

lett felhívni a figyelmet, hogy a Fürdőtelepi út, Garay út, Váralja út térsége, valamint a Kopaszhegy délkeleti lejtője a veszélyeztetett térségek közé sorolható.

A számos peres ügy azt mutatja, hogy a közvélemény nehezen fogadja el azt, hogy egy terület felszínmozgás-veszélyessége egy olyan mérnökgeológiai adottság, amit figyelembe kell venni a közművek, utak, támfalak építésénél is.

## Összefoglaló

A közművek létesítésénél egyik kritikus pont a munkárok kiemelés megtervezése és ütemezése. Hosszú ideig nyitvavető árkok ugyanis a magaspárt közelében potenciális veszélyt jelentenek. A közművek hosszútávú biztonsága érdekében mindenképpen fontos lenne a mozgásveszélyes szakaszok mérésen alapuló folyamatos észlelése.

# Korszerű technológiák és építőanyagok alkalmazása a partfal-stabilizációs munkálatoknál

Dr. Nagy János okl. mérnök - Geoteszt Kft. Budapest

A következőkben rövid szakmai összefoglalót olvashatunk a tervező Pakson, a II. Országos Partfal Konferencián 1999. május 28-án megtartott előadásából.

Közismert, hogy a szabadon álló magaspártok illetve löszfalak stabilizációs programjának végrehajtása 1997. óta szervezett módon, a veszélyelhárítás koordinálására alakult tárcaközi bizottság közreműködésével folyik. Napjainkig már 127 település kapcsolódott be a Kormány által jóváhagyott középtávú programba.

A Geoteszt Kft. kezdetől részt vesz a tervezői munkálatokban, közel félszáz településen saját terveik alapján eddig 85 önálló szerkezet épült meg. A cikk szerzője így abban a szerencsés helyzetben van, hogy összehasonlító elemzéseket és műszaki-gazdasági kiértékeléseket tehet a különböző földtani viszonyok mellett épített, különböző típusú szerkezetek között.

A tönkremenetek illetve a különböző mozgástípusok kialakulásának hatástalanítására a Geoteszt Kft. munkatársai igen sokrétű, változatos technológiákat és szerkezeteket alkalmaztak tervezés során az elmúlt három évben.

Valamennyi partfal-tönkremenetelben – igaz eltérő arányban – a természeti és emberi (antropogén) tényezők játszanak szerepet. Az utóbbiak jobbra napjainkban érvényesülnek (pl. a szakszerűtlen szennyvíz-elhelyezés, a forgalmi hatások, a különböző infrastruktúrákhoz szükséges munkagödör-kiemelések, felszíni vízelvezetési hiányosságok, stb.). Röviden összegezve, a fokozatosan romló állékonyságot egy fokozatosan csökkenő biztonságú talajtömeg egyensúlyi állapota okozza, melynek legfőbb kiváltója az elvezesedés.

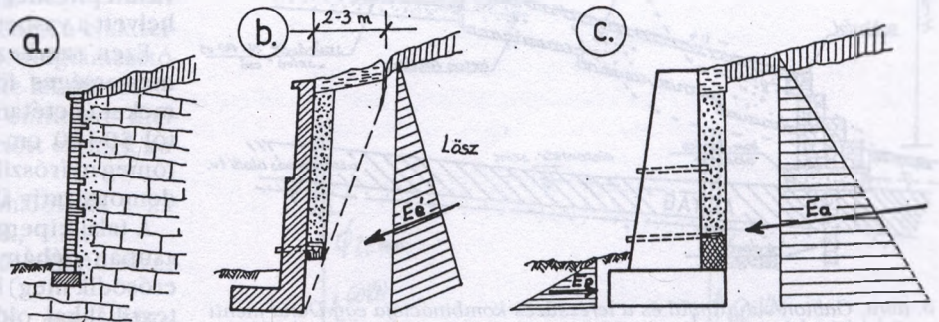
Az egyensúly megteremtéséhez mindenképpen műszaki beavatkozások szükségesek, legyenek azok passzív (víztelenítő-száritó, rézsú-stabilizáló) vagy aktív (földnyomást felvevő megtámasztó) szerkezetek.

