyűjtött csapadékvíz elvezetett mennyiségét. A hagyományos, geotextília és kavicsréteg kombinációjából álló drénező rendszereknél műszakilag nagyobb teljesítményt nyújt, a rendszer beépítése gyorsan és gazdaságosan megoldható, mivel nincs szükség széles és mély árok kiemelésére, és ugyancsak szükségtelenné válik az óriási mennyiségű kavics használata.

Elkészült munkák

Magánépület mellett futó csatorna partfalának helyreállítása - Verona 2008

Egy felújítás alatt álló lakóépület közelében észlelték, hogy az épület mellett elfolyó csatorna partfala részben leomlott. Az épület tulajdonosának kívánsága az omlás előtti állapot helyreállítása volt, mégpedig a hagyományos vasbetonszerkezetek nélkül.

Az egyedi igény kielégítésére készült el a talajtámfalas megoldás terve, amelynek műszaki megoldásai a lehető leghatékonyabban csökkentik a víz okozta gondokat.

Az elkészült talajtámfal frontoldalára kőzúzalék borítás készült olyan méretű kövekből, amelyek képesek lesznek megakadályozni, hogy a csatornában folyó víz kimossa és elhordja a talajt a partoldalból.

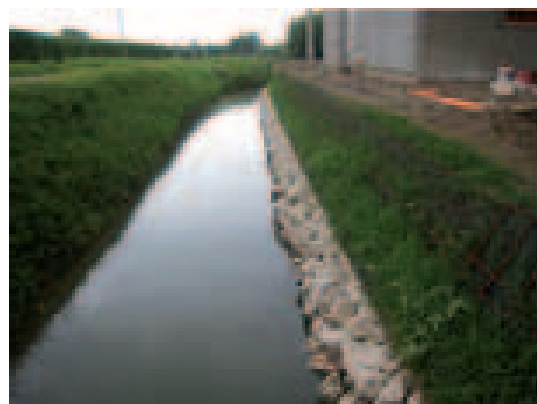
Tekintettel a vizes környezetre, a korrózióvédelem érdekében merev, horganyzott paneleket használtak az építésnél, a darabos anyag és a mögötte levő tömörített anyag elválasztásához pedig vízzáró réteget (**Isostud**) helyeztek el.

A minél biztonságosabb kivitelezés érdekében illetve, hogy a föld minimális kipergésének is elejét vegyék, a terv szerint a horganyzott fémszerkezet és a talaj közé szintetikus (PP) geomatracot helyeztek el, a hozzárögzített, fűmaggal elővetett bionemezsel (**KMat F Sedum**). A négy, egymástól azonos távolságra beépített georács szőtt szerkezetű, anyaga tartós PET, névleges húzószilárdsága 60 kN/m (**XGrid PET PVC 60/30**).

A támfal teljes magassága 1,2 m, a frontfal hajlásszöge 70°.



A csatorna partoldala nyilvánvalóan leomlott és helyreállításra szorult, már csak azért is, mert a megrendelőnek biztonságosan járható közlekedőútra volt szüksége a csatorna partján.



Az elkészült talajtámfal. A lábazatnál látható kövek betonágyban vannak elhelyezve, szerepük a lejtő aljának védelme kimosódás ellen.



A partfal részlete

Elkészült munkák

Lakóépület földalatti helységeinek takarófala talajtámfalas megoldással Varese 2006

Az utóbbi évek lakásépítései - különösen azok, ahol kifejezetten hegyes-dombos a környezet - egy egészen új problémakört hoztak felszínre: azoknak a föld alá kerülő helységeknek a takarását, amelyek amúgy a talajszint felett vannak.

