



**SZENT ISTVÁN
EGYETEM**



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

SZAKDOLGOZAT

**Rézsúcsúszás helyreállítás a 2527 jelű Vadna-
Sajóvelezd összekötő úton**

Készítette: **Lőrinczi Bálint**

Neptun kód: 

Belső konzulens: **Firgi Tibor**
mestertanár

Külső konzulens: **Pozsár László**
geológusmérnök

2015



*„Jegyezd vele az égre
Örök tanúságúl:
Habár fölül a gálya,
S alúl a víznek árja,
Azért a víz az úr!”*

Petőfi Sándor: Föltámadott a tenger

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	6
1.1 Általános ismertetés	7
2. Szakirodalmi összefoglaló	8
2.1 Bevezetés - alapfogalmak	8
2.1.1 Károsodások leggyakoribb okai.....	8
2.1.3 Károsodások megjelenési formái.....	8
2.2 Rézsűállékonyság vizsgálata.....	9
2.2.1 A kohézió szerepe az állékonyság szempontjából.....	11
2.2.2 Rézsűállékonyság vizsgálat matematikai – statikai modellezése	14
2.2.3 Rézsűállékonyság vizsgálat grafikai módszerekkel.....	23
2.3 Támszerkezetek	26
2.3.1 Támfalak	27
2.3.2 Ideiglenes vagy végleges, befogott vagy hátrahorgonyzott szerkezetek	41
2.4 Geoműanyagok használata a támszerkezeteknél	45
2.5 A növényzet szerepe a talajerősítésben	47
2.6 Szoftverek, alkalmazási lehetőségek	51
2.6.1 GEO5 programok a geotechnikai tervezésre és számításra	51
2.6.2 Plaxis geotechnikai szoftverek.....	53
3. Kiindulási adatok	54
3.1 Építési Geotechnikai Adattár geotechnikai dokumentációi.....	54
3.1 Természetföldrajz, általános ismertetés	57
3.1.1 A táj felosztása, morfológiája	57
3.1.2 Földtan	57
3.1.3 Éghajlat	59
3.1.4 Vízrajz.....	59
3.1.5 Növényzet	60

3.1.6 Talajok	61
3.1.6 Szeizmicitás	61
3.2 A 2527 jelű Vadna-Sajóvelezd összekötő út pályaszerkezete	62
3.3 Tönkremenetel folyamata, előzmények	65
3.4. Geotechnikai feltárások, vizsgálatok	66
3.4.1 Laboratóriumi vizsgálatok	66
3.4.2 Talajok részletes jellemzése.....	67
3.5 Talajvízviszonyok	69
4. Számítások	70
4.1 Számítások GEO5 programmal	70
Rézsúállékonyság – természetes állapot	70
Rézsúállékonyság - átázott.....	70
Rézsúállékonyság - szögtámfal.....	71
Rézsúállékonyság - súlytámfal	72
Rézsúállékonyság - MSF fal	72
Rézsúállékonyság - gabion fal	73
4.2 Számítások PLAXIS programmal	74
4.3 Kézi számítás	76
5. Műszaki leírás	79
5.1 Geotechnikai kategória besorolása	79
5.2 A tervezett építmény bemutatása	79
5.2.2 A megfelelő műszaki megoldás kiválasztásának fontosabb szempontjai.....	79
5.2.3 A tervezett szerkezet.....	80
5.2.4 Gabion fal építési követelményei	81
5.2.5 Elhabolás elleni védelem	82
5.3 Biztonságtechnikai követelmények	83
5.3.1 Munkásvédelem és balesetelhárítás	83

5.4 Környezetvédelem	84
Összefoglalás	85
Köszönetnyilvánítás	86
Felhasznált irodalom	87
Kép és ábrajegyzék	88
Táblázatok jegyzéke	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
Mellékletek	90

1. Bevezetés

Az érettségi vizsga letétele után 2000-ben felvételiztem a soproni Erdészeti és Faipari Egyetem erdőmérnöki szakára. Az ott eltöltött diákévek felejthetetlen emlékekkel gazdagítottak. A tanárainm elkötelezettsége, diáktársaim szakmaszeretete mindig kitartásra buzdít, ha elcsüggedek. Az Egyetemen töltött évek alatt dr. Kosztka Miklós és Bácsatyai László tanár urak mutattak „utat” a mérnöki szakma rejtelseibe, úgy vallom, hogy szigorú számonkéréseik dacára, végtelen kedvességük nyomán szerettem meg az erdészeti útépítés tudományát.

Az erdészeti utak a mérnöki létesítmények egy igen különleges ágához tartoznak, ezen vonalas létesítményeket és a kapcsolódó műtárgyakat oly módon kell megtervezni és megépíteni, hogy a gazdaságossági szempontokon túl a természeti értékek megóvását is maximálisan szem előtt kell tartani. Az erdészeti utak, illetve az erdőkben haladó utak a természettel együtt élnek, kétségtelen, hogy csodálatos látványt nyújtanak az utazónak, azonban esetenként a tervezési, kivitelezési, esetleg üzemeltetési, karbantartási hiányosságok a megszokott rend megbontásához vezethetnek, tönkremenetelek alakulhatnak ki.

A Magyar Közút Nonprofit Zrt. Több mint 31 000 km-en végzi az az országos közúthálózaton a kezelési, fenntartási feladatokat, ezek közül számos szakasz halad hegyvidéki területen, melyek különleges odafigyelést igénylenek. Munkaadóm kiemelt figyelmet fordít ezen szakaszok téli és nyár üzemeltetésére, hiszen a megszokottól eltérő vonalvezetés az arra utazóknak veszélyes lehet, a gondos tervezés és kivitelezés ellenére balesetek okaiként találkozhatunk a „veszélyes ív” avagy „az útburkolaton jelentkező hibák” kifejezésekkel. Ez utóbbi hibák közé sorolhatjuk a pályaszerkezet felső rétegein jelentkező aszfalt kopási, repedezettségi, kátyúsodási tönkremeneteleket, illetve a komoly beavatkozást igénylő, teljes pályaszerkezetet és akár földművet is érintő süllyedéseket, rézsűcsúszásokat.

Életem jelen pillanatban legmeghatározóbb szereplői, a tanulmányaimnak helyt és szellemiséget adó Ybl Miklós Építéstudományi kar, a megélhetésemet biztosító Magyar Közút NZRt., illetve az eredeti végzettségemet biztosító erdőmérnöki képzés együttese határozta meg diplomamunkám témáját.

1.1 Általános ismertetés

Szakdolgozatomban a rézsűk állékonyságára vonatkozó számítási módszereket, modellezési lehetőségeit mutatom be, kis kitekintéssel a növényzet hasznos, esetenként káros szerepére.

Feladatom a Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar, Építőmérnöki Intézet, Geotechnika Szakcsoport által meghatározott irányelvek alapján szakirodalmi összefoglaló készítése, és a számításba vehető alternatívák közül - tekintettel a technológiai, gazdasági szempontok ideális összhangjára - egy változat esetében a tervdokumentáció összeállítása.

A szakdolgozat első fejezetében bemutatom a tanulmányaim során megismert legfőbb tönkremeneteli és helyreállítási technológiákat, az alkalmazható számítási módszertanokat. A szakirodalmi összefoglaló után a tervezési fejezetben leírásra kerülnek a számítások alapjául szolgáló kiindulási adatok (talajfizikai paraméterek, vízháztartás, geodézia, geológia), illetve az ezekből származtatott talajszelvény, rétegszelvény, geotechnikai helyszínrajz.

Számításaim során egyaránt alkalmaztam szoftvereket (Geo5, Plaxis) és képleteken alapuló kézi számításokat. A szoftverek alkalmazása lehetőséget nyújtott a szóba kerülő helyreállítási alternatívák közül az ideális technológia kiválasztására, a modellezés lépéseit képek segítségével dokumentáltam a *Számítások* című fejezetben. Számításaim ellenőrzését követően a tervezés során elkészítettem a bemutatást segítő tervrajzokat.

2. Szakirodalmi összefoglaló

E fejezetben foglalom össze a diplomamunkám témájához kapcsolódó, szakirodalomban fellelhető legfontosabb alapfogalmakat, modellezési lehetőségeket, megvalósítási alternatívákat, a korábban alkalmazott, és a modern technológiákat. A feldolgozás során törekedtem a téma lehető legteljesebb, átfogó bemutatására.

Az összefoglaló megírása kapcsán felkerestem a Magyar Földtani és Geofizikai Intézetet, a Lechner Lajos Építésügyi Dokumentációs és Információs Központ tervtárát, valamint nagy segítséget nyújtott a tanintézményem könyvtára is.

2.1 Bevezetés - alapfogalmak

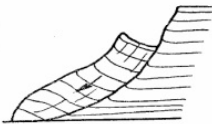
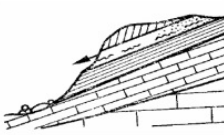
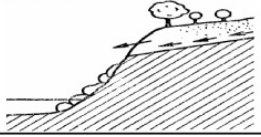
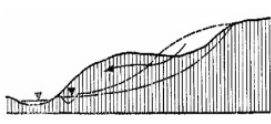
2.1.1 Károsodások leggyakoribb okai

- exogén és endogén erők
- meredek rézsűhajlás
- gyenge teherbírású altalaj
- tömörítetlen rézsűtest
- kedvezőtlen rézsűmagasság
- helytelen melléépítés, inhomogén rézsű
- felszíni repedések
- vízáteresztő alaprégteg elcsúszása
- magas pórusvíznyomás
- kavicszsák, fagyzsák, vízzsák
- kedvezőtlen hidrogeológiai folyamatok
- élővízfolyások
- növényzet mállasztó hatása
- emberi tevékenység

2.1.3 Károsodások megjelenési formái

A gravitációs felszínmozgások jelentősen átalakíthatják a felszínt. Akkor következnek be, amikor a lejtők anyagának nyírási ellenállása kisebb lesz, mint a lejtők súlyából (és esetleg más hatasból) származó csúsztató erő, mert az ellenállások klimatikus hatások, víz, stb. miatti csökkenhetnek és/vagy a csúsztató erő pl. a lejtő alávágása, áramló vagy

hullámzó víz miatt növekedhetnek. A lejtőmozgások főbb típusait az 1. ábra foglalja össze. (Szepesházi R. 2008)

A gravitációs lejtőmozgások típusai				
típus	képe	jelenség	kőzetfajta	ok
omlás		kőzettömbök letörése	szilárd kőzet	meredek részü, kőzet-repedések
rogyás		gyors leszakadás meredek csúszólapon	homok-lencsékkel rétegzett altalaj	víznyomás-növekedés
suvas		csúszás görbe csúszólapon néhány nap alatt	agyagtalaj	egyensúly-vesztés
réteg-csúszás		viszonylag lassú csúszás réteghatáron	jellemzően agyagréteg felszínén	egyensúly-vesztés
kúszás		nagyon lassú időszakos lejtőmozgás	puha agyag	viszkózus anyag-jellemzők
folyás		lefolyás felszínhez közeli csúszólapon	puha agyag, folyós homok, kőanyag	felpuhulás, gyors telítődés dinamikus hatások

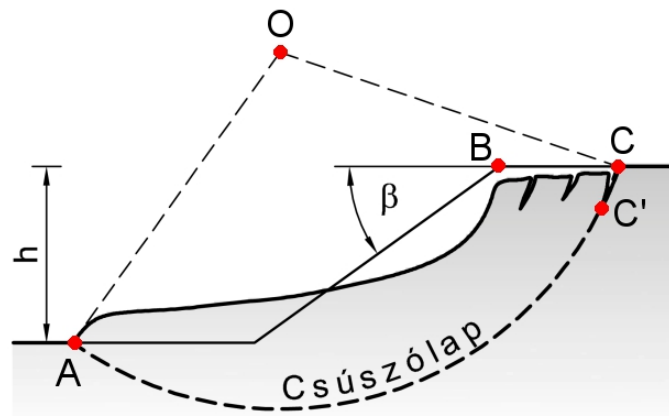
1. ábra: gravitációs lejtőmozgások típusai (Szepesházi R. 2008)

2.2 Rézsűállékonyság vizsgálata

Földművek építésekor azok határoló felületei a talaj belső ellenállásától függően valamilyen rézsűs felülettel alakíthatók ki. Ezeket a rézsűket a vízszintessel bezárt szögük (β) és magasságuk (h) jellemzi. Ha a rézsűt meredekebbre építjük, mint az a talajban rendelkezésre álló belső ellenállás (súrlódás, kohézió) megengedi, a föld belsejében fellépő feszültségek elérik a törést okozó értékeket, a rézsű elveszti állékonyságát, **rézsűcsúszás** következik be. Tehát adott talajt jellemző belső súrlódási szög (ϕ), kohézió (c) és talaj térfogatsűrűsége (ρ) értékek mellett azt tapasztaljuk, hogy állandó β hajlás mellett növelve a rézsű h magasságát elérünk egy maximális magasságot, azt meghaladva a rézsű egy csúszólap mentén lecsúszik. Ugyanezt a jelenséget tapasztaljuk, ha adott h állandó magasság mellett a rézsű meredekségét, β

értékét növeljük. Általánosságban tehát kimondhatjuk, hogy minden rézsűmagassághoz egy hajlás, illetve minden hajláshoz egy rézsűmagasság tartozik, amely még biztonságosan megáll.

A csúszó felület mindkét esetben ott alakul ki, ahol a földtest belsejében a nyírószilárdság kimerül. A lecsúszó földtömeg laposabb rézsűvel kerül nyugalomba, a szakadólapon fellépő nyírási ellenállás ekkor már elegendő a külső erők egyensúlyozására. A csúszási felületek ismerete és az állékonyság vizsgálata tehát a földművek gazdaságos és biztonságos kialakításának feltétele. A következőkben csak azokról a vizsgálatokról lesz szó, amelyek homogén talajra vonatkozó jó közelítések.



2. Ábra: Lesuvadt rézsű

A rézsű földtömegének leválása és lefelé mozgása bekövetkezhet akkor is, ha az eredetileg állékony rézsűnél a talaj belső ellenállásai valamilyen oknál fogva (pl. átázás) lecsökkennek.

Ilyen mozgások természetes lejtők, hegyoldalak esetében is fellépnek. A mozgás jellege, lefolyása sokféle lehet, melyről az előzőekben már részletesen írtam. Ebben a fejezetben azt vizsgálom, hogy egy adott talajból álló rézsű milyen feltételek mellett, milyen biztonsággal állékony.

Mesterséges feltöltések, illetve természetes talajokban létesített bevágások összehasonlításakor kitűnik, hogy a rézsűállékonyági problémák főként az utóbbiaknál jelentkeznek. Feltöltés építéskor lehetőségünk van megfelelő anyagú, hajlású, tömörségű rézsűt tervezni, bevágásoknál azonban a geológiai viszonyok adottak, meglévő talajrétegződéssel és a rétegek talajfizikai jellemzőivel van dolgunk. Természetes talajokban létesített adott mélységű, biztonságos bevágási **rézsűk hajlása** az alábbi tényezőktől függ:

- a talaj rétegződéséről, a rétegek hajlásától,
- a talajok nyírószilárdságát meghatározó tényezőktől (szemcsenagyság, tömörség, konzisztenciaállapot, pórusvíznyomás, stb.),
- a rézsűben végbemenő esetleges vízszivárgástól,
- a rézsű feletti terep terhelésétől,
- a rézsű élettartamától,
- esetleges rázóhatásoktól, földrengéstől,
- a rézsűfelszín biztosítási módjától,
- a rézsűfelszínt érő atmoszferiliák hatásától,
- a rézsűt borító növényzettől. (Ez utóbbi hatásának vizsgálatára egy külön fejezetet szántam.)

Ha az állékonysági vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a rézsű állékony, akkor tapasztalati táblázatok alapján adhatjuk meg azok hajlásszögét.