E mérnöki témakörben szükségesnek tartom a hollóki megjelenésében nehezen (vagy egyáltalán nem) megkülönböztethető három szerkezet rövid ismertetését megadni, mielőtt rátérnék a korszerű építőanyagok, illetve azok alkalmazási területének bemutatására.

## 1. Borítófalak (lásd 1/a ábra)

Külsőleg hasonlítanak a tám- illetve bélésfalakhoz, azonban földnyomást nem vesznek fel, csupán a bioszférikus és eróziós hatásoktól védik a mögöttes talajt vagy köztömeget és egyben annak esztétikus lezárását biztosítják.

Általában tufa és mészkő falak lezárásánál alkalmazták, valamint a nyesett löszfalak védelmének. Napjainkban főleg ott maradtak meg jó állapotban, ahol épületek támaszkodnak a falaknak, ezáltal védett maradt a borítófal felülete. Ez a típusú szerkezet reagál a legérzékenyebben a partél feletti felszíni vízelvezetés állapotára.



1. ábra. Vázlatos illusztrációk a megtámasztó szerkezetek magyarázatához.

a) borítófal b) bélésfal c) támfal

## 2. Bélésfalak (lásd 1/b ábra)

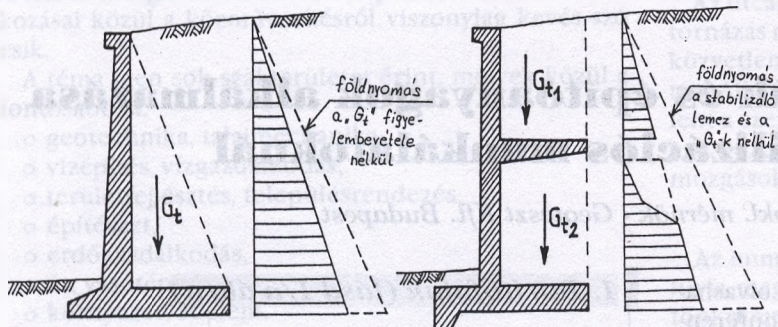
A löszfalakat kísérő szerkezetek egyik jellegzetes fajtája. Felismerve a löszpartok legáltalánosabb mozgástípusát – a tömbös illetve szeletes omlásokat –, e szerkezetnek nem a végtelen feltér aktív földnyomását kell felvennie, hanem csupán a partfalból kiszakadni "vagyó" földék nyomását. Ebből adódóan a bélésfalak jóval karcsúbbak a támfalaknál (lásd 1/b ábra).

## 3. Támfalak (lásd 1/c ábra)

Ennek a szerkezet-fajtának általában feltöltést vagy a belső nyírószilárdságát teljesen elvesztett termett talajt kell megtámasztania. A támfalak tehát olyan függőleges

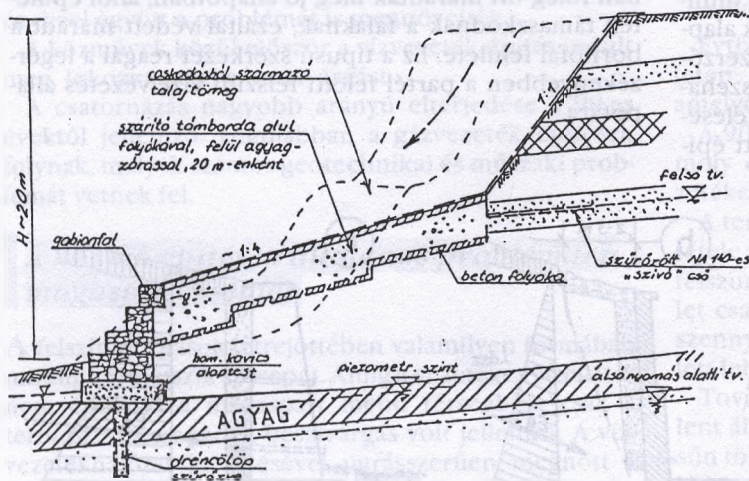
vagy közel függőleges szerkezetek, amelyek a megtámasztott talaj (feltöltés) vízszintes vagy közel vízszintes nyomását veszik fel és hárítják át az altalajra.