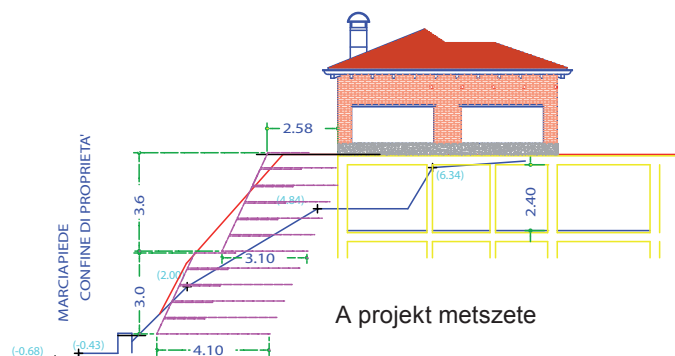
Egyre gyakrabban épülnek talajszint feletti, de föld alá kerülő helységek, és egyre gyakrabban merül fel a probléma, hogy miként lehet ezek takarását úgy megoldani, hogy minél kevesebb helyet foglaljunk el vele.

Az építőiparban megjelenő új anyagok és főleg az új technológiák olyan lehetőséget kínálnak, amely nem csupán a problémát oldja meg, hanem az esztétikai igényeket is kielégíti. Alapjában véve arról van szó, hogy közvetlenül a fal mellett egy talajtámfalat kell építeni, felhasználva ehhez az építkezés során a kitermelt földet, és ebbe a támfalba több rétegben geoműanyag megerősítést (rendszerint georácsot) kell beépíteni.

A talajtámfal, mint mérnöki műtárgy általában és alapvetően egy támszerkezet, amely két anyagféleség nagyon eltérő tulajdonságainak kombinálásán alapszik: az egyik anyag maga a talaj, amelynek kitűnő a nyomószilárdsága, de húzóerővel szembeni ellenállása gyakorlatilag nulla, a másik a geoműanyag, amely a maga részéről kiváló húzószilárdsággal bír, ezzel szemben nyomószilárdsága nulla.

Ennek a két anyagnak a kombinálása egy rendkívül jó tulajdonságokkal rendelkező hibridet eredményez. Az itt bemutatott esetben maga a műtárgy nem tölt be semmiféle megerősítő vagy tartó szerepet,

Félkész talajtámfal képe a takarandó fallal. A háttérben kivehető a szigetelésvédelemre szolgáló fekete domborlemezek.



A műtárgy mögötti drénezés részlete, a talajtámfal építésének kezdeti szakaszában. A vízgyűjtő dréncső a föld alá kerülő helyiség alapjánál helyezkedik el.



lévén egy vasbeton fal mellett található, a beépített megerősítő rétegeket sem éri semmilyen külső igénybevétel, a létesítménynek pusztán saját önsúlyát kell megtartania.



Az építmény frontoldalán formára hajlított betonháló biztosítja, hogy a felület minél egyenletesebb legyen, és minél jobban megtartsa a mögé feltöltött és tömörített földréteget.

A talajtámfal felső széle már elérte az épület tetejét, tökéletesen elfedve a földalatti helységeket. Megtörtént a vízzelvetés is, a mielőbbi kizöldülést elősegítendő.

Az itt alkalmazott megerősítés szőtt szerkezetű poliészter anyagú georács: **XGrid PET PVC 60/30**, wrap around technikával, vagyis a frontfalra ráhajtva, 60 cm-es rétegenként beépítve. Annak megakadályozására, hogy a felület kizöldülése előtt a csapadékvíz kimossa a talajt, beépítésre került egy jutából készült bioháló is, 500 gr/m², **Ecovernet J 500**.

A biohálót a PET georács és a zsaluzat közé építették be.

A műtárgy megfelelő drénezéséhez a hátoldalon HDPE anyagú **TPipe 125** beépítésére került sor.

Az építési munkálatok végeztével a felületet - a gyorsabb kelés érdekében vízzelvetéses eljárást alkalmazva - fűmaggal vetették be.

A műtárgy legnagyobb magassága 6 m, a frontfal hajlásszöge 70°.



A vízzelvetés után néhány héttel a frontfalat immár teljesen beborítja a zöld szőnyeg.

A munkálatok három különböző szakasza.