Ezeket az alábbi feltételek teljesülése esetén lehet alkalmazni bevágások, ill. töltések létesítésénél:

- a bevágási mélység 12 méternél kisebb,
- a földmű bevágás teljes egészében a talajvíz felett van,
- a bevágás nem metsz át lágy ($I_c < 0,2$) agyagréteget,
- a bevágás talaja nem lösz, nem morzsolékos szerkezetű, hajszálrepedésekkel átszőtt anyag,
- a talaj megfolyósodásának lehetősége nem áll fenn,
- a töltés alapja teherbíró,
- a töltésképző anyag jó minőségű,
- a töltés az előírásoknak megfelelő tömörségű.

Állékonyságvizsgálat minden esetben szükséges a rézsűállékonyság ellenőrzésére. (Bartos S. 2006)

2.2.1 A kohézió szerepe az állékonyság szempontjából

Kohézió nélküli talajok állékonysága

Kohézió nélküli szemcsés talaj belső ellenállását a szemcsék közötti súrlódás biztosítja ($c=0$). Ilyen talajból álló rézsű akkor állékony, ha a **rézsű hajlásszöge β kisebb, mint a talaj φ belső súrlódási szöge.**

A csúszás elleni biztonsági tényezője:

$$n = \frac{\tan \varphi}{\tan \beta}$$

ahol: φ - a talaj belső súrlódási szöge

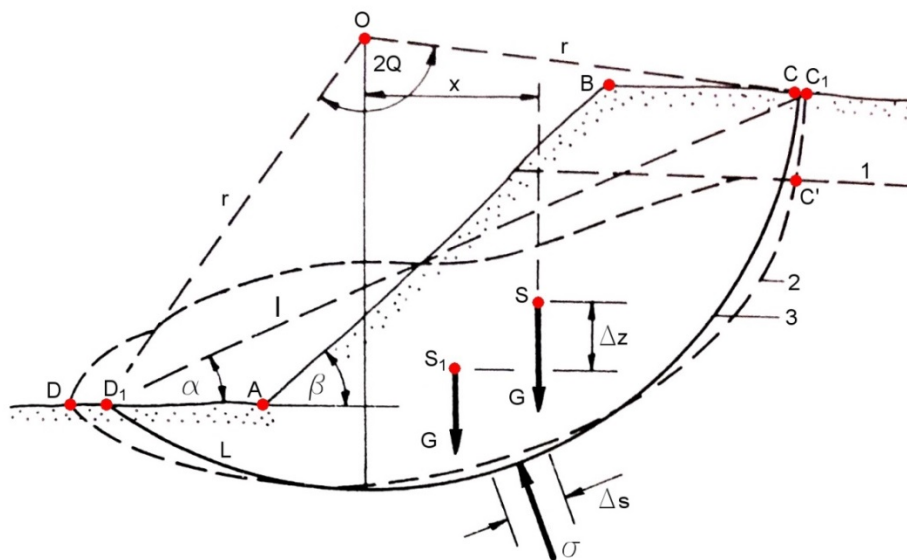
β – a rézsű hajlása.

Nedves homokban kialakított rézsű a súrlódási szögnél jóval meredekebben is megáll. Ennek oka a kapilláris (látszólagos) kohézió, mely hatását azonban nem szabad figyelembe venni, mivel ez a kohézió száradás, vagy átázás hatására megszűnik és ilyenkor a merdek rézsű hirtelen leszakadhat.

Szemcsés talajból készült rézsűk állékonyságát nagy mértékben veszélyeztethetik a rázkódások és a vízáramlás során fellépő erők. Ezek az erőhatások csökkentik a talaj belső súrlódási szögét, vízzel telítődő homoktalaj pedig még folyóssá is válhat. (Bartos S. 2006)

Kohéziós talajok állékonysága

Kohéziós talajok esetében a csúszás rendszerint úgy indul meg, hogy a rézsű válla felett húzásból származó repedések lépnek fel, ezután pedig a földtömeg egy görbe mentén lesuvad.



3. ábra: Tört térszínnel határolt féltér határegyensúlyi vizsgálata

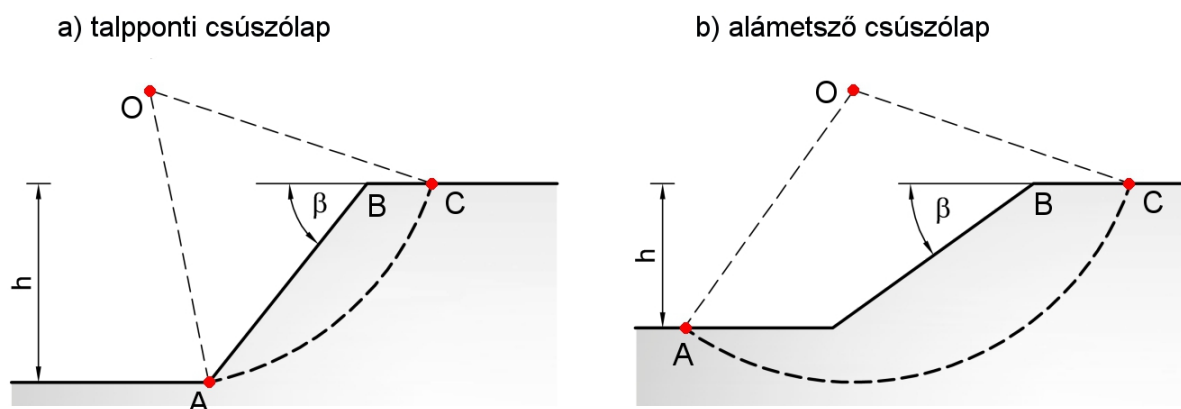
A rézsűvel határolt földtestekben bekövetkező csúszásokat vizsgálva azt tapasztaljuk, hogy a lecsúszó földtömeg íves csúszólap mentén mozdul el. Az elméleti vizsgálatokban a kialakuló csúszólapot kör, kosárív vagy logaritmikus spirállal

helyettesíthetjük, amelyek közül a további vizsgálatainkban a kör csúszólapot fogjuk alkalmazni. A csúszólap görbülete felső végén a legnagyobb és középen a legkisebb. Az ábrán láthatók a csúszás során fellépő erők. A csúszást a föld tömege idézi elő, e mozgás ellen működik a nyírószilárdság, a csúszólapon mobilizált kohézió és a belső súrlódás.

Bonyolultabb esetekben síkok és görbe felületekből összetett csúszólap alakul ki, például rétegezett talaj, vagy víznyomás esete.

Talpponti csúszólapról beszélünk, ha a csúszólap a talppontban, vagy a fölött metszi a felszínt. A csúszólapnak ez a típusa általában a még sodorható vagy annál keményebb talajban ($I_c > 0,75$) kialakított meredek rézsűvel határolt földtömegben fordul elő,

Alámetsző a csúszólap, ha a felszínt a talppont előtt metszi. Ilyenkor a rézsű talppont alatti talaj is kimozdul. Ez a típus a puha talajban kialakított lapos rézsűk esetén jellemző.



4. ábra: Csúszólap alakok

Rézsűk állékonyságának vizsgálata során általában a probléma kétféle módon merülhet fel:

- az ismert nyírószilárdsági jellemzőkkel bíró talajban kialakított adott magasságú és hajlású rézsű töréssel szemben milyen biztonsággal rendelkezik,
- az ismert nyírószilárdsággal rendelkező talajban az adott magasságú (illetve hajlású) rézsű előírt biztonság figyelembevételével milyen hajlással (illetve magassággal) építhető meg.

A kérdésekre a választ általában úgy kapjuk meg, hogy a földtömegben önkényesen felvett felületeken meghatározzuk a törés létrejöttének feltételét, majd kikeressük azt a legkedvezőtlenebb felületet, amely mentén a csúszási veszély a legnagyobb. A tapasztalat szerint a körhenger szakadólap felvételének lehetőségei eltérőek a talpponti és az alámetsző csúszólapok esetében.

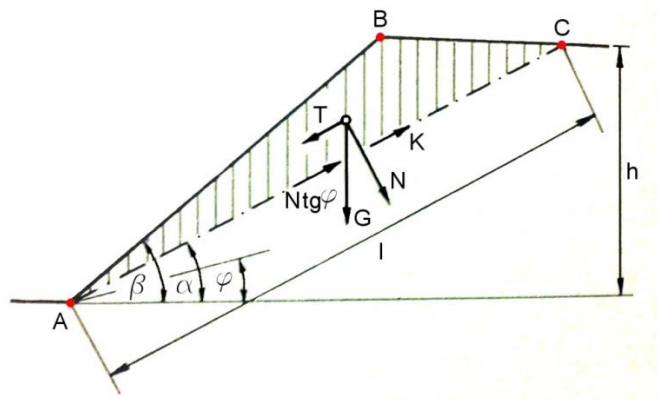
Az állékonyságvizsgálat során a következő lépéseket ismételgetjük, míg a legkisebb biztonságot megtaláljuk:

- a) csúszólapfelvétel,
- b) a lecsúszó földtestre ható erők felvétele,
- c) egyensúlyvizsgálat,
- d) egyensúlyhoz szükséges nyírószilárdság meghatározása,
- e) a felvett csúszólaphoz tartozó biztonság meghatározása.

2.2.2 Rézsűállékonyság vizsgálat matematikai – statikai modellezése

Rézsűk vizsgálata sík csúszólappal

Culmann-féle csúszólapos elméletnek ma már csak történelmi jelentősége van, hiszen ahogy már korábban írtam a csúszások a tapasztalatok szerint görbe felület mentén következnek be.



5. ábra: Rézsűállékonysági vizsgálat sík szakadólappal

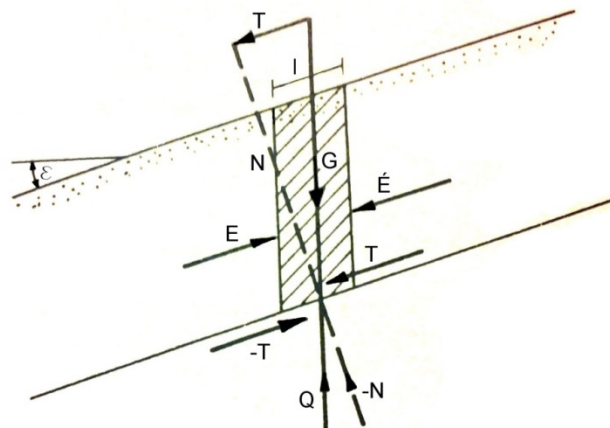
A Culmann-féle vizsgálat az állékonyság biztosításakor az éppen elegendő kohézió értékét határozza meg, amely a maximum α hajlású csúszólap felvételével számítható ki:

$$\alpha = \frac{\beta + \varphi}{2}$$

Abban az esetben, ha nagy kiterjedésű domboldal állékonyságát vizsgáljuk, és a felszínnel párhuzamos rétegsorok alakulnak ki, szőnyegszerű csúszásról beszélünk és ilyenkor a szinte végtelen kiterjedésű rézsű egy lamellájának egyensúlyát vizsgáljuk.

Az erők egyensúlya alapján (6. ábra) $E = \dot{E}$, $G = Q$. Tehát a földnyomási erők határvonala azonos, abszolút értékük egyenlő. A biztonsági tényező értéke szőnyegcsúszás esetén:

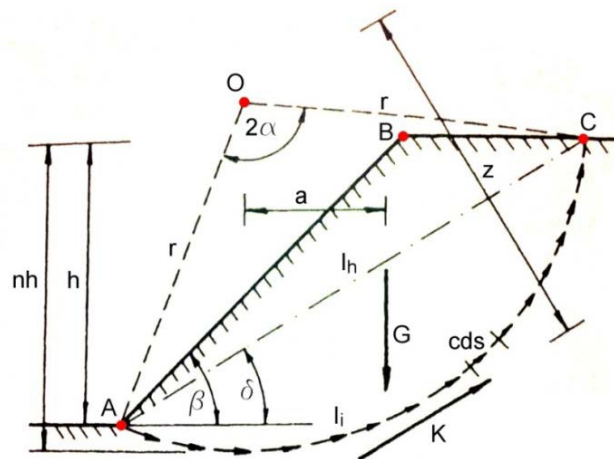
$$n = \frac{N \cdot \tan \varphi + c \cdot l}{T}$$



6. ábra: Szőnyegcsúszás

Állékonyságvizsgálat $\varphi = 0$ esetén

Ha a rézsű talaja olyan, hogy nyírószilárdsága a teljes csúszófeszültség függvényében vizsgálva állandó értékű $\tau = c$, mert $\varphi = 0$, akkor az állékonyság körhengeres csúszólapok felvételével vizsgálható. A svéd nyomatéki módszer szerint meg kell határozni annak a körnek a helyét és sugarát, mellyel a görbe csúszólap helyettesíthető.



7. ábra: A csúszó tömeg egyensúlya

Ez a kritikus kör eleget tesz annak a követelménynek, hogy a csúszást akadályozó és a csúszást előidéző erők nyomatékainak viszonya minimum.

A rézsű biztonsági tényezője tehát:

$$n = \frac{\text{csúszást akadályozó erők nyomatéka}}{\text{csúszást elősegítő erők nyomatéka}}$$

A rézsű állékony, ha $n \geq 1$. A vizsgálatot általában grafikus úton, próbálgatással végezzük el, megkeressük a minimális biztonságot adó kör helyzetét. Megrajzolunk egy tetszőleges AC szakadólapot, melynek hajlása δ (7. ábra). Az ábra jelölései:

G - a csúszó földtömeg által okozott erő,

a - a G erő karja az O középpontra

r - a csúszólap sugara

l_h - az AC ív hossza

l_i - az AC húr hossza

c - a csúszólapon fellépő kohézió értéke.

A módszer a biztonság javára elhanyagolja a súrlódást, így az egyensúly nyomatéki feltételéből:

$$G \cdot a - K \cdot z = 0$$

ahol:

$$K = c' \cdot l \text{ és } z = \frac{r \cdot L}{l}$$

melyből a kohézió fajlagos értéke:

$$c' = \frac{G \cdot a}{r \cdot L}$$

Szükséges kohéziónak is nevezik, mert c' szükséges ahhoz, hogy az AC csúszólap mentén a csúszás ne következzen be. A biztonság értéke:

$$n = \frac{c}{c'} = \frac{\text{a talaj tényleges kohéziója}}{\text{szükséges kohézió}}$$

Fellini vizsgálataiból az is kiderül, hogy lapos rézsűk esetében a puha altalajra helyezett földműnél alámetsző csúszólap alakul ki, amely esetben a legveszélyesebb, ha a csúszólap középpontja a rézsút felező függőlegesen van. (Bartos S. 2006)

Állékonyságvizsgálat általános esetben

Általános esetnek azt tekintjük, amikor a nyírószilárdság a normálfeszültség lineáris függvénye, tehát a törési feltétel: $\tau = \sigma \cdot \tan \varphi + c$

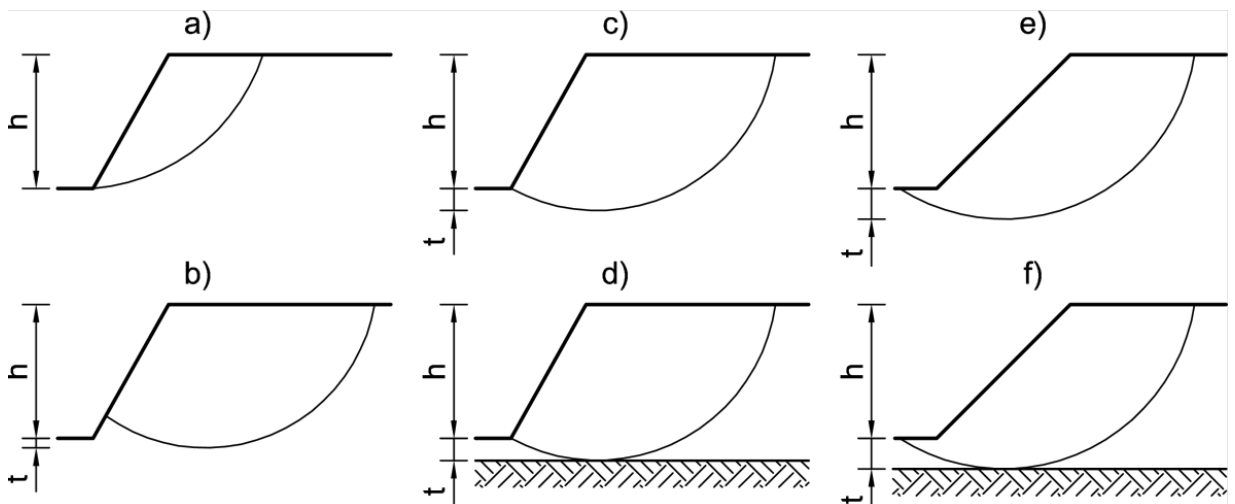
Mivel a normálfeszültség eloszlása a csúszólapon nem ismeretes, a feladat statikailag határozatlan, ezért csak egyszerűsítő feltevésekkel oldható meg. A feladat megoldására két módszer használatos. Az egyiknél a földtömeg egy részét csúszólappal határoljuk és megvizsgáljuk azokat a feltételeket, melyek mellett ez a rész egyensúlyban van. A másik eljárás során az elhatárolt földtömeget lamellákra osztjuk és a rézsű stabilitását a lamellákra ható erők vizsgálata alapján határozzuk meg. Feltételezzük a sík alakváltozási állapotot, kör vagy logaritmikus spirál csúszólap felvételével.