A támfalak két alapvető típusa, a súlytámfal és a szögtámfal között a különbség elsősorban abban van, hogy az előbbinél a szerkezet saját tömegét használjuk ki a földnyomás felvételére, míg a másikinál a megtámasztott földtest egy részének saját tömegét is bevonjuk az állékonyságot biztosító erőjátékba (lásd 2. ábra).

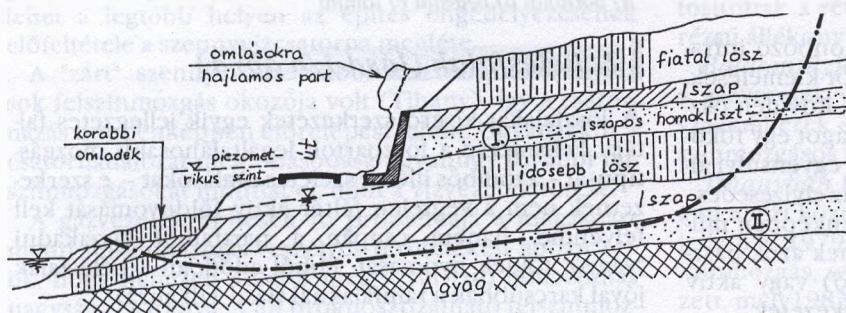


2. ábra. Szögtámfallal be lehet vonni a terhelés felvételébe a mögöttes földtömeg egy részét.

A fentebb ismertetett szerkezetek a valóságban nem egyszer összetetten fordulnak elő egy-egy partfal-stabilizációnál, beleértve a beavatkozások aktív és passzív változatait is. Erre ad vázlatos áttekintést a 3. ábra.



3. ábra. Gabion súlytámfal és a lerészűzés kombinációja egy Duna-menti partfal-stabilizációnál. A súlytámfal jó példa az aktív, a szárító tömbordázás és az omlásra hajlamos földtömeg rézsús "levétele" pedig a passzív beavatkozásra.



4. ábra. A nyomás alatti (II. jelű) rétegvíz lecsökkenti a geológiai réteghatárok mentén a talajok nyírószilárdságát, s megindul a csuszamlási folyamat, azaz megszűnik a "külső" állékonyság. Ezek után a partvonal lokális biztonságára szolgáló támfal megépítése a mozgásokat nem akadályozza meg, ugyanis az együtt csúszik a földtömegeg.

A mérnök számára a partfal-stabilizációs munkálatok tervezésekor – pontosabban annak megkezdése előtt – a legfontosabb szempont annak felismerése, hogy az ún. "külső" állékonyság fennáll-e avagy sem.

Egyszerűbb szavakkal: ha a partfal-környezet egésze instabil állapotba kerül – például a kúszás vagy rétegcsúszás esete áll fenn – akkor ezen mozgó földtömegeken épülő -önmagában bármilyen stabil- szerkezet teljesen feleslegessé válhat rövid időn belül (lásd 4. ábra).

A nagyobb területsávot magában foglaló mozgástípusok: a kúszás, a csuszamlás és – bár kissé vitathatóan – a csúszólapok menti rogyás esetében könnyen belátható, hogy nem az épített mérnöki szerkezetekkel, hanem a mozgásokat kiváltó okok (általában a vizesedések) megszüntetésével lehet védekezni. Tehát ezen mozgástípusok tisztázásához, illetve a szükséges beavatkozások eldöntéséhez elsősorban a vízföldtani feltárást kell elvégezni, s azokat kiértékelni.