Összehasonlító árelemzés: talajtámfalas megoldás

MŰTÁRGY TELJES HOSSZA	m	35	Ár/fm
FALMAGASSÁG	m	3	335,48 Eur/m
TELJES FRONTFELÜLET	m ²	105	
talajszint feletti magasság	m	3	Ár/frontfal m²
lábazat	m	0	111,83 Eur/m²

LEÍRÁS	Me	Menny.	ár	ár
<p>Alapkiemelés gépi eszközökkel, bármilyen- kivéve a sziklás - fajtájú vagy állagú talajon, beleértve az esetleg ott található régi falmaradványok, egyebek bontását, amennyiben a méretük a 0,50 m³-t nem haladja meg, az aljzat egyengetése, az alap kialakítása lépcsőzetesen is, ha szükséges a falak, lejtők és szegélyek profiljának kialakítása, a föld kilapátolása két munkafázisban, a kitermelt föld elszállítása és deponálása max 100 m távolságra, illetve, azonos távolságban lévő szállítójárműhöz. Munkamélység 2.01 - 4.00 m.</p> <p>alapozás szélessége: 2,7 m alapozás hosszúsága: 35 m alapozás magassága: 3,5 m 3 x 35 x 2,7</p>	m ³	283,5	€3,71	€1.051,79
<p>Külön fizetendő tétel a feltöltött talaj szerkezeti merősítésként alkalmazott min. 40 kN/m szakítószilárdságú, PVC bevonatú szőtt, poliészter georács, melynek maximális nyúlása terhelés alatt nem haladja meg a 12%-ot, de benne van az árban az 5% anyagveszteség és a helyszínrre szállítás.</p> <p>megerősítő rétegek száma: 5 lehorgonyzott hossz: 2,7 m visszahajtás: 1,5 m frontfal magassága rétegenként: 0,66 m a georács teljes hossza egy rétegben: 2,7 + 1,5 + 0,66 = 4,86 m anyagveszteség 5% : 5,10 m georács mennyisége m²-ben, folyóméterenként: 5,10 x 5 = 25,5 m²/m a teljes anyagszükséglet: 25,5 x 35 = 892,5 m²</p>	m ²	892,5	€3,12	€2.784,60
<p>Szintetikus, PP geomatrac, nagy levegőtartalommal, elővetett, KMat F Sedum típusú bioszőnyeggel kombinálva, a támfal előoldalára, a talaj kimosódásának megelőzésére és a felület mielőbbi kizöldülésének előmozdítására. Az 5% anyagveszteséget és a helyszínrre szállítás költségeit figyelembe véve</p> <p>megerősített rétegek száma: 5 rétegenkénti szélesség: 1 m anyagveszteség 5%: 1,05 m anyagszükséglet m²-ben, folyóméterenként: 1,05 x 5 = 5,25 m²/m teljes anyagszükséglet: 5,25 x 35 = 183,75 m² 5,25 x 35</p>	m ²	183,75	€8,90	€1.635,38
<p>QDrain ZM 8 14P típusú, háromdimenziós geokompozit szivárgó, amely két nemszőtt geotextília közé elhelyezett, PP anyagú drénező magból áll, párhuzamosan futó csatornákkal, ezek a támfal hosszirányára merőlegesen kerülnek beépítésre. A rendszer aljába célszerű bepíteni a T Pipe 125 típusú, külső és belső oldalán is bordázott dréncsővet, a beszivárgó vizek elvezetésére. Az 5% anyagveszteséggel és a helyszínrre szállítással együtt.</p> <p>anyagszükséglet folyóméterenként: 3/sen(65°) = 3,3 m²/m anyagveszteség 5% : 3,46 m frontfal hossza: 35 m teljes anyagszükséglet: 3,46 x 35 = 121,1 m² 3,46 x 35</p>	m ²	121,1	€11,20	€1.356,32
<p>65°-ban formára hajlított betonháló elemek, elemenként 7 merevítőrúddal a lejtős rész szilárdságának fokozására, 8 mm átmérőjű betonvasból.</p> <p>látszó felület elemenként: 4,0 x 0,6 = 2,4 m² teljes frontfelület: 35 x 3 = 105 m² elemek darabszáma: 105 / 2,4 = 44</p>	cad	44	€44	€1.936,00
<p>Munkaerő: 1 fő szakmunkás és 2 fő segédmunkás (3 nap, 8 óra /nap)</p> <p>Szakmunkás Segédmunkás Összesen</p>	órát órát	24 48	€19,15 €16,54	€459,60 €793,92 €1.253,52
<p>Gépek bérleti díja (3 munkanapot és napi 8 órát feltételezve)</p> <p>Exkavátor Tömörítőgép Vibrációs tömörítő Miniexkavátor Összesen</p>	órát órát órát órát	24 24 24 24	€40,50 €10,35 €8,00 €13,00	€972,00 €248,40 €192,00 €312,00 €1.724,40