A csúszólapok kialakulására a talaj állapotán és a rézsű hajlásán kívül hatással van a rézsű lába alatt elhelyezkedő szilárdabb réteg mélysége is, amelybe a szakadólap nem tud belemetszeni. A szilárdabb réteg helyzetét, a rézsű hajlását, magasságát valamint a talaj kohézióját és térfogatsűrűségét figyelembe véve többféle csúszólap alakulhat ki. A csúszólap kialakulását befolyásoló keményebb réteg helyzetét a mélységi tényezővel (η) jellemezhetjük, amely:

$$\eta = (t + h) / h$$

ahol: h - a rézsű magassága

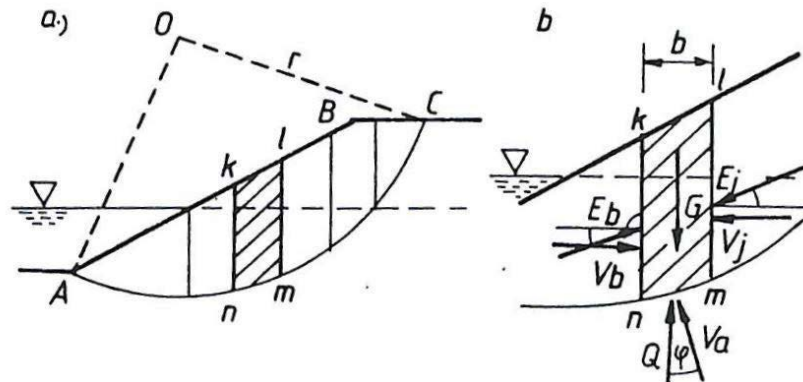
t - a szilárd réteg távolsága a rézsű talppontjától. (Bartos S. 2006)



8. ábra: Körülményektől függő várható legveszélyesebb csúszólapok

Állékonyságvizsgálat lamellára osztással

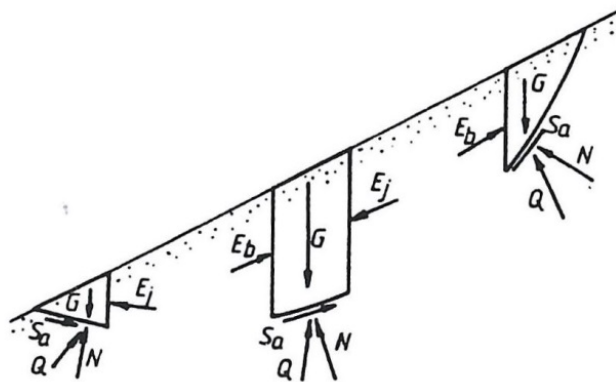
Felvesszünk egy csúszólapot, melyet függőleges, azonos szélességű lamellákra osztunk.



9. ábra: Részűállékonyság lamellás módszerrel

Az egyes lamellákra ható erők az ábrán láthatóak, a G tömegre az E_b , E_j földnyomási erők és a Q csúszólap reakció.

A vizsgálatnál csak a földnyomási erők ismeretlenek, ezért szükséges ezek nagyságának meghatározása. A földnyomási erők lamelláról, lamellára változnak. A legfelső lamellán csak egy földnyomási erő működik, így a csúszó földtömeg felső felén működő földnyomási erőket csak részben ellensúlyozzák a lamellák alapján - a csúszólapon - fellépő nyíróerők. Az ellenállás hiányzó részét a csúszólap alsó része szolgáltatja.



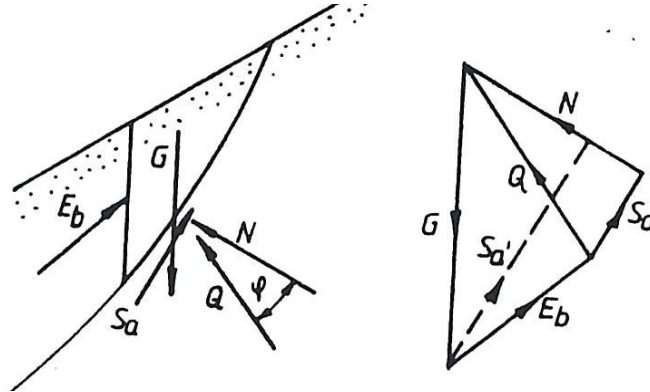
10. ábra: Lamellákra ható erők

Felvesszünk egy becsült n biztonsági tényezőt és meghatározzuk a teljes lehetséges nyírási ellenállás igénybe vett részét:

$$s_a = \frac{c \cdot l}{n} + \frac{N \cdot \tan \varphi}{n}$$

A Q csúszólap-reakció iránya a φ_a szög ($\tan \varphi_a = \tan \varphi / n$)

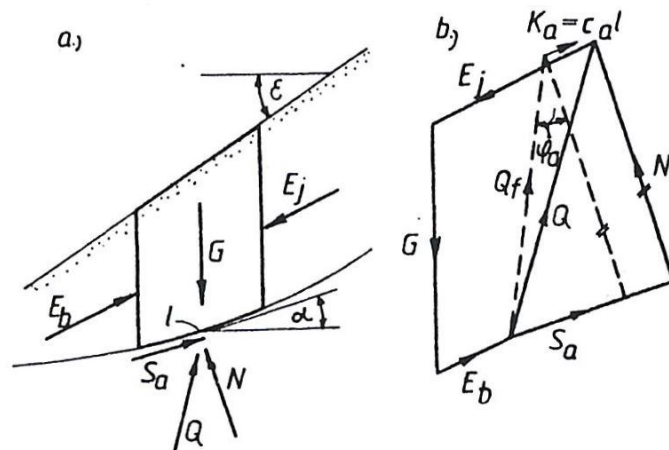
A legfelső lamella erőjátékát a következő ábra mutatja.



11. ábra: A legfelső lamella erőjátéka

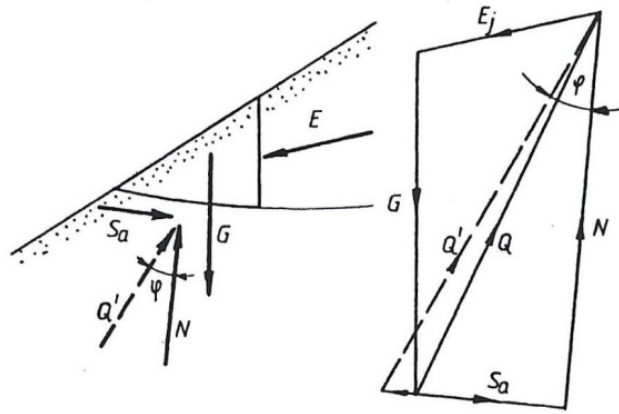
Az E_b földnyomás irányát úgy vesszük fel, hogy az felezze a vizsgált lamella és az alsó csúszólapszakasz iránya közötti szöget. Figyelembe kell továbbá venni, hogy a földnyomás tangenciális komponense az oldalfelületen kisebb legyen, mint az anyag ezen felületen rendelkezésre álló nyírási ellenállásának biztonsággal figyelembe vett értéke. Ily módon meghatározható a felső lamellához tartozó vektordiagram.

E_b abszolút értéke a második lamellára ható E_j -vel egyenlő, így a következő lamellánál - és minden közbenső lamellánál - csak egy ismeretlen földnyomás-erő adódik.



12. Ábra: Közbenső lamellák erőjátéka

A szerkesztést lamelláról lamellára elvégezve, meghatározható a legalsó lamella erőjátéka.

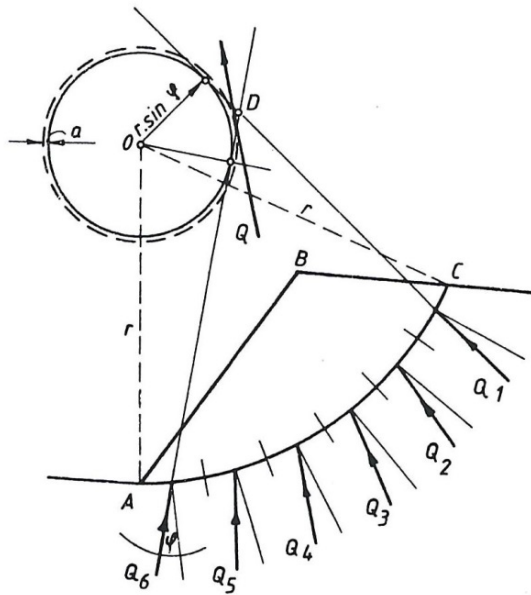


13. ábra: Legalsó lamella erőjátéka

Ha a felvett biztonsági tényező helyes volt, akkor a vektorpoligon záródik, ha nem, akkor új n értéket veszünk fel és a szerkesztést megismételjük. A vektorpoligon záródása esetén adódik a mértékadó biztonsági tényező. A legkisebb biztonsági tényezőt ebben az esetben is több csúszólap felvételével határozzuk meg. Ha a részüben nyugvó talajvíz van, akkor az erők vizsgálata során a víznyomásokat is figyelembe kell venni. (Bartos S. 2006)

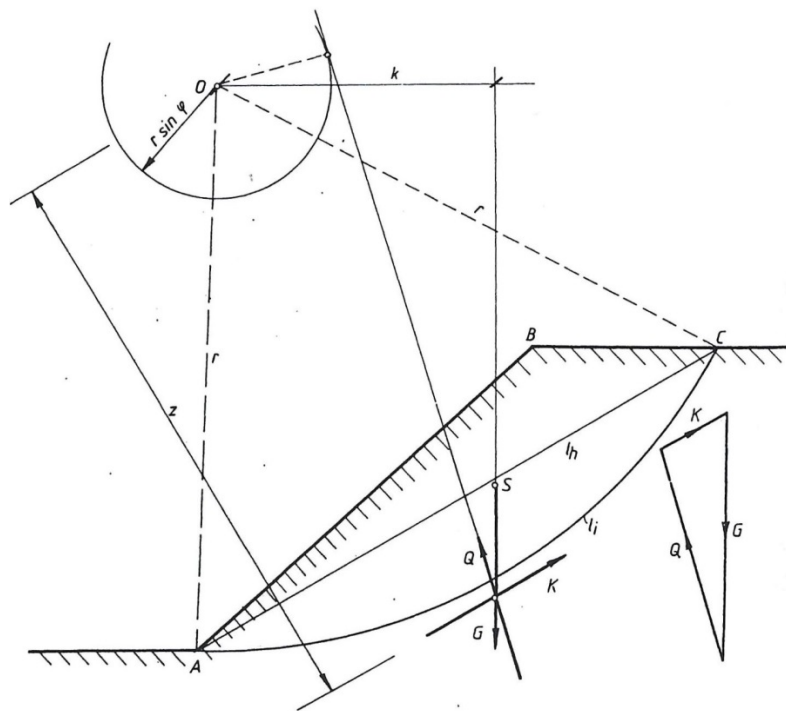
Merev testként elcsúszó földtömeg állékonysága

Ha az állékonysági vizsgálatot a teljes feszültségek figyelembevételével végezzük, akkor egyszerűbb módszerek is alkalmazhatók.



14. ábra: A csúszólapon támadó erő iránya

Ez a feltevés nem teljesen helytálló, mert könnyen bebizonyítható, hogy az eredő erő egy a távolsággal szélesebb kört érint. Ez a kis távolság azonban elhanyagolható. Az állékonyság vizsgálatát a következőkben végezzük el. Felveszünk egy körcsúszólapot és meghatározzuk a merev testként elcsúszó földtömeg tömegerejét (G). A csúszólapon működő kohéziós erő eredője $R = c \cdot l$, a körközépponttól z távolságra hat, és párhuzamos az l húrral. A z távolság attól függ, hogy a normálfeszültség a csúszólapon milyen eloszlású. A G erőt metszésbe hozzuk a K erővel. Ezen a metszésponton megy keresztül a Q eredő erő, mely érinti a súrlódási kört. Az erők ismeretében a vektorsokszög megszerkeszthető.



A csúszólaphoz tartozó biztonság értéke:

$$n = \frac{Q \cdot R \cdot \tan \varphi + c \cdot l \cdot z}{G \cdot k}$$

További csúszólapok felvételével meghatározzuk a legkisebb biztonságot adó kritikus körscúszólapot. Megfelelő számú biztonsági érték kiszámítása után – melyek mind egy-egy felvett csúszólapra vonatkoznak – a minimális biztonság kétféle módszerrel értékelhető ki.

Az egyik módszer szerint ábrázoljuk a körök középpontjait és felírjuk a biztonság számértékeit. Ily módon a biztonsági rétegvonalak (izoaszfáliák) szerkeszthetők meg. Az izoaszfáliák tehát az azonos biztonságot adó körközéppontok mértani helyei. A megszerkesztett rétegvonalak alapján kijelölhető a minimális biztonságot szolgáltató kör középpontja és a biztonság nagysága.

A másik eljárás a szélsőértékek módszerével végzett vizsgálat az előzőekhez hasonlóan kezdődik tetszőleges α hajlású húr felvételével, a ráállított középmerőlegesen körközéppontokat felvéve és az ezekhez tartozó biztonságokat grafikusán ábrázolva, a kapott minimális biztonság értékét visszavetítjük a középmerőlegesre: A pont. Más α hajlású húrokra is elvégezve a vizsgálatot, megrajzolható az $A_1-A_2-A_n$ pontok összekötő vonala. Ha a felvett húrokkal közel párhuzamosan elhelyezkedő körközéppontokra a fentiekhez hasonlóan elvégezzük a minimumok meghatározását, megkapjuk a $B_1-B_2-B_n$ vonalakat. A két görbe A-A, B-B metszéspontja szolgáltatja a keresett minimális biztonságot és a kritikus kör középpontjának helyét.

A Taylor-féle vizsgálatban azt feltételezzük, hogy a csúszás akkor következik be, ha a talaj súrlódási ellenállása kimerül. Fröhlich szintén a merev testként elcsúszó földtömeg feltételezésével dolgozott ki eljárást. Felveszünk egy lehetséges körscúszólapot. A földtömegre ható erők (tömegerő, felhajtóerő, szivárgási nyomás, pórusvíznyomás, külső terhelés stb.) eredője legyen P , melynek távolsága a középponttól a .

Ennél az eljárásnál Fröhlich feltételezése szerint a csúszás akkor következik be, ha a talaj kohézió ellenállása kimerül. A kohéziós erők eredője K , mely párhuzamos az l húrral és a körközépponttól z_1 távolságra hat.