Az egyszerűbb mozgások: a suvadás, az omlás és a sárfolyás hatástalanítását a klasszikus mérnöki beavatkozásokkal lehet megoldani.

Szerencsére a folyamatban lévő partfal-veszély-elhárítások nagy része a lokális mozgások stabilizációjára irányul, melyek a régóta ismert és bevált, valamint az újabb építési technológiákkal és szerkezeti anyagokkal egyaránt jól kezelhetők.

Az ismertetés további részében az újszerű technológiákról és előre gyártott építési elemekről szeretnék néhány gondolatot felvetni.

## Vasalt földtámfalak

Elnevezésükben a "vasalt" jelző olyan, mint a vasútépítésnél használt vasbeton keresztaljak helyett a vasbeton "talpfa" elnevezés.

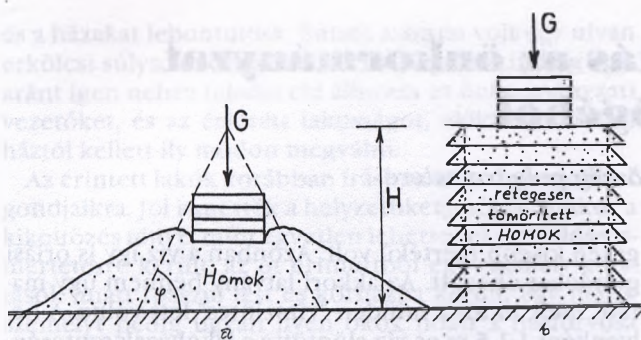
Ezen szerkezeteknek az a lényege, hogy a mesterséges földmű tömörítésekor betételeket (betétanyagokat) helyeznek el egymástól 50-100 cm-es rétegenként, miáltal a talajtömeg nyírószilárdsága növekszik (lásd az 5. sz. demonstratív ábrát).

A talaj kipergését a homlokrészen elegendő csupán néhány évig (amíg a vegetáció nem erősödik meg) biztosítani, amely általában geotextiliákkal oldható meg. A talaj és betétek együttdolgozását a nyomófeszültségek és a felületi súrlódás biztosítják.

A fentiekben ismertetett földszerkezet valójában anizotróp súlytámfal. Mechanikai viselkedése jól követhető, a számítási módszerek azonban még jó néhány közelítéssel alapulnak.

A vasalt földtámfalak méretei a homokzati magasság ("H") függvényében változnak, s ennek statikai (rácsbefogási) igénye van (lásd 6. ábra).

Az erősítő georácsoknak, s minden más betétanyagoknak ugyanis túl kell nyúlnia a talajok természetes súrlódási szögével összefüggő "45 +  $\Phi/2$ "-es síkon.



5. ábra. Az erősítés nélküli homokkupac kitér a ránehező súly alól ("a"), Lepel-szerű rétegenkénti megerősítéssel azonban alig észrevehető deformáció jelentkezik ("b").

A talajerősítés legmegbízhatóbb anyagaiként a műanyag georácsok (a monoaxiális és biaxiális extrudált rácsok) jöhetnek számításba, de ezen kívül ismertek

- o a georácsokból készített Terra Múr elemek,
- o a horganyzott fonatok, geohálók (Terra Mesh)
- o a különböző geotextíliák és
- o geokompozitok.

### Talajhorgonyok

Sokáig kiegészítő szerkezetnek tekintették a horgonyzást, mára az erőjáték-felvételek végleges elemeként jöhet számításba. A horgonyerő a mozdulatlan - csúszólap mögötti - földtömegbe "kaszakodik", s általában merev, bevágásnak támaszkodó oszlopokhoz csatlakozik. Horgonyzott belésfal-kialakításra mutat példát a 7. ábra.