ÖSSZESEN € 11.742,01



TSystem

Támasztórendszerek, szivárgórendszerek, talajerózió elleni védelem



A talajtámfal struktúrája





Összehasonlító árelemzés: vasbetonszerkezet

MŰTÁRGY TELJES HOSSZA	m	35	Ár/fm
FALMAGASSÁG	m	3,3	631,43 Eur/m
TELJES FRONTFELÜLET	m ²	98	
talajszint feletti magasság	m	2,8	Ár/frontfal m²
lábazat	m	0,5	225,51 Eur/m²

LEÍRÁS	Me	Menny.	ár	ár
Alapkiemelés gépi eszközökkel, bármilyen - kivéve sziklás - fajtájú, vagy állagú talajon, beleértve az esetleg ott található régi falmaradványok, egyebek bontását, amennyiben a méretük a 0,50 m ³ -t nem haladja meg, az aljzat egyengetése, az alap kialakítása, lépcsőzetes is, ha szükséges a falak, lejtők és szegélyek profiljának kialakítása, a föld kilapátolása az árokból két munkamenetben, kitermelt föld elszállítása és deponálása max 100 m távolságra, illetve azonos távolságban lévő szállítójárműhöz. Munkamélység 2.01 - 4.00 m. alapozás szélessége: 3 m alapozás hosszúsága: 35 m alapozás magassága: 3,5 m 3,5 x 35 x 3	m ³	367,5	€3,71	€1.363,43
A mélyalapozáshoz szükséges beton szállítása és beépítése, maga a beton két, vagy több szemcseméretű inert anyagból készül, hogy meglegyen az építendő műtárgyhoz szükséges szemcseeloszlás. A beton kiöntése a zsaluzatba, a zsaluzat ára külön tétel. Az árban benne vannak az áthidalók, az állványzat, a szállítás, az emelés és a vibrációs tömörítés. 28 napos érlelődés alatt a testsűrűsége nem marad a 150 kg/cm ³ alatt. 35 x 2,5 x 0,2	m ³	17,5	€110,00	€1.925,00
A síkalapokhoz, oszlopokhoz és platókhoz szükséges beton kiszállítása és beépítése, maga a beton két - vagy több szemcseméretű inert anyagból álljon - hogy meglegyen az építendő műtárgyhoz szükséges szemcseeloszlás és a megfelelő szilárdság. A beton kiöntése zsaluzatba, a zsaluzat és a betonvasak költsége külön kerül felszámításra. 28 napos érlelődés alatt a testsűrűsége 350 kg/cm ³ . 35 x 2,2 x 0,5	m ³	38,5	€120,00	€4.620,00
Gerendák, oszlopok, aljzatok, lépcsőházak és liftaknák falazásához szükséges beton kiszállítása és beépítése, maga a beton két vagy több szemcseméretű inert anyagból álljon, hogy meglegyen az építendő műtárgyhoz szükséges szemcseeloszlás és a megfelelő szilárdság. A beton kiöntése zsaluzatba, a zsaluzat és a betonvasak költsége külön kerül felszámításra. Az árban benne van az áthidalók, állványzatok, szállítás és emelés, illetve a vibrációs tömörítés költsége d) 28 napos korban a sűrűsége 350 kg/cm ³ [(0,5 + 0,3)x2,8/2] x 35	m ³	39,2	€120,00	€4.704,00
Fe B 44 K típusú, javított tapadású, a helyszínen ellenőrzött betonacél rudak, méretre vágva és formára hajlítva, beépítéssel együtt, továbbá az anyagvesztés, a hegesztések és a törvény által előírt ellenőrzésekkel kapcsolatos költségek c merevítőbordák 1 2x 167x 0.882x 3.84 alapozás felső vasalása 11x 1.201x 35 alapozás alsó vasalása 11x 1.201x 35 1-es típusú 167x 1.201x 3.52 felső betonháló 9.18x 2.80x 35 alsó betonháló 9.18x 2.80x 35 lezárás 1 167x 1.201x 1.85 záróvasak 2x 1.201x 35	kg	1131,22		
	kg	462,39		
	kg	462,39		
	kg	706,00		
	kg	899,64		
	kg	899,64		
	kg	371,05		
	kg	84,07		
ÖSZESEN	kg	5016,38	€0,90	€4.514,74
Fából készült zsalutáblák a vasalt vagy vasalatlan beton kiöntéséhez, az aljzattól számított nettó 4 m magasságig, felépítéssel és bontással, valamint a megfelelő tisztítószerek alkalmazásával együtt a) vízszintes felületekhez alaptest: 2 x 0,5 x 35	m ²	35	€18,10	€633,50
Fából készült zsalutáblák a vasalt vagy vasalatlan beton kiöntéséhez, az aljzattól számított nettó 4 m magasságig, felépítés és bontás, valamint a megfelelő tisztítószerek alkalmazásával együtt b) magaspítéshez, mint például falak, liftaknák, földalatti helyiségek válaszfalai: 2 x 2,8 x 35	m ²	196	€22,14	€4.339,44