A súrlódási erők eredője T , a normálerőké N . Ez a négy erő egyensúlyban van, tehát a vektorpoligon zár, tehát T , N meghatározható, mert N erő át kell hogy menjen a csúszólap O középpontján, T pedig arra merőleges és a középponttól z_2 távolságra hat.

Egyensúly akkor lenne, ha ez a metszéspont egybeesne a P és K erők metszéspontjával. Egyensúly tehát akkor lesz, ha a P erőt e távolsággal toljuk jobbra úgy, hogy a D ponton menjen keresztül. A minimális biztonságot ebben az esetben is több csúszólap felvételével határozzuk meg.

A Fröhlich-féle eljárásban tehát azt a járulékos nyomatékot határozzuk meg, mely a körcsúszólap feletti földtömegre működve csúszást idéz elő, s azt vizsgáljuk, hogy a tényleges nyomaték mennyire tér el a csúszást előidéző értéktől. Meghatározzuk, hogy egy felvett φ súrlódási szög mellett a kritikus kör esetében milyen nagy kohézióra van szükség az állékonyság biztosításához.

A φ és c értékéből a két biztonsági tényező számítható, de ha egy konkrét esetben kiszámítjuk ezeket a biztonsági tényezőket, az ezeket ábrázoló grafikonból meghatározható az ún. összetett biztonsági tényező. A biztonsági tényezők vizsgálata során figyelembe kell azt is venni, hogy a tényleges nyírószilárdság nem határozható meg kellő pontossággal és értéke a hely és az idő függvénye. Így a tényleges nyírószilárdság inkább egy tartománnyal jellemezhető, majd annak a tartománynak és az $n = 1$ görbének a kölcsönös helyzete alapján a biztonság szélső értékei meghatározhatók. (Bartos S. 2006)

2.2.3 Rézsűállékonyság vizsgálat grafikai módszerekkel

Állékonysági grafikonok

A svéd nyomatéki módszer jól alkalmazható meglévő rézsűk állékonyságának vizsgálatára, de gyakran merülnek fel olyan problémák, amelyek megoldásához ismerni kell a rézsű hajlása, magassága és az egyensúly fenntartásához szükséges kohézió közötti összefüggést. A grafikus szerkesztést analitikusan követve a veszélyes csúszólap helyzete szélsőérték számítással határozható meg a geometriai méretek és a talajjellemzők ismeretében.

Ha megoldjuk a

$$\frac{\delta c}{\delta \alpha} = 0$$

és

$$\frac{\delta c}{\delta \theta} = 0$$

egyenletet, akkor a következő egyenletet kapjuk:

$$c = \frac{h \cdot \rho \cdot g}{r(\alpha, \beta, \theta)} = h \cdot \rho \cdot g \cdot N_c$$

ahol: c - kohézió

h - a rézsű magassága

ρ - a talaj térfogatsűrűsége

φ - a talaj belső súrlódási szöge

β - a rézsű hajlása

θ - a csúszólap középponti szöge

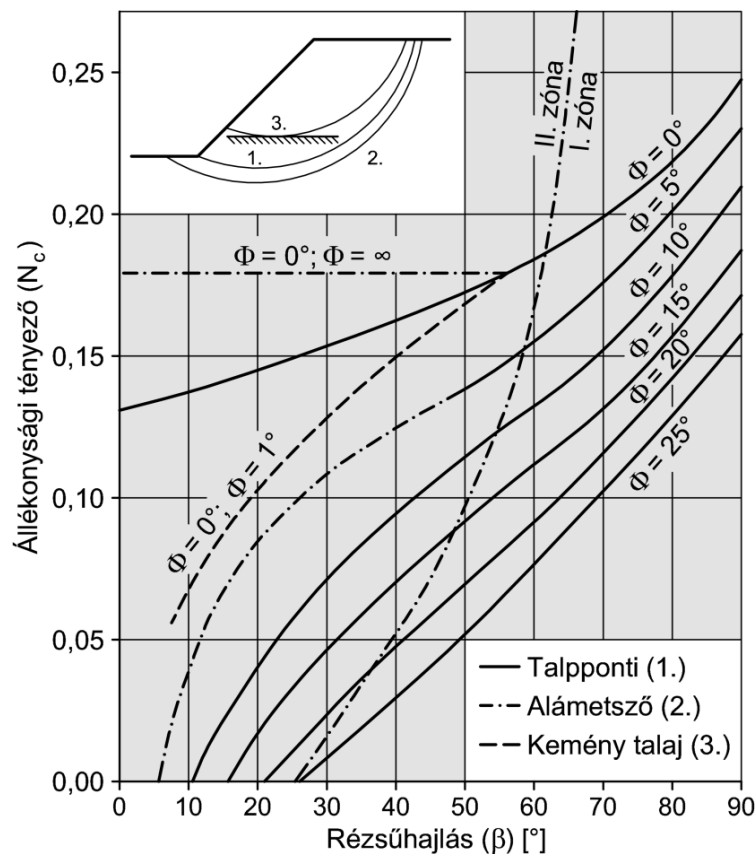
N_c – állékonysági tényező.

Az állékonysági tényező N_c dimenzió nélküli szám, amelynek értékére különböző szerzők különböző szempontokat figyelembe véve adnak meg értékeket. Ezek közül a Taylor-féle változatot ismertetjük, amely a belső súrlódás (φ) nagyságát is figyelembe veszi. A gyakorlat számára is használható végeredmény grafikon formájában áll rendelkezésre, amelyben a függőleges tengelyen az N_c állékonysági tényező, a vízszintes tengelyen a rézsűhajlás (β), a diagramban pedig θ paraméterű görbék vannak ábrázolva.

A c , h , ρ alapján kiszámított N_c állékonysági tényező és a talajra jellemző θ paraméterű görbék segítségével a vízszintes tengelyen a még éppen állékony rézsű hajlásszögét kaphatjuk meg. Fordítva is eljárhatunk, amikor adott β és φ érték mellett meghatározzuk a szükséges N_c értéket, amelyből a szükséges kohézió, illetve a megengedett magasság meghatározható.

Az ábrát egy eredményvonal két zónára osztja: jobb oldali I. jelű zónában kizárólag a talpponti csúszólap veszélyes. A bal oldali II. jelű zónában - amely a laposabb rézsűk tartománya - három eset lehetséges:

- a rézsű és az altalaj homogén, a talpponti csúszólap a veszélyes, amely kissé belemetsz a rézsű altalajába is, a mélységi tényező értéke tehát 1-nél nagyobb;
- a veszélyes csúszólap alámetsző, amely az A talppont előtt fut ki a terepre, kis φ érték ($\varphi < 5^\circ$) mellett fordulhat elő;
- a rézsű talpsíkja alatt olyan keményebb talaj helyezkedik el, amelybe a csúszólap nem tud belemetszeni. Kis súrlódási szögek esetén az A pont fölött a rézsűre kifutó csúszólap keletkezik.

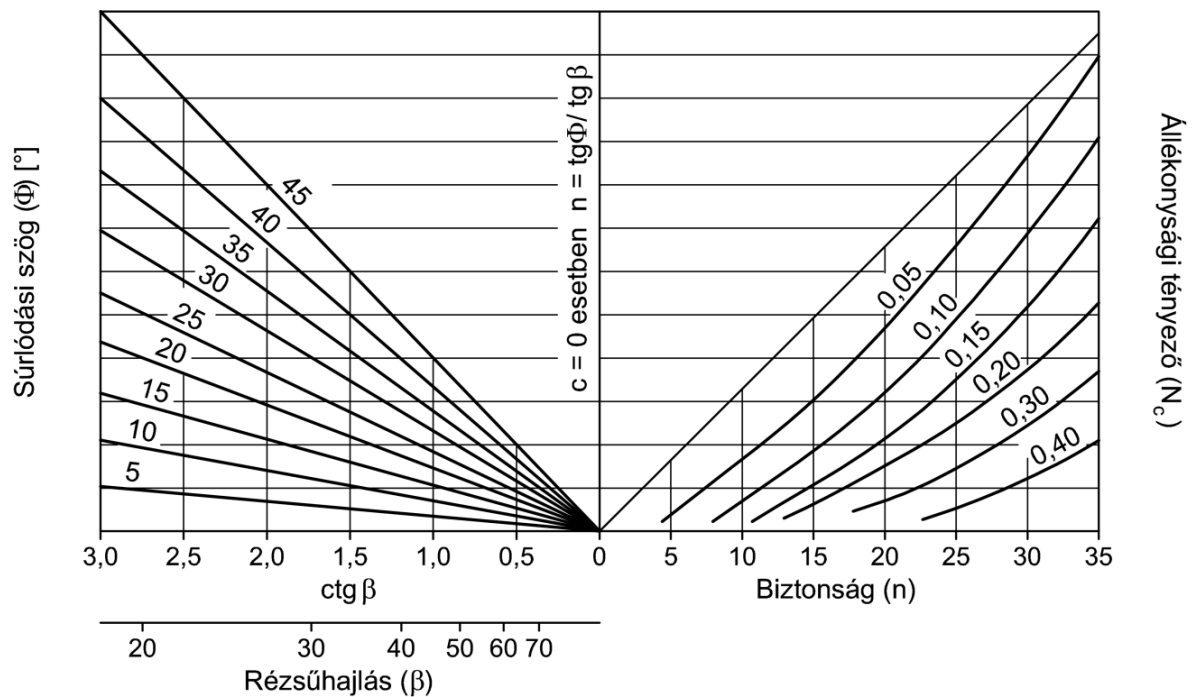


16. ábra: Állékonysági tényező értékei a rézsűhajlás függvényében Taylor szerint

A három eset különböző vonallal van feltüntetve a grafikonban mindig ott, ahol annak előfordulása veszélyes lehet. Az ábrából látható, hogy az A pont alá metsző mélyebben futó csúszólap kialakulása akkor várható, ha $\varphi \approx 0$. Ezért minden esetben, ha homogén talajban alámetsző csúszólapon következik be a csúszás, arra következtethetünk, hogy φ értéke a csúszás idején zérushoz közel állt. (Bartos S. 2006)

Rézsűállékonyság vizsgálata nomogrammal

Szabályos, külső terhelés nélküli, vízszintes felszínű homogén talajú rézsű biztonságát gyorsan meg lehet határozni numerikus megoldás alapján felállított grafikon segítségével is. A nomogramban az adott rézsű biztonságát a rézsűhajlás (β) a súrlódási szög (φ) és a kiszámított állékonysági tényező (N_c) alapján egyszerűen megkaphatjuk. A nomogram felhasználható arra is, hogy az adott talajfizikai jellemzők és biztonság értékéből kiindulva a rézsű geometriai méretét (vagy a magasságot, vagy a rézsűhajlást) meghatározzuk. A módszer a kritikus szakadólap helyét és a kör középpontját nem adja meg, tehát alkalmazása akkor javasolható, ha ezen adatok ismerete a későbbiek során lényegtelen. (Bartos S. 2006)



17. ábra: Rézsűállékonyság vizsgálata nomogrammal

2.3 Támszerkezetek

A közművek, az alapok, a felszín alatti nagyobb létesítmények, a partfalak és a földművek építésekor sok esetben kell tereplépcsőket, függőleges (vagy közel függőleges) földfalakat kialakítani. Ezeket valamilyen szerkezettel meg kell támasztani, hiszen egy földtömeg csak a szilárdságának megfelelő hajlású rézsűs határolás esetén állékony. Ha meredekebb határolás kell, akkor szükség van a fellépő földnyomások felvételére képes szerkezetre.

A támszerkezetek funkciója többféle lehet:

- a munkateret (árkot, gödröt) határoló szerkezetet ideiglenesen, segédszerkezetként készítik, később, a felszín alatti munkatér visszatöltésekor elbontják őket,
- végleges építmények felszín alatti oldalfalaként funkcionálnak, pl. mélygarázsok, aluljárók, alagutak esetében,
- a földműveket, természetes lejtőket stabilizáló önálló szerkezetek, ilyenek pl. a támfalak, a partfalak, stb.

Előnyös, ha egy szerkezet több célt is teljesít, gyakori pl. a széles munkateret olyan szerkezettel való határolása, melyek a végleges szerkezet oldalfalát (sőt a szélső falak alapját) is képezik.

A szerkezetek egyensúlyát biztosíthatja:

- a belső megtámasztás (dúcolatok),
- a szerkezet alsó részének befogása az altalajba (befogott szerkezetek),
- a szerkezet saját vagy a környezetükből bevont földtömeg súlya (támfalak),
- hátrahorgonyzás a megtámasztandó földtömeg mögé (horgonyzott szerkezetek).

Sok esetben e megoldások kombinációja adja az optimumot, gyakoriak pl. befogott és hátrahorgonyzott szerkezeteket. (Szepesházi R. 2008)

A következőkben a diploma témája szempontjából számításba kerülő földművek, és természetes lejtők megtámasztásul szolgáló szerkezetek kerülnek bemutatásra.

2.3.1 Támfalak

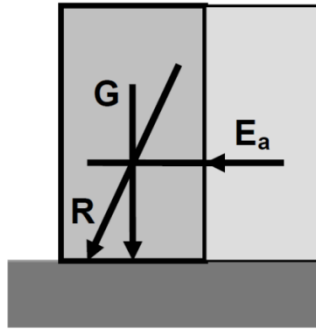
A támfalakat többnyire végleges tereplépcsők kialakításakor, rézsű helyett, helymegtakarítás céljából építünk. Sokféle típusukban az a közös, hogy a földfal nyomását alapvetően a szerkezet saját vagy a földfal egy részének erre felhasznált tömegével ellensúlyozzuk. (Szepesházi R. 2008)

A támfalak alakját, lehetséges szerkezeti kialakítását a következő kritériumok befolyásolják:

- a megtámasztandó földtömeg geometriája
- töltést vagy bevágást kell megtámasztani
- a talaj nyírószilárdsága
- az építkezés helyigénye
- a ható terhek nagysága és típusa
- a megengedhető alakváltozások, különös tekintettel a szomszédos építményekre
- a rendelkezésre álló építési idő
- a rendelkezésre álló építési anyag
- költségek.

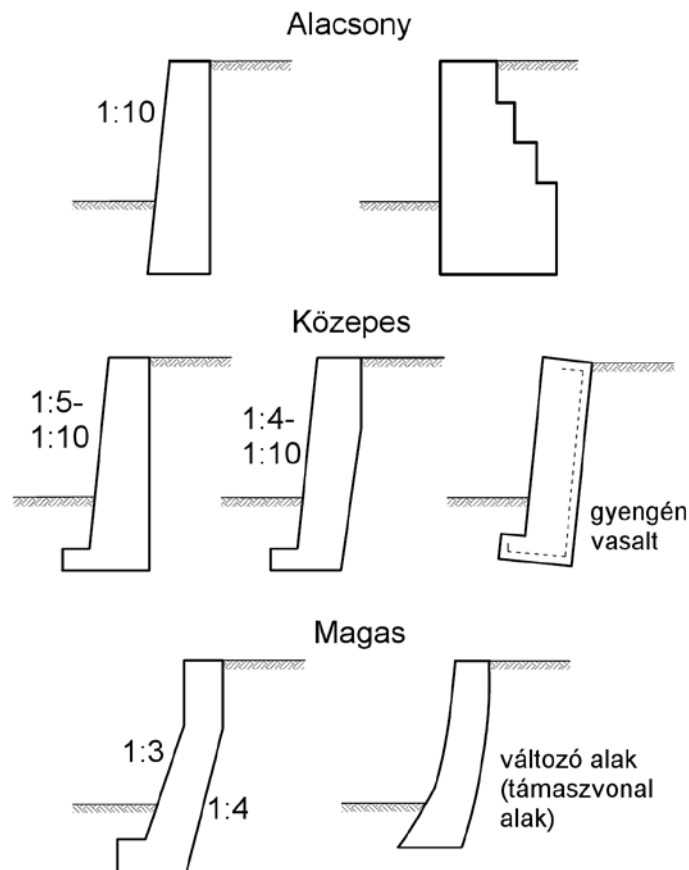
Súlytámfalak, szögtámfalak

Legrégebbi és leggyakrabban alkalmazott támfaltípus, amely a nagy tömegéből adódó tömegelő következtében képes a mögötte lévő földtömeget megtámasztani. A megtámasztott földnyomásához (E) a fal a saját súlyát (G) adja, melyből olyan eredő erő (R) keletkezik, amely nem "túlzottan" ferde, és a fal alapsíkján a sarokponttól elég távol hat. Ennek két követelménynek kell teljesülnie ugyanis ahhoz, hogy a fal (és vele a háttöltés) állékony maradjon.