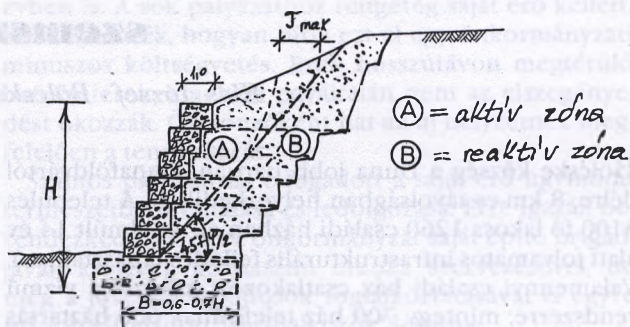
A talajhorgonyzás napjainkra önálló tudományággá nőtte ki magát, kivitelezése megbízható eljárásokon alapul, az élettartamát pedig kellő korrózióvédelem biztosítja.

A hazai partfalprogram keretében a cikk terjedelme csupán e két újszerű megtámasztó szerkezet rövid bemutatását tette lehetővé.

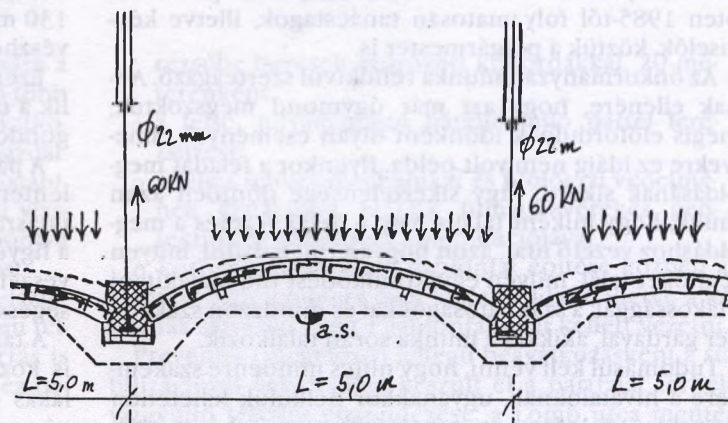
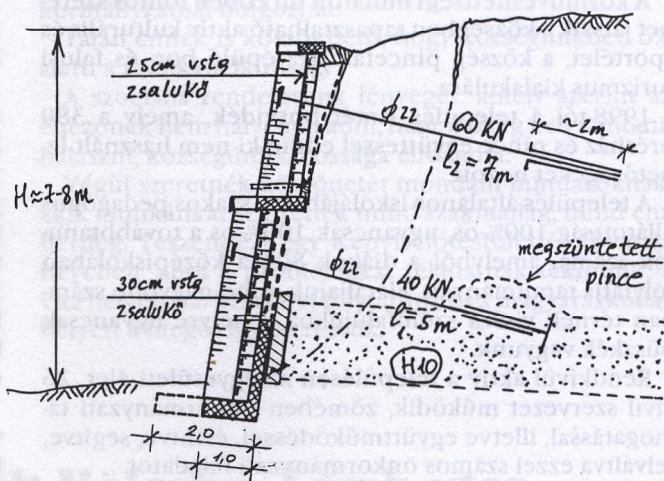
Felsorolás jelleggel azonban említésre méltóak még a korszerű, előre gyártott elemek közül az alábbiak:

- o víztelenítésre szolgáló geohálók és a kavicsmentes drénkompozitok,
- o az irányított sajtólással kialakítható vízelvezető szivárgók,
- o az erózióvédelmet szolgáló mérnökbiológiai technológiák (rostmatracok, geocella matracok, különböző poliészterhálók stb.),
- o a részben előre gyártott homlokzati elemként beépíthető ún. terra blokkok.

Ezek már a műszaki "fantázia" bevált elemei, s hazai bevezetésüket elsősorban gazdaságossági szempontok determinálják.



6. ábra. Gabionsfallal kombinált vasalt földtámfal. A homlokzati kipergést ez véglegesen megakadályozza



7. ábra. Az éknyomást közvetlenül dongásított vasbeton héjszerkezet veszi fel, amely az erőket - kedvező támaszvonallal lefutás mellett - a nagy inerciájú, hátrahorgonyzott bordákra közvetíti.