ÖSSZESEN € 22.100,11



TSystem

Támasztórendszerek, szivárgórendszerek, talajerózió elleni védelem



Vasbeton támfal



A TeMa szolgáltatásai

A TeMa műszaki irodája a termék kiválasztásától kezdve a beépítés módjának eldöntéséig ott áll megrendelői mellett.

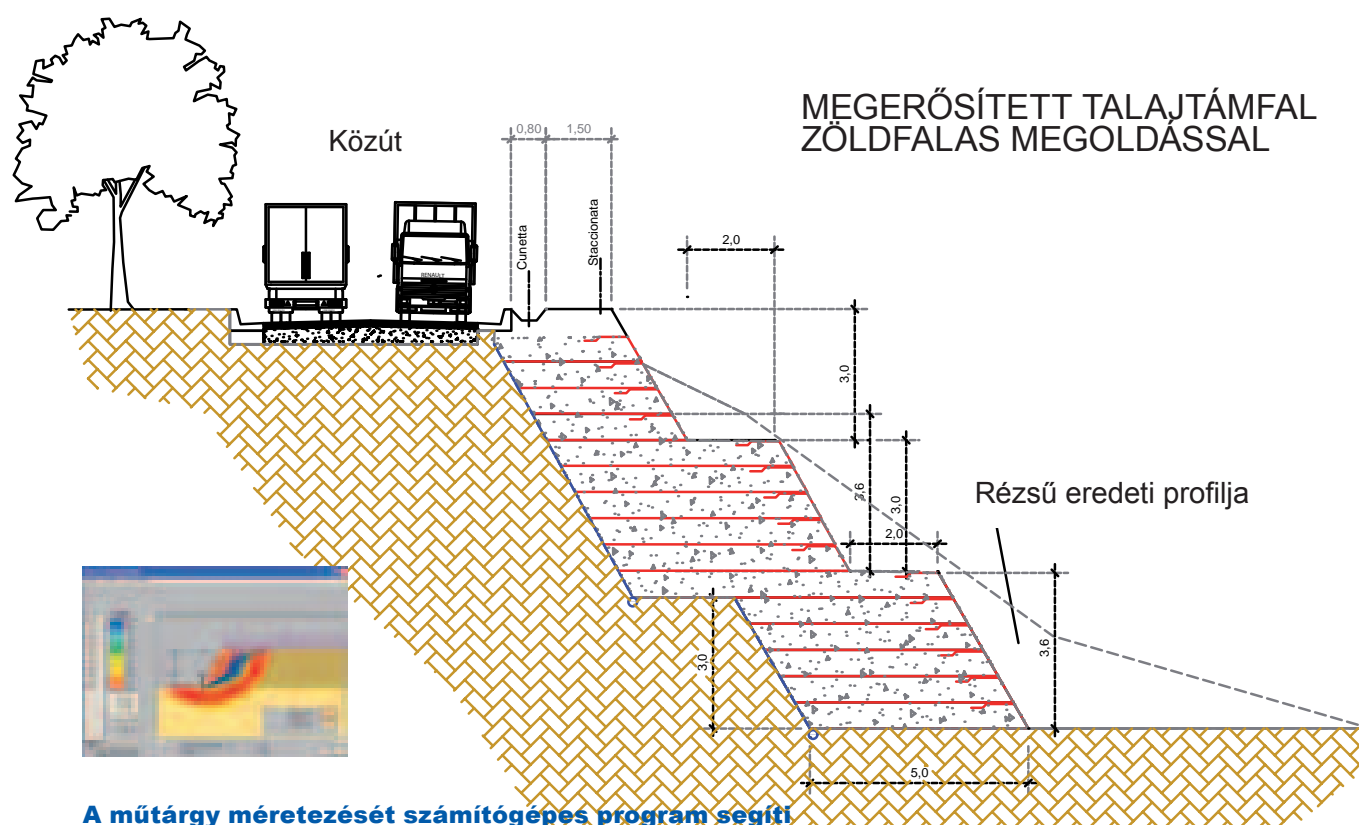
A TeMa műszaki szakemberei által javasolt megoldások háttérben alapos elemzések, és a legfejlettebb számítógépes programok állnak, ezért komplett és megbízható választ adnak minden olyan kérdésre, amely a geoműanyagokra és felhasználásukra vonatkozik.

A méretezéssel kapcsolatos elemzések, a szerkezeti ellenőrzések és felhasználandó termékek pontos adatai nélkülözhetetlen támogatást jelentenek, nem csak a tervezőknek, vagy a kivitelező cégeknek, akik talajtámfalak építésével teszik próbára a tudásukat, hanem a szektor legtapasztaltabb szereplői számára is. Hozzásegíti őket, hogy további tapasztalatokra tegyenek szert, és sokoldalú, korszerű megoldásokat alkalmazhassanak egy