18. ábra: Súlytámfalak erőjátéka

Építési anyagait a fal alapvető igénybevételeihez, a nyomófeszültségekhez választjuk. Anyaguk szerint lehet terméskő, előregyártott betonelemek betonhabarcsba (esetleg szárazon) rakva, monolit beton, esetleg gyenge vasalással. Az előbbi általában esztétikusabb, az utóbbi általában olcsóbb.



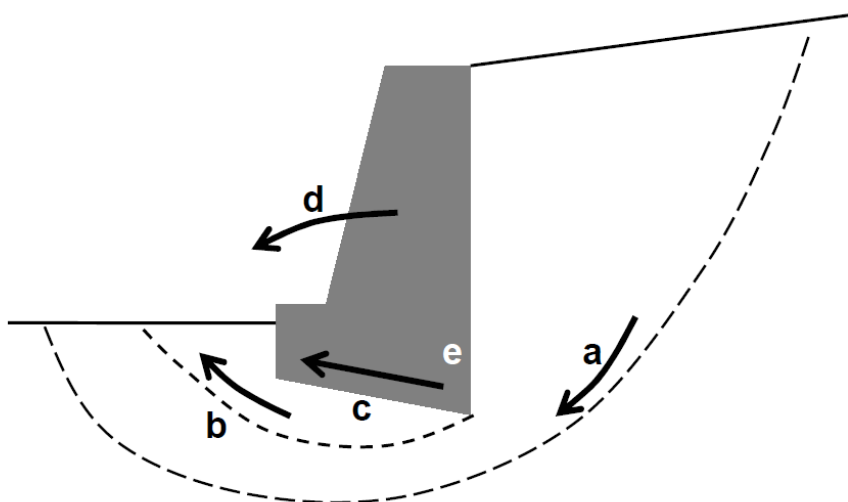
19. ábra: Súlytámfalak típusai

Építése viszonylag egyszerű. 6-10 m hosszú vízszintes szakaszokban készül, hogy egyszerre ne legyen nyitva hosszabb megtámasztatlan földfal, de a hőmozgások is

indokolják a szakaszolást. Ezért a szakaszok között mozgást lehetővé tevő hézagolás szükséges. Ha terméskővel dolgoznak, akkor alul alulról felfalazzák a falat, beton esetén zsaluzat készül. Nagyon fontos a háttöltés gondos víztelenítése, mert ki kell zárni a víznyomás fellépésének lehetőségét. Víznyomásra ugyanis nem szabad méretezni a falakat, mert abból óriási méretek adódnának. A hagyományos megoldású hátszivárgó úgy készül, hogy alulra, a bedöngölt agyagra egy betonfolyóka vagy egy perforált műanyagcső kerül. Erre töltik a kavicstestet, melyet geotextíliával választanak el a termett, ill. visszatöltött talajtól. Sok helyütt szűrőbeton elemekből építik fel a szivárgótestet is. A háttöltés egy része mindig visszatöltéssel készül, ennek a gondos tömörítésre nagy gondot kell fordítani, de el kell kerülni a túltömörítést, hogy ne lépjenek fel jelentős tömörítési nyomások.

A statikai tervezés szempontjait a következő ábra foglalja össze.

	KÁROSODÁSI VESZÉLY	VIZSGÁLATI MÓDSZER	SZERKEZETI VÁLTOZÁS
a	általános stabilitásvesztés	részűállékonyság	a fal mélyítése
b	alaptörés	síkalapterherbírás	alapszélességnövelés
c	elcsúszás	erők egyensúlya	alapsík hátradöntése
d	elbillenés	nyomatéki egyensúly	forgáspont előretolás
e	falszerkezet repedése	feszültségeloszlás	szélesítés előre és lefelé

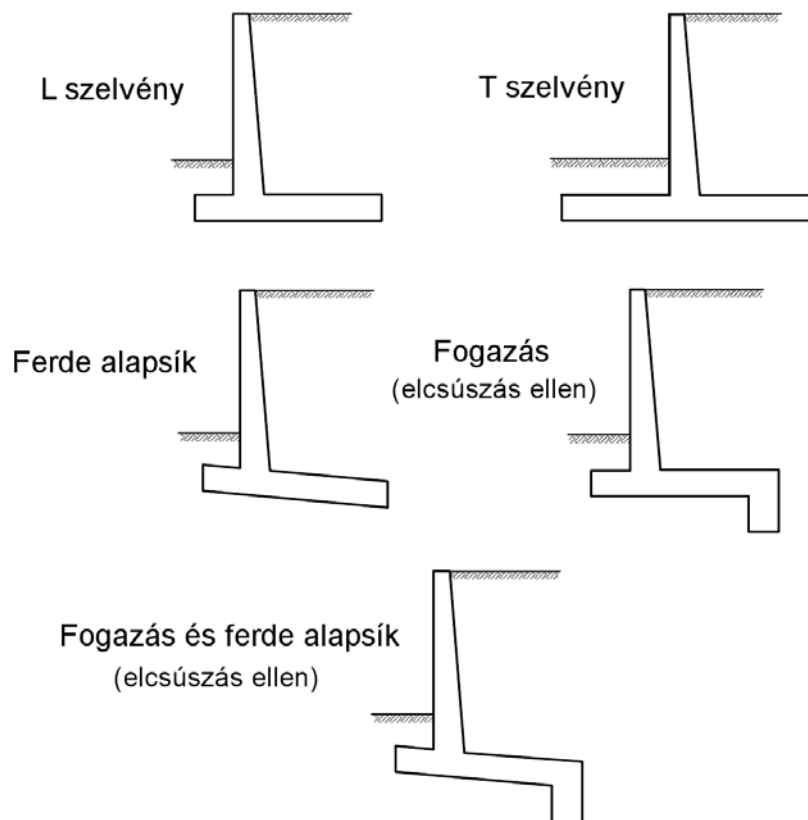


20. ábra: Súlytámfalak statikai méretezése

Általában célszerű felvenni valamilyen méretet és alakot, ezután kell a fal terhét, a földnyomást meghatározni. A támfal méreteinek, különösen az alapozási mélységnek akkorának kell lenni, hogy a fal teljes tereplépcső állékonyságát biztosítsa, azaz bármely mélyebb csúszólapon való elmozdulással (a) szemben is kellő biztonságnak kell lennie.

Ha nem elégséges a biztonság, akkor mélyebbre kell vinni a falat, hogy ezzel a mértékadó csúszólapot lejjebb kényszerítsük, ahol már geometriailag jobb a helyzet, vagy a talaj.

A szögtámfalak vékony, vasbeton szerkezetek, melyek gyakorlatilag csak töltések megtámasztására épülnek. A stabilitásukat nagy részben a vízszintes talp fölé visszatöltött földtömeg súlya biztosítja. Merevítés céljából a függőleges és a vízszintes elemeket azokra merőleges bordákkal kapcsolják össze. Háttöltését szemcsés anyagból készítik, így a víztelenítése egyszerűen megoldható. Keresztmetszeti kialakításukból adódóan a háttöltést is bevonják az erőjátékba. Ma már a szögtámfalak kiszorulóban vannak. (Szepesházi R. 2008)



21. ábra: Szögtámfalak típusai

Erőtani követelmények méretezéskor

- **Teherbírási követelmény:**
A szerkezet tönkremenetelt okozó károsodások nélkül viselje el a ráháruló terheket, az alap alatti talajtöréssel szembeni biztonsága is megfelelő legyen.
- **Helyzeti állékonysági követelmény:**
A szerkezet nem boruljon ki, ne csússzon el, ne ússzon fel.

- Alakváltozási követelmény:

A létrejövő alakváltozások nem idézhetnek elő az építményre, vagy a szomszédos építményekre káros hatásokat.

Az erőtani feltételi követelmény igazolása

Az alapegyenlet

$$k = \frac{Q^{(-)}}{Q^{(+)}}$$

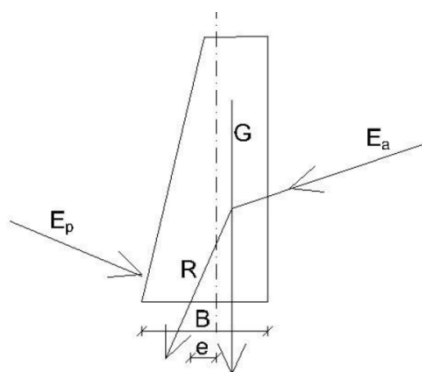
ahol: $Q^{(-)}$ - a teherbírást vagy állékonyságot biztosító erő vagy hatás mértékadó alsó szélsőértéke (erők, ill. hatások szorozva α_c csökkentő tényezővel)

$Q^{(+)}$ - a teherbírást vagy állékonyság ellen működő erő vagy hatás mértékadó felső szélsőértéke (erők, ill. hatások szorozva α_n növelő tényezővel)

k - a követelmények kielégítését biztosító tényező ($k \geq 1$)

Súlytámfalak keresztmetszeti méretezése

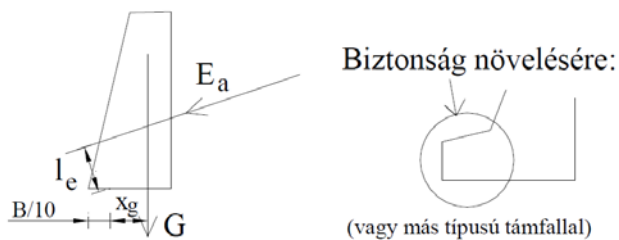
Követelmény: az eredő erő külpontossága $e \leq B/6$ legyen (belső magon belül hasson, ne legyen húzás), ill. húzófeszültséget is felvevő falaknál $e \leq B/3$ lehet.



23. ábra: Eredő erő külpontossága

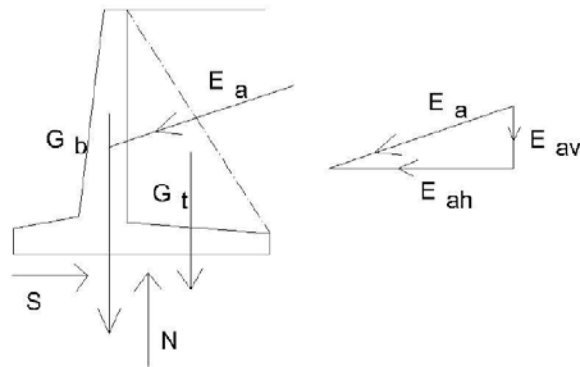
Helyzeti állékonyság biztosítása (súly- és szögtámfalak esetén)

Vizsgálat kiborulásra

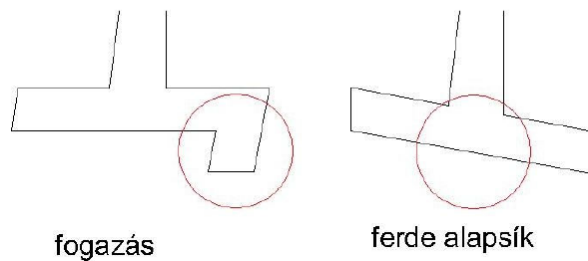


24. ábra: Kiborulás

Vizsgálat elcsúszásra



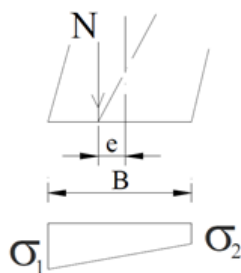
Biztonság növelése:



$$S = N \cdot \tan \delta = (G_b + G_t + E_{av}) \cdot \tan \delta$$

25. ábra: Elcsúszás

Az alap alatti talajra jutó feszültségek



$$e = B/6$$

$$e_{max} = B/3$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{N}{B} \pm \frac{M}{K}$$

$$M = N \cdot e$$

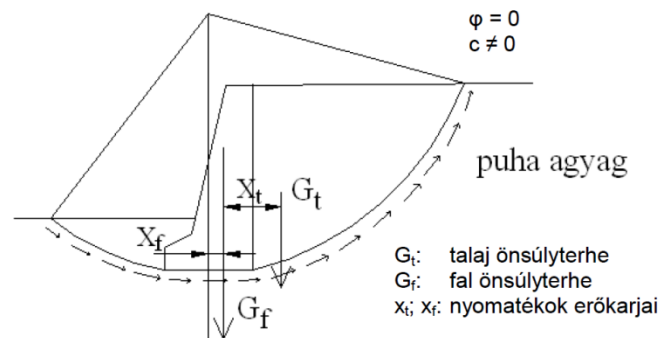
$$\sigma_1 \leq \sigma_{Htalaj}$$

26. ábra: Feszültségek a talpponton

Vizsgálat alaptörésre

Ha a támfal környezetében lévő talaj nyírószilárdsága kicsi – vagy az alapsík alatt található ilyen talaj – a támfal alaptörés miatt is tönkremehet. Alaptörésnek nevezzük a támfal alatti talajban létrejövő körhengeren, vagy puha réteg miatt kialakuló összetett

csúszólapon bekövetkező törést, a támfal és a talajtömeg együttes állékonyságvesztését. (Kovács M. 2009)



27. ábra: Alaptörés

Támfalak tervezése, építése

A támfalakat célszerű száraz évszakban építeni, mert a felázott alapgödörbe elhelyezett alaptest és az átázott háttöltés csúszásveszélyt jelenthet.

Kivitelezés során különösen ügyelni kell az alábbiakra:

- támfalat teherbíró rétegre alapozzuk,
- a visszatöltést és a támfal háta közötti szivárgó gondos kivitelezése,
- a visszatöltés anyagát meg kell vizsgálni és rétegesen tömörítve beépíteni.

A támfalak tömegük miatt a beton zsugorodásából és a hőmérsékleti hatásokból méreteiket változtatják. A támfal betonja olyan legyen, hogy zsugorodási repedések ne keletkezzenek. A homlokfelület sima kell legyen, a beton pedig feltétlen fagyálló. Nagy nyomószilárdság, ill. nagy kezdeti szilárdság nem szükséges.

A támfalaknál hézagokat kell alkalmazni:

- a hőmérsékletváltozási és zsugorodási repedések miatt,
- az egyenlőtlen süllyedésekből származó hatások kiküszöbölésére,
- a betonozási szakaszok lehatárolására.

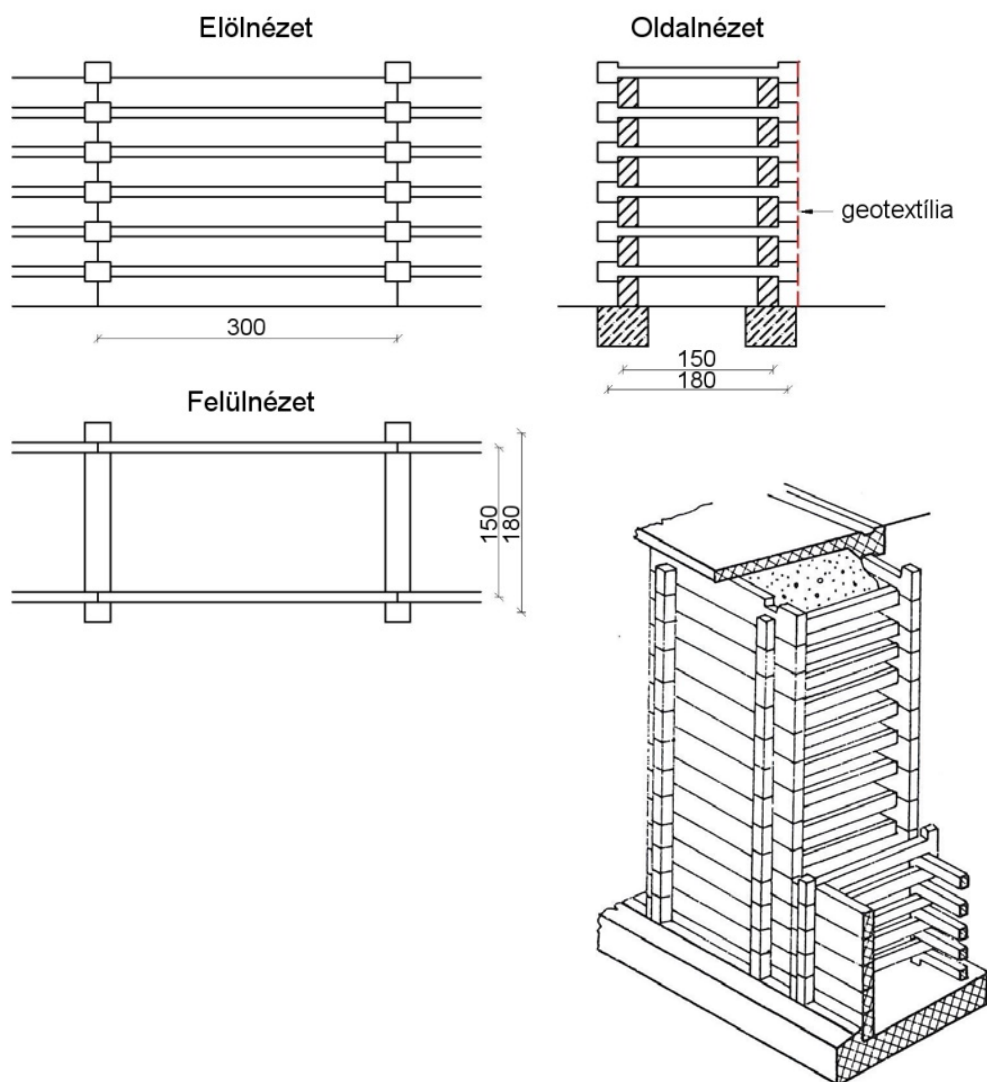
A terjeszkedési hézagok általában függőlegesek és a talptól a támfalkoronáig végigmennek. A munkahézagok általában vízszintesek és az alap és felmenő fal között lépcsőzetes kialakításúak.

A támfalak állékonyságának igen fontos tényezője a háttöltés víztelenítése, melyről szivárgók beépítésével gondoskodunk. A víztelenítés egyrészt a felszíni csapadékvizek elvezetését, másrészt a háttöltés drénezését jelenti.

Nem megfelelő víztelenítés esetén a háttöltés anyaga megduzzadhat, a háttöltésbe jutó vizek áramlási nyomást keltenek, pórusvíznyomás is kialakulhat. Ha a háttöltésbe jutó víz megfagy, jégencsék keletkezhetnek, a fal pedig kifagyhat. (Takács A.)

Máglyafalak, rácsfalak

A rácsfal, vagy máglyafal a súlytámfal egyik fajtája. Előregyártott elemekből készített térbeli rács, szemcsés talajokkal (kőzettel) vagy földdel kitöltve. A rácsok anyaga lehet fa, vasbeton, vagy acélgerenda.



28. ábra: Máglyafal szerkezete

Bartos szerint a szerkezet előnye, hogy nem érzékeny süllyedéssel szemben, rövid építési idejű, előregyártott és újrafelhasználható. Hátránya, hogy csak 4 méter feletti magasságtól gazdaságos. (Bartos S. 2006) Azonban a gyakorlat azt mutatja, hogy csak kis mozgáskülönbségekre nem érzékeny, nagyobbak esetén komoly tönkremenetek

következhethetnek be. A tapasztalatok szerint építése legfeljebb 5 méterig gazdaságos, és inkább takarófal céllal létesítendő, mintsem támfalként. Erőjátéka, nehezen modellezhető, pontos statikai viselkedése így bizonytalanul számítható ki. Fontos, hogy megfelelő teherbírású, ellenőrzött altalajra kerüljön megépítésre, lehetőleg kőzet környezetben.



29. ábra: Máglyafalak

Tekintettel arra, hogy a vasbeton gerendák közeit általában nagy hézagterefogatú, kavicsal, vagy homokos kavicsal töltik fel, így az eredeti termett talajhoz képest kisebb tömegű szerkezetet kapunk. Ezért is inkább takarófalként funkcionálnak, mintsem földmegtámasztó szerkezetként.

Méretezését tekintve itt is elmondhatjuk, mint általában a súlytámfalaknál, hogy ökölszabály szerint a szerkezeti magasságnak hozzávetőlegesen a 2/3-a kell legyen az alapszélesség. Ezen elv a gazdaságosságát is alapvetően meghatározza.

Gabion falak

Gabionoknak nevezzük a kővel töltött sodronyfonalas szekrényelemekből összeállított földmegtámasztó szerkezeteket, vagyis dróthálóból összeállított olyan konténer (drótkosár vagy kőkosár), amely különféle töltőanyaggal tölthető és rendszerre építhető, így szinte végtelen felhasználási lehetőséget kínál. A sásból, vesszőből font és iszappal vagy kővel és földdel kitöltött kasokat már több ezer éve használják folyók

partvédelmére, várak erősítésére. A kasokat az olasz gabbione (nagy kas) szóból eredően nevezik ma gabion szerkezetnek.

A háló összekötésének típusát tekintve létezik fonott és masszívabb, hegesztett hálóból készülő gabion. A gabion oldalait alkotó drótháló táblákat drótspirállal vagy klipsszel rögzítik egymáshoz. Annak kiküszöbölésére, hogy a töltőanyag betöltése után a gabion oldalai kipúposodjanak, azaz a gabion „kihasasodjon”, a szemközti táblákat összekötik. Nagyobb gabion esetén a rövidebb oldalakkal párhuzamos merevítő dróthálót, úgynevezett diafragmát is elhelyeznek a gabionban.

A gabion bármilyen formában elkészíthető, a legjellemzőbb az oldalanként fél méter hosszú, szabályos kocka alakú, illetve a kétszer ekkora, egy méter magas gabion. Ezek anyaga kiemelkedően tartós, cink vagy cinkalumínium horganyozású acélhuzal, akár UV-stabil PVC-bevonattal. A gabion töltésére tetszőleges töltőanyag választható, jelenleg a kő a legelterjedtebb erre a célra. Messziről meghatározzák a gabion rendszer látványát a töltésére használt színes kövek, amelyek mérete a drótháló szerkezetének sűrűségétől függ.

Főbb előnyei:

- időtálló, tartós, hosszú távra szóló masszív megoldás;
- a gabionok rugalmasan illeszkednek egymáshoz, és az alap mozgásait képesek repedésmentesen áthidalni;
- a gabion jó a vízáteresztő képességű, fagyra érzéketlen;
- többnyire nincs szükség semmilyen speciális alapozásra;
- gazdaságosabb megoldás, mint a hagyományos beton és vasbeton konstrukciók;
- egyszerűen és gyorsan építhető: egy gabion rendszer megépítése nem igényli speciális technológia alkalmazását, sem különleges kivitelezési szakismeretet, így a kivitelezési idő jelentősen csökkenhet;
- a gabion gazdaságosan tárolható és szállítható, mivel összezsugorolva helyigénye csekély;
- ideiglenes szerkezetek is kialakíthatók gabion alkalmazásával;
- nincs szükség befejező burkolásra a natúr kő használata miatt;
- változatos formák, különleges megoldások is megvalósíthatók gabion technológiával;
- környezettudatos rendszer, hiszen a gabion a természetes környezethez jobban illeszkedik, mint például a beton medrek és támfalak;
- a hulladék anyagok a gabion technológiával újrahasznosíthatók;

- lehetőség van a helyben rendelkezésre álló töltőanyagok használatára;
- helyi munkások, önkéntesek, közmunkások is építhetik, nem szükséges speciális szaktudás;
- zöldfalak, növényfuttatók kialakítására a statikai feladatok végrehajtásával párhuzamosan is alkalmas.

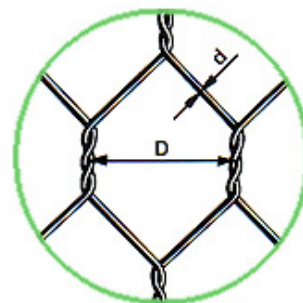
A gabion kosarak feltöltése minden esetben az építés helyszínén történik. Az elkészült teljes gabion szerkezet így a tömegénél fogva biztosítja például meredek rézsűk állékonyságát. Ez a gabion egyik jellemző felhasználási módja, amikor támfalként épül gabion fal – jóval egyszerűbben és olcsóbban, mint egy hagyományos betonfal, amit általában kivált, és nem utolsósorban, látványában is felülmúlja azt.

A meder- és támfalépítési költség harmadára csökkenthető gabion technológia alkalmazásával.

További gabion alkalmazási terület a környezet- és árvízvédelem, folyók, vízpartok védelme, mederburkolatok kialakítása úgynevezett gabion matracokkal, azaz nagy alapterületű, de lapos gabion szerkezetekkel. Ezenkívül többek között kertek, épületek díszítésére, burkolására, sőt épületelemként, valamint kerítés és térelválasztó, átlátásgátló és zajvédő fal építésére is népszerű a gabion.

Műszaki jellemzők:

- Az acélhálók anyaga: 372-540 N/mm² szilárdságú acélhuzal (EN 10218-2 illetve BS1052/80 szerint) (közelítően megegyezik az MSz EN 10025:1998 szerinti S 235 J 2 G3 jelű acél anyaggal)
- A hegesztett gabion drótháló osztása általában 76,2x76,2 milliméter, illetve kisebb töltőanyag esetén 50,8x50,8 milliméter.
- Gyakran használt drótátmérők: 2,2; 2,7; 3,0; 3,8; 4,55 milliméter.
- Szabványos gabion kosárméretek méterben: 0,5x0,5x0,5; 1,0x0,5x0,5; 2,0x0,5x0,5; 2,0x1,0x0,5; 2,0x1,0x1,0; 6,0x2,0x0,3.



30. ábra: Gabion drótháló méretek

Építéstechnológiáját tekintve a kifejtett gabiont sík talajon, vagy szerelőpadon kifeszítik és ketrec alakúra formálják, majd a beépítés helyén felállítják és terméskövel megtöltik.

A módszer ott lehet gazdaságos, ahol az építkezés közelében valamilyen hulladékkő, görgeteg, vagy betonkő áll rendelkezésre. A gabionok előnyei, hogy gyorsak készíthetők, kevés kézi munkaerőigény, erősen vízáteresztők, így a nedves háttöltést kiszárítják, hajlékonyak és az alakváltozást könnyen felveszik, nem igényelnek fagyhatár alá érő lapokat, süllyedésre nem érzékenyek és gazdaságosak. (Bartos S. 2006)



31. ábra: Gabion fal

Hátrányaként megjegyzendő, hogy ahol nem kőzet típusú talajban létesül, ott vélhetően nem lesz gazdaságos. Más talajkörnyezetben a megfelelő víztelenítés érdekében jelentős talajcsere szükséges a tönkremenetel megelőzése érdekében. A gabion falak nagyon vízérzékenyek, így mind a háttöltés, mind az alaptest víztelenítéséről gondoskodni kell.

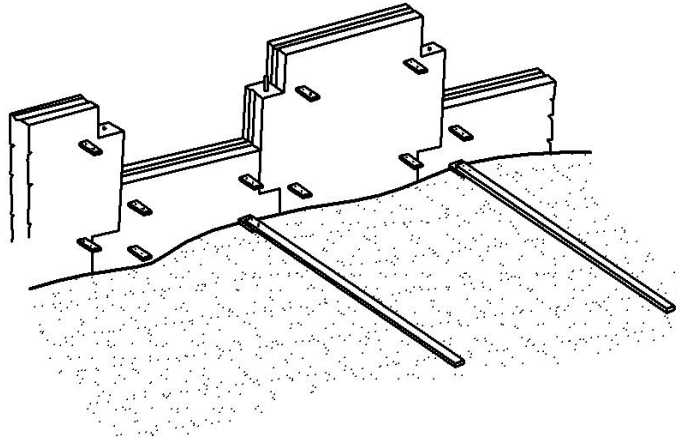
Vasalt talajtámfal

Egyre szélesebb körben kerülnek alkalmazásra az ún. erősített talajszerkezetek. Ezek a támszerkezetek kihasználják a talaj szilárdságát, bevonva azt a szerkezet erőjátékába. A talajt vízszintes rétegekben elhelyezett fémbetétekkel erősítjük, mely anizotróp földszerkezetet eredményez. A támfal homlokfalát általában előregyártott vasbeton elemek zárják le. A tervezés menete a súlytámfalaknál megismertekhez hasonló, mert ez a szerkezet is az önsúlyával támasztja meg a háttöltés földtömegét.

Előnye, hogy építési ideje nagyon rövid, alacsony az élőmunka igény, magas fokú gépesíthetőség, nagy süllyedésekkel szemben való érzéketlenség, a szerkezet alakváltozása csekély, korlátlan magasságban építhetők, az anyagok visszanyerhetők, előregyártási lehetőség.

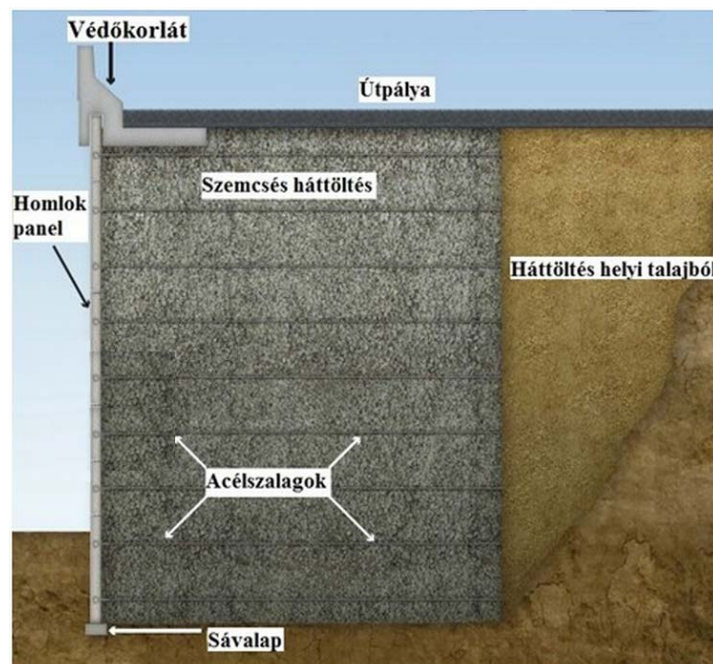
A vasalásra előkészített talaj bizonyos fizikai és kémiai tulajdonságoknak kell, hogy megfeleljen. Ezek közül a legfontosabb a megfelelő belső súrlódási szög ($\varphi > 25^\circ$), jó tömöríthetőség ($Tr_p > 90^\circ$), továbbá fontosak azon kémiai tulajdonságok, melyek a

fémbetétek korróziójánál szerepet játszanak. Betétként elsősorban acél, alumínium és műanyagbetétek használatosak.