folyamatosan fejlődő területen.

A műtárgy méreteinek eldöntéséhez szakembereink tanulmányozzák a rézsú metszeteit, elemzik a belső stabilitást, figyelembe veszik a termék adottságait. Az eredmény minden esetben egyedi, és szem előtt tartja az adott beruházás speciális igényeit.

- helyszíni felmérés
- méretezés
- anyaglista
- beépítési útmutató
- kivitelezési előírások



A Tema laboratóriuma

Ebben a legkorszerűbb berendezésekkel és eszközökkel felszerelt laboratóriumban naponta tesztelik a különböző termékeket, hogy azok mindig megfeleljenek a magas minőségi és teljesítményi követelményeknek.

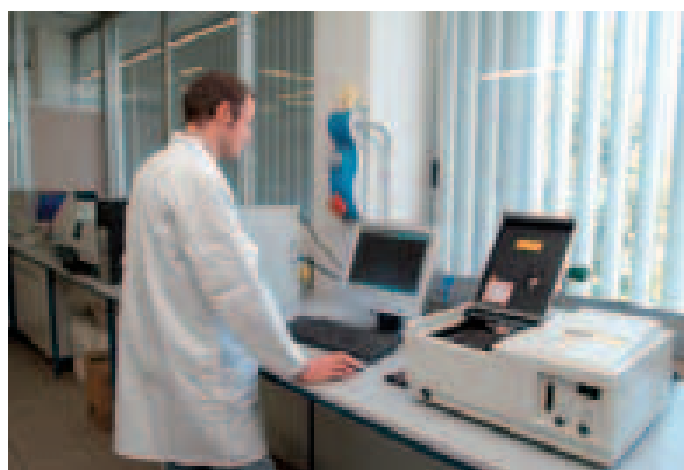
A külső, akkreditált laboratóriumokkal való kapcsolat arra ösztönzi a céget, hogy folyamatosan fejlessze teszt-eljárásait és a gyártás folyamata során végzett ellenőrzések módszereit.