32. ábra: Vasalt talajtámfal építésének egyik módszere (Telescope)

A vasalt talajt a szabad oldalon homloklapelemek zárják le, melyeknek anyaga, kialakítása igen változatos lehet. A legelterjedtebb építési módszer az ún. Telescope eljárás, melynek a fő folyamatai: az előregyártott alaptest helyének kiemelése és az alaptestek elhelyezése, az első homlokelem pontos beállítása, a földterítés tömörítéssel, a szalagelhelyezés, összekapcsolása a homlokelemmel, újabb földkiemelés, tömörítés, szalagelhelyezés, majd utómunkák. (Bartos S. 2006)



33. ábra: Vasalt talajtámfal szerkezete

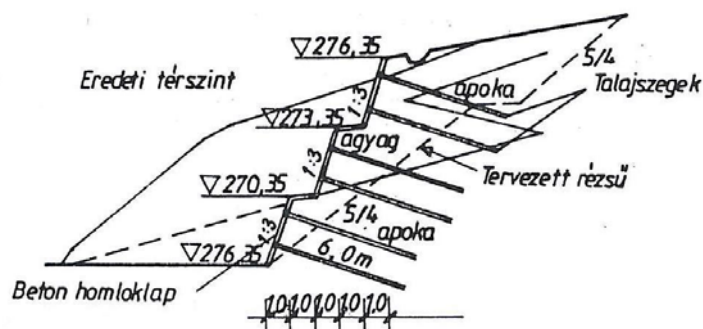
A gyakorlati tapasztalatok szerint a műanyag szalagos technológia nem minden esetben viselkedett megfelelően. Egyes esetekben a szalagok rögzítési technológiája a szalagok elnyíródáshoz vezetett, így jelentős méretű károsodások következtek be. A korrózió ellen is kellően védett és méretezett acélszalagos megoldás azonban bizonyítottan alkalmas támfal építésére.



34. ábra: Vasalt talajtámfalak

Szegezett talajtámfal

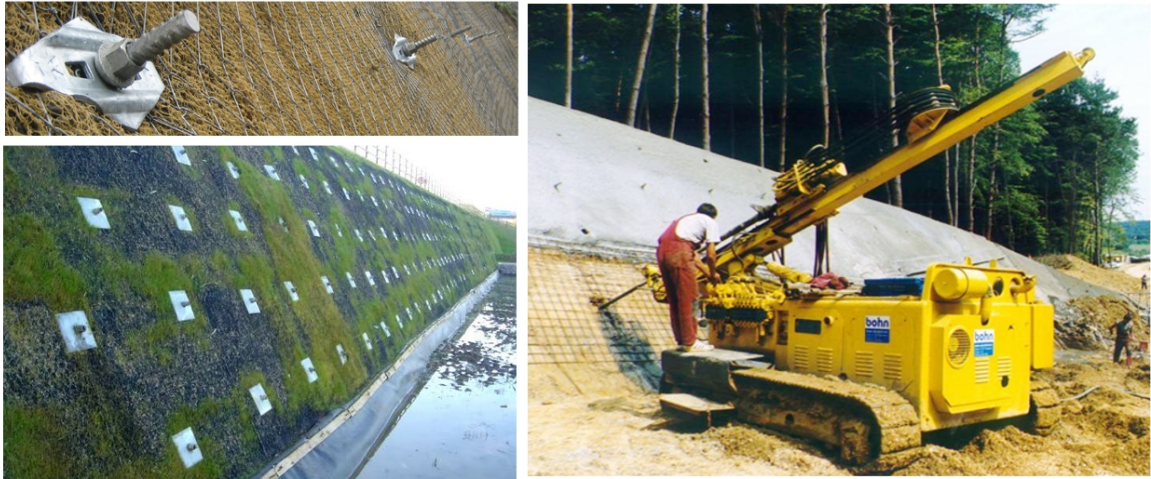
A vasalt talajszerkezetre a szemcsés talaj alkalmazásával alulról felfelé való építési mód jellemző, míg a talajszegelésnél a föld fejtése és a szabad földfelület biztosítása felülről lefelé halad. Az így kialakított közel függőleges földfalba szegeket építenek be furatokon át, vagy sajtolással, vibrálással, melyeket injektálással rögzítenek (34. ábra). (Bartos S. 2006)



35. ábra: Talajszegek elhelyezése

Talajszegezés előnyei például a rövid befogási hossz, kis építési helyigény, gyors építés, nagyobb felszíni alakváltozás lekövetésére alkalmas, költséghatékony. A talajszegezésre

alkalmas talajtípusok a merev, kemény finomszemcsés talajok, a tömör szemcsés talajok megfelelő kohézióval. Alkalmatlanok a száraz gyenge kohézió nélküli talajok, a puha finomszemcsés talajok, a szerves talajok. (Móczár B.)



36. ábra: Talajszegek

2.3.2 Ideiglenes vagy végleges, befogott vagy hátrahorgonyzott szerkezetek

Szádfalak

A szádfalak vízzáró (hornyos) kapcsolattal rendelkező, főként acélanyagú szádpallókból állnak, melyeket veréssel, vibrálással, sajtolással hajtanak az alsó szint alá, hogy kellő befogást biztosítsanak. Gyakran hátra is horgonyozzák (vagy belülről kitámasztják) őket.

A pallók hullámvonalúak, hogy inerciájuk nagyobb legyen, de vannak egyenes elemek is. Néha használnak fa és vasbeton pallókat is.

A veréshez általában Diesel- vagy hidraulikus üzemű verőeszközöket használnak, de szemcsés talajban a vibrátor hatékonyabb lehet. 4-6 elemet egy táblában, s az egymás melletti táblákat lépcsősen hajtják le, így nem feltétlenül szükséges állványt, vagy megvezetést kiépíteni. Újabban a zajcsökkentés érdekében az elemekre zajárnyékoló hengert tesznek, illetve sajtolással próbálkoznak (36. ábra).



37. ábra: A szádpallók lehajtásának a módszerei

Alkalmazásának feltétele, hogy a leverést a talaj vagy épületmaradványok ne akadályozzák meg. Ideiglenes munkatérhatárolásként akkor előnyös, ha talajvízben mélyül a gödör, és ezért vízkizárás is szükséges. Gyakori a vízépítési alkalmazásuk is, pl. kikötők, mólók partfalaként. Újabban közlekedési pályák mentén végleges szerkezetként is készítik, korrózióvédelemmel ellátva, ill. érdekes színezéssel és kiegészítő megoldásokkal javítva esztétikai megjelenését. (Szepesházi R. 2008)

Résfalak

A résfalak általában 60 cm széles, nagy mélységig lenyúló táblákból csaknem tetszőleges hosszban készíthető, általában vasbeton anyagú falak, melyekhez a talajt speciális gépekkel emelik ki, miközben a rés beomlását bentonitsuszpenzió gátolja meg.

Földmegtámasztó falként elsősorban akkor jön szóba, ha

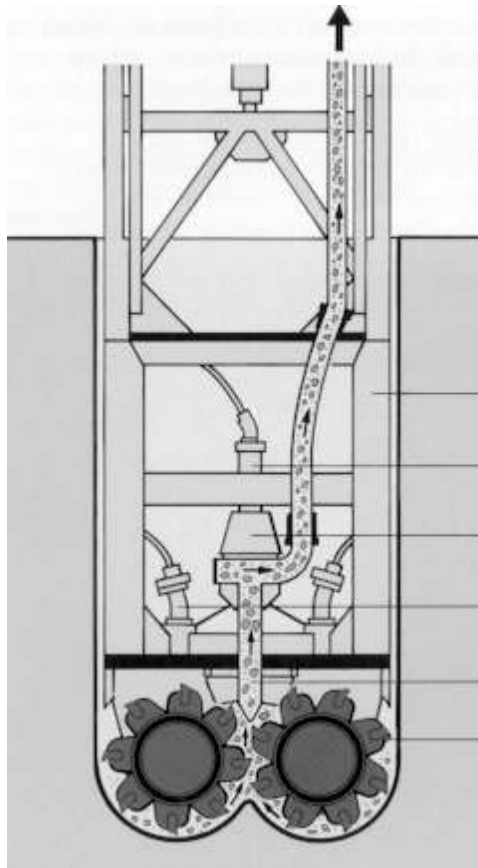
- az ideiglenes munkagödörhatárolás meglévő épület mellé kerül, és vízzárás is szükséges;
- a résfal a felszín alatti szerkezet (aluljáró, alagút, mélygarázs,) végleges oldalfala is lesz.

Ritkábban lejtők stabilizálására és partfalként is épül földmegtámasztás céljából.

Egyéb alkalmazási területei közül kiemelendő:

- az utólagos vízzárás, mely pl. gátak alatti szivárgás megakadályozását, ill. talaj- és talajvízszennyezések lokalizálását szolgálhatja,

- az alapozási szerkezetként való építése.



38. ábra: A folyadékszállítás, marótárcsás réselőgép (hydrofráse)

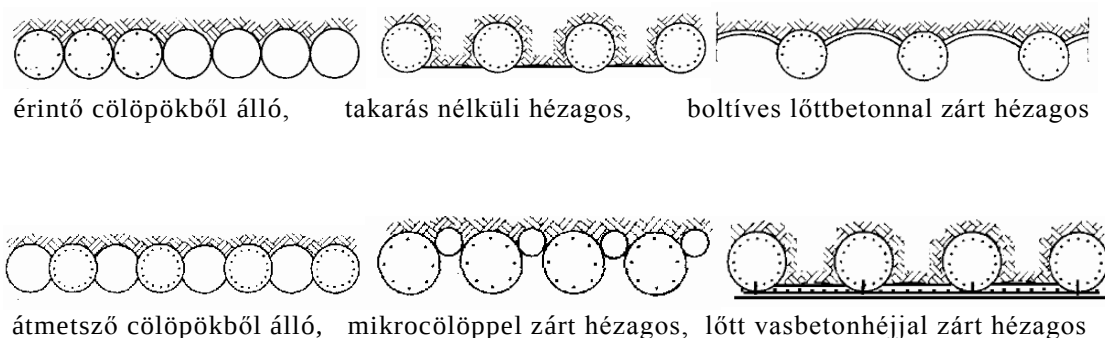
A résfal költséges, ezért általában csak akkor előnyös, ha több feladatot is ellát. Hátránya még, hogy nagy felvonulási területet igényel, s a hulladékként keletkező bentonitos zagy elszállítása és elhelyezése problematikus lehet.

Mind többször vetik fel azt is ellene, hogy véglegesen átalakítja a felszín alatti vízáramlásokat, ami káros következményekkel járhat. (Szepesházi R. 2008)

Cölöpfalak

Egymás mellé, sorban, általában fúrással lehajtott cölöpökből a résfalakhoz hasonló földmegtámasztó szerkezet készíthető, mely sok esetben előnyösebb is lehet a résfalnál. Készítése ugyanis egyszerűbb, kisebb a helyigénye, s a cölöpöző gépek lejtős terepen is fel tudnak állni. A foghíjbeépítéseket illetően pedig az szól mellette, hogy kevésbé veszélyezteteti a meglévő épületek alapjait, mert a cölöpfurat állékonysága könnyebben biztosítható.

Vízzárósági igény esetén viszont a résfal helyezhető előtérbe, bár - mint látni fogjuk - zárt cölöpfal is előállítható.



39. ábra: Cölöpfaltípusok

Egymást érintő cölöpökkel akkor dolgoznak, ha a talaj önmagában egyáltalán nem állékony, ha nincs vízzárósági igény, de statikailag szükséges a sűrű kiosztás. A tengelytávolságot az átmérőnél 5-10 cm-rel nagyobbra választják, így a fúrt cölöpök gyakorlatilag összezáródnak, közülük még a homoktalaj sem pereg ki, viszont a víz átszivároghat.

Egymást átmetsző cölöpökkel vízzáró fal készíthető. Előbb a vasalatlan cölöpöket készítik, majd közéjük ~10 cm átharapással a nyomaték elbírására vasalt második sort. Hézagos cölöpsort célszerű építeni, ha nincs vízzárósági igény és a kedvező szilárdságú talaj miatt kevesebb cölöp is elég. A cölöpök közötti földfalat illetően többféle megoldás jöhet szóba:

- takarás nélkül marad a talajfal,
- boltívben kibontják a talajt és a cölöpökre támaszkodó (lőtt) betonboltív készül,
- a cölöpök közé záró betoncölöp készül, esetleg megszilárdítják a talajt,
- a gödör felőli külső síkban készül – a cölöpökbe bekötött vasalással - (lőtt) betonháj.

A cölöpfalakat szinte mindig talajhelyettesítési technológiával, 50-80 cm átmérővel készítik.

Fúrással, esetleg markolással emelik ki az üreget, a legelőnyösebb furatbiztosítás a béléscsővezetés lehet. Ez azon túl, hogy teljes biztonságot nyújt a szomszédos építmények számára, a legszebb köpenyfelület előállítását teszi lehetővé. Ez fontos lehet esztétikai szempontból, ill. a falhoz kapcsolandó szerkezetek tekintetében. A béléscsővezetés viszont általában megdrágítja és lassítja a munkát, ezért gyakoribb a folyamatos (végtelen spirállal készített) cölöp, melynek külső felületére esetleg utólag

lőtt beton kiegyenlítés kerül. A cölöpök együttdolgoztatását egy kb. 1-1,5 m magas fejgerendával biztosítják, melynek vasalását a cölöpökéhez kell kötni.



40. ábra: Takarás nélküli hézagos cölöpfal

A cölöpfalakat általában hátra kell horgonyozni. A horgonycsatlakoztatás lehetőségei:

- a horgonyok a fejgerendához csatlakoznak,
- mindegyik vasalt cölöpöt átfúrnak egy horgonnyal,
- két-két cölöp közé kerül egy horgony, s ezeket hevedergerenda kapcsolja össze.

(Szepesházi R. 2008)

2.4 Geoműanyagok használata a támszerkezeteknél

Geoműanyagok valamely hiányzó talajtulajdonság pótlására kerülnek a földműbe. A 90- es évek óta rendkívüli mértékben elterjedtek a következők:

- a geotextiliákat (szőtt, nem-szőtt) elsősorban a különböző talajrétegek elválasztása, ill. az áramló, szemcséket szállító víz szűrése céljából, másodsorban a síkjukban való vízvezetés és pl. rézsűk vagy szigetelő membránok felületvédelmének biztosítására építik be, szőtt változataik pedig talajerősítésre is alkalmasak,
- a georácsok a talaj erősítését, "vasalását" szolgálják: húzóerők felvételére teszik képessé a talajt, s így a töltések állékonyságát biztosíthatják meredekebb hajlások és rossz altalaj esetén is, illetve támszerkezetekben,
- a geoszalagok szintén talajvasalási céllal készülnek, elsősorban a vasalt földtámfalas

szerkezetekben, de másutt is,

- "végtelen" műanyagszálakkal is próbálkoznak: keverőgépben összekeverik a talajt a műanyaggal, s az így képződő vályogszerű anyagot építik be,
- a geohabok 0,2 g/cm³ sűrűségű, 0,5-1,0 m oldalméretű testek, melyekből könnyű töltés építhető,
- a geocellákat a koronaélnél leszögezve a cellákat humuszcémmel kitöltve építik be a rézsúk erózióvédelmére, de erősebb változataik a terep járhatóságát is javíthatják, illetve a töltések talperősítését is szolgálhatják,
- a geohálók egymást keresztező lágy műanyagrudak gyenge összehegesztésével készülnek, (szilárdságuk ezért gyenge,) erózióvédelemre és geotextíliával egybeépítve drénázásra használatosak,
- a geosznyegek műszálak véletlenszerű összegubancolásával és összepréselésével készülnek erózióvédelemre és geotextíliával egybeépítve drénázásra,
- a drénszalagokat vagy a drénlemezeket drénázási funkcióra készítik geotextília rétegekből és a távtartásukat biztosító elemekből,
- a bentonitpaplan két geotextília közötti bentonitpor, mely megduzzadva szigetelésre alkalmas elemet eredményez,
- a geomembránok, -fóliák mindenekelőtt hulladéklerakók, mesterséges tavak szigetelőrétegeként, esetleg bizonyos talajzónák lezárására kerülnek be a földművekbe.



41. ábra: Georácsok (Tóth G.)

A rézsúk védelmére az említett geoműanyagok mellett más burkolóanyagok is szóba jönnek, úgy mint:

- a monolit beton (lőtt beton, cementtejes bevonat) inkább csak gyors kármegelőzésként, ideiglenes megoldásként, mert esztétikailag elfogadhatatlan,
- a betonelemek (lapok, "főbeton", nagyobb bordás elemek) homokos kavicsba és/vagy sovány betonba fektetve adnak kevésbé merev burkolatot, de költségeik és a fagykár veszélye miatt kizszorulóban vannak,

- a kőburkolat (habarcsba rakva, gabion hálóbba fektetve, csak ömlesztve) tájba illő megoldás lehet, de élömlunkaigénye és fenntartási nehézségei miatt ez is csak egyedi esetben (pl. helyhiány miatti nagyon meredek rézsú esetén) indokolt. (Szepesházi R. 2008)

A jelen feladat megoldása szempontjából a leginkább szóba kerülő anyagok a georácsok. A georácsokat sima polimer szerkezetekből készítik, úgy, hogy a keresztezéseknél a kapcsolatot az egymásra merőleges hosszirányú és keresztirányú elemek között hegesztéssel, ragasztással vagy kötéssel biztosítják. Az egymásba ékelődő részzemcsék megerősítő hatása akkor optimális, ha a részecskék legalább térfogatuk felével át tudnak nyomulni a hálón keresztül az alsó rétegbe.



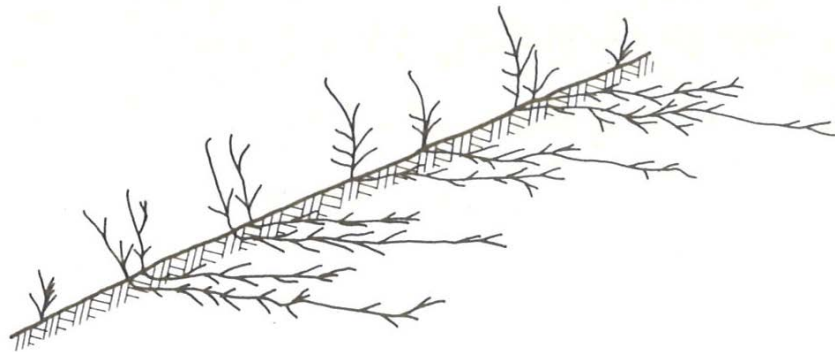
42. ábra: kéttengelyű georács (Tensar honlap)

2.5 A növényzet szerepe a talajerősítésben

A meredek terepfelszín sok természetes példája azt bizonyítja, hogy a növénytakaró jelentős mértékben hozzájárulhat az állékonysághoz. A fűfélék, cserjék és fák gyökérzete átszövi a talaj legfelső rétegét, amely sok esetben nem képez mezőgazdasági értelemben értékes termőföldet, csupán valamely alapkőzet málladéka és csak építőmérnöki értelemben vett talaj. A gyökök elemi szálak, számottevő húzószilárdságuk van, és általában véletlenszerű elrendeződésben erősítik a 0,1 – 0,4 m vastagságú földréteget. A nyírószilárdságra vonatkozó megfigyelések szerint a

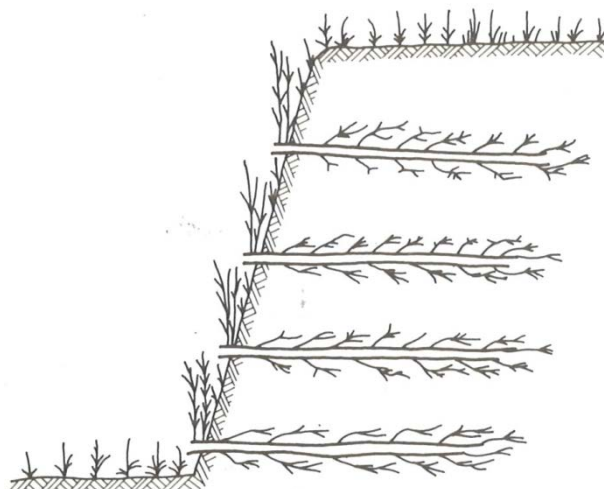
nyírószilárdság talajra vonatkozó alapértékét több nagyságrenddel növelheti a gyökérzet.

A gyökerekkel átszőtt földréteg a földművek felületén súlytámfalként vehető figyelembe, és ily módon meredekebb részüket is kialakíthatók. Egyes kutatások megállapították, hogy bizonyos növények lejtős terepen sajátos anizotróp gyökérzettel fejlődnek. Kiderül például, hogy a füzike (*Epilobium angustifolium*) gyökerei a lejtéssel ellentétes irányban hosszúra nőnek, és így függesztő hatást tudnak kifejteni.



43. ábra: Ferde felületet szilárdító gyökérzet (Pálóssy L. 1985)

Az élő növényi sávval erősített földmű egy másik példáját a (42. ábra) szemlélteti. Meredek részüben a földmunka végzésekor (vagy esetleg utólag) 2 - 2,5 m hosszú, 15 - 20 mm átmérőjű fűzhajtásokat helyeznek le. A fűz (*Salix*) nagyon sok fajtája alkalmas erre a célra: a beépített hajtásokon mellégyökérzet fejlődik ki, amely néhány hónap alatt eléri a 0,1 - 0,2 m méretet.

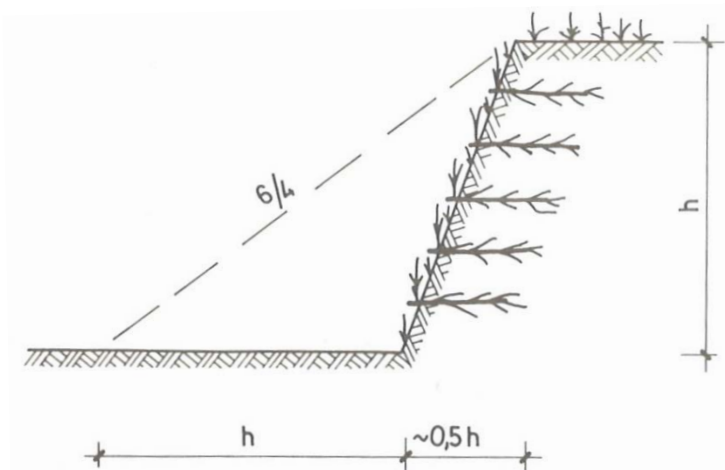


44. ábra: Meredek részüket erősítő, rétegesen elhelyezett növényzet (Pálóssy L. 1985)

A környezetkímélő földművek növényzettel erősített változatai különösen Közép-Európa alpesi tájain váltak népszerűvé. A csend és látványvédő földfalak között vezetett autópályák mentén mind gyakrabban tűnik fel jónéhány olyan fa- és cserjefajta, amely erős mellékgyökérképzésre hajlamos:

- mezei juha (*Acer campestre*)
- hamvas éger (*Alnus incana*)
- fehérnyár (*Populus alba*)
- rezgőnyár (*Populus tremula*)
- zselnicemeggy (*Prunus padus*)
- lisztesberkenye (*Sorbus aria*)
- húsos som (*Cornus mas*)
- homoktövis (*Hippophae rhamnoides*)
- közönséges fagyal (*Ligustrum vulgare*).

Mérnökgeológiai megfontolások alapján a talajadottságok széles tartományában tervezhető kedvező növénytakaró. Ilyenkor figyelembe kell venni a talaj ásványi összetételét, pH-értékét. A töltésanyagként hagyományosan kedvezőtlennek tekintett iszapos agyagtalajok esetén a természetes rézsúhajlást növényi erősítéssel jelentősen növelni lehet. Az alapterületben elért megtakarítás a földmű magasságának felelhet meg. (Pálossy L. 1985)



45. ábra: Területkímélő, erősített földmű (Pálossy L. 1985)

A növényzet mállasztó hatása is ismert, a gyökök a legszilárdabb kőzeteket is elrepeszthetik, de egyes növények kibocsátott nedvei kémiai mállást is kelthetnek. Fontos a növényeknek a talajok vízháztartást befolyásoló szerepe is, elsősorban a

párologtatáson keresztül. A növények maradványai ott vannak számos szerves üledékben. (Szepesházi R. 2008)

A növényzettel való biztosítás számos lehetőséget nyújt a természetes képződmények és a mérnöki létesítmények védelmére. Földmű nyers felületeinek védelmére használhatunk előre elkészített gyepelemeket, helyben vetett vagy vízsugaras füvesítést, esetleg műanyag pokrócos füvesítést. Víztartó töltések esetében nádsáv telepítés jöhet szóba, talajelsodrás, hullámverés ellen, vízfolyás partvédelem céljából rőzseművek építésével védekezhetünk.

Ha a közlekedési pálya erdőn halad keresztül, akkor tekintetbe kell venni, hogy a földművet káros hatások érhetik azáltal, hogy:

- a közlekedési pálya földművének lenedvesedése fokozódik,
- az útpálya eljegesedési veszélye megnövekszik,
- a pályát és árkokat a szél hóval és lombbal behordhatja,
- az erdőnyíláson át káros szélsőségek következhetnek be.

(Markó I. 1975)

A bevágások, rézsűk tájbaillesztése különösen fontos diplomamunkám szempontjából. Ezek általában igen kedvezőtlen termőhelyek, amelyek cserjésítése esztétikai és talajvédelmi okokból egyaránt indokolt. Szárazságtűrő talajtakaró cserjékkel kedvező eredményeket lehet elérni, és néhány, pionír fafajokból álló csoport telepítését célszerű betervezni. (Schmidt G. 2004)

Latin név	Magasság (m)	Javasolt tájcsoport				Megjegyzés
		Dunántúli khg.	Északi khg.	Kisalföld, Nyírség	Nagyalföld	
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	4-6	kevéssé alkalmas		jól alkalmas	jól alkalmas	fiatalon fagyérzékeny
<i>Acer palmatum</i>	3-5					mészérzékeny
<i>Amorpha fruticosa</i>	2-3	kevéssé alkalmas	kevéssé alkalmas	jól alkalmas	jól alkalmas	
<i>Berberis vulgaris</i>	2-3	jól alkalmas	jól alkalmas	kevéssé alkalmas	jól alkalmas	
<i>Caragana arborescens</i>	3-5	kevéssé alkalmas	kevéssé alkalmas	jól alkalmas	jól alkalmas	
<i>Chaenomeles japonica</i>	2-3	kevéssé alkalmas	kevéssé alkalmas	kevéssé alkalmas	kevéssé alkalmas	mészérzékeny
<i>Cornus sanguinea</i>	3-5	jól alkalmas	kevéssé alkalmas	jól alkalmas	jól alkalmas	
<i>Cotinus coggygria</i>	3-5	jól alkalmas	kevéssé alkalmas	kevéssé alkalmas	kevéssé alkalmas	laza talajt igényel
<i>Forsythia x intermedia</i>	2-3	kevéssé alkalmas	jól alkalmas	jól alkalmas	kevéssé alkalmas	
<i>Lonicera korolkowii</i>	2-3	kevéssé alkalmas		kevéssé alkalmas	jól alkalmas	
<i>Prunus trenella</i>	0,5-1	jól alkalmas	kevéssé alkalmas	kevéssé alkalmas	jól alkalmas	
<i>Rhus typhina</i>	3-5	jól alkalmas	jól alkalmas	jól alkalmas	jól alkalmas	
<i>Ribes alpinum</i>	1-2	kevéssé alkalmas	jól alkalmas	kevéssé alkalmas		
<i>Rosa canina</i>	2-3	kevéssé alkalmas	kevéssé alkalmas	kevéssé alkalmas	kevéssé alkalmas	
<i>Rosa rugosa</i>	0,5-1	kevéssé alkalmas	kevéssé alkalmas	kevéssé alkalmas		mészérzékeny
<i>Spirea x cinerea</i>	1-2	jól alkalmas	jól alkalmas	jól alkalmas	jól alkalmas	
<i>Symphoricarpos x chenaultii</i>	1-2	kevéssé alkalmas	kevéssé alkalmas	kevéssé alkalmas	kevéssé alkalmas	
<i>Symphoricarpos albus</i>	2-3	jól alkalmas	kevéssé alkalmas	jól alkalmas	kevéssé alkalmas	
<i>Berberis julianae</i>	1-2	jól alkalmas	jól alkalmas	jól alkalmas	jól alkalmas	
<i>Hedera helix</i>	10-15	jól alkalmas	jól alkalmas	kevéssé alkalmas	kevéssé alkalmas	
<i>Mahonia repens</i>	0,5-1	jól alkalmas		jól alkalmas	kevéssé alkalmas	
<i>Yucca filamentosa</i>	0,5-1			kevéssé alkalmas	kevéssé alkalmas	melegigényes
<i>Cupressus arizonica</i>	15-20	kevéssé alkalmas				melegigényes
<i>Juniperus chinensis</i>	4-6	kevéssé alkalmas	jól alkalmas	jól alkalmas		
<i>Juniperus communis</i>	4-6	jól alkalmas	jól alkalmas	jól alkalmas	jól alkalmas	betegségekre érzékeny
<i>Juniperus sabina</i>	0,5-1	kevéssé alkalmas	jól alkalmas	kevéssé alkalmas	kevéssé alkalmas	
<i>Juniperus virginiana</i>	4-6	kevéssé alkalmas	kevéssé alkalmas	kevéssé alkalmas	jól alkalmas	
<i>Pinus mugo</i>	2-3	kevéssé alkalmas	kevéssé alkalmas	kevéssé alkalmas		
<i>Clematis vitalba</i>	15-20	jól alkalmas	jól alkalmas	jól alkalmas	jól alkalmas	
<i>Parthenocissus inserta</i>	15-20	jól alkalmas	jól alkalmas	jól alkalmas	kevéssé alkalmas	
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	15-20	jól alkalmas	jól alkalmas	jól alkalmas	kevéssé alkalmas	
<i>Reynoutria baldschuanica</i>	15-20	jól alkalmas	jól alkalmas	jól alkalmas	jól alkalmas	
<i>Reynoutria sinensis</i>	15-20	jól alkalmas	jól alkalmas	jól alkalmas	jól alkalmas	

1. táblázat: Útmenti rézsűk fásítására ajánlott fajok (Schmidt G. 2004)

2.6 Szoftverek, alkalmazási lehetőségek

A feladat megoldása során igénybe vettem a korszerű modellezési és ellenőrzési lehetőségeket biztosító szoftvereket. A lehetséges technológiai megoldások közül néhányat a GEO5 szoftvercsalád programjaival jelenítettem meg, majd ezek közül az alkalmazott helyreállítási megoldást PLAXIS programmal is ellenőriztem.

2.6.1 GEO5 programok a geotechnikai tervezésre és számításra

A GEO5 programcsomag különféle geotechnikai problémák megoldására született. A könnyen használható csomag különálló, felhasználóbarát programokból áll. Minden program másféle geotechnikai feladat megoldására való, mindazonáltal minden modul együttműködik a többivel, integrált csomagot alkotva.

A szoftvercsomag különálló programokat tartalmaz, amelyek szorosan kapcsolódnak egymáshoz, és ugyanolyan környezetben futnak. Minden program egy bizonyos

geotechnikai probléma megoldására képes. A gyakran előforduló geotechnikai mérnöki feladatok mellett a csomag tartalmaz komplex alkalmazásokat az alagutak, alagútépítésből származó épületkárok, sziklarézsűk állékonysága, stb. megoldására is.

A GEO5 sokféle hatékony programból áll, amelyek analitikus és végeselem módszeres megoldást használnak.

Az analitikus számítási módszerek (pl.: rézsűállékonyság, szádfal tervezés) lehetővé teszik a gyors és hatékony tervezést és ellenőrzést. A tervezett szerkezet átvihető a végeselem alkalmazásba, ahol végrehajtható a szerkezet általános számítása a végeselem módszer segítségével. Ez nem csak időt takarít meg a tervezőnek, de összehasonlít két független megoldást, következésképp növeli a tervezés biztonságát.

Az egyszerű adatbevitelt és a felhasználóbarát környezetet mindig előtérbe helyezték a GEO programokban. A legtöbb alkalmazásban a felhasználó megtervezhet és leellenőrizhet egy szerkezetet egy órán belül, mindenféle speciális képzés nélkül. Az adatbevitel folyamatát pedig nem lehet elfelejteni, kihagyás után is ösztönösen ráérez a felhasználó.

A GEO5 csomag