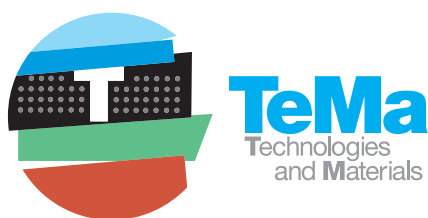
- **nyersanyagok tesztje**
- **K+F támogatása**
- **végtermékek és prototípusok minőségének és teljesítményének ellenőrzése**
- **termékek műszaki adatlapjának elkészítése és karbantartása**
- **minőségellenőrzés**
- **tanúsítványok**
- **gyártófolyamatok felügyelete és ellenőrzése**
- **mintavétel minden gyártásból, a mintadarab tesztelése, megfelelőség ellenőrzése**



Speciális műszerek és berendezések a laboratóriumi vizsgálatokhoz

Műszaki átadás/átvétel





Tema: anyagok és technológiák, építkezésekhez és környezetvédelemhez.



Az épületek, vagy a mérnöki műtárgyak alapvetően két csoportra oszthatók: a látható, esztétikus részre és a nem láthatóra - ez utóbbi jelenti a szerkezeti és védőelemeket, a karbantartáshoz és biztonsághoz tartozó részeket. A **Tema** immáron több mint 10 éve foglalkozik a kérdéssel és ezen a területen vezető szerepet tölt be eredeti megoldásaival (ezek között több is van, amelyik igencsak versenyképes), technológiai újításaival és új anyagaival.

A **Tema** gyárai és korszerű gyártórendszerei jelen vannak Olaszországban, Spanyolországban, Törökországban és Oroszországban. Napi szinten több mint 60 országgal áll kereskedelmi kapcsolatban, és mindenütt főszereplője a drénezéssel és szigeteléssel kapcsolatos anyagok és megoldások piacának, akár lakóépületekről, akár mérnöki műtárgyokról van szó.

Hasonló fontossággal bírnak azok az innovatív megoldások, amelyek kifejezetten a nagy környezeti beruházások kedvéért születtek meg: a **Tema** rendelkezik a legnagyobb és legteljesebb termékválasztékkal geokompozit szivárgókból és erózió elleni védelemre szolgáló háromdimenziós geomatracokból.

A **Tema**-ról elmondható még, hogy folyamatosan új termékek kifejlesztésén dolgozik, aktívan együttműködik a tervezőkkel és a beruházókkal, megrendelőinek a vásárlást megelőző, illetve a kivitelezést követő szakaszban is támogatást nyújt.

TeMa Technologies and Materials srl
via dell'Industria 21
31029 Vittorio Veneto (TV) ITALY
Tel. +39 0438 5031
fax +39 0438 503462
e-mail: info@temacorporation.com
www.temacorporation.com

Tegola Ungarese Kft.
1037 Budapest,
Bécsi út 77-79.
Tel. +36 1 250-33-75
Fax +36 1 250-33-74
e-mail: info@tegola.hu
www.tegola.hu

Tema North
142641 (FR) Moskovskaja obl.
Orekhovo-zuevskij r-n
d. Davydovo
ul. Zavodskaja
Tel. /fax: +7(4964) 174204.

Tema Ibérica S.I.
C/Belgium
Pol. Ind. de Rossanes
08769 Castellví de Rossanes
Spanyolország

Tema Med Ltd.Sti.
Ege Serbest Bolgesi Mumtaz Sok. No:23
35410 Gaziemir/Izmir Törökország
Tel. +90 232 252 04 24
Fax +90 232 252 16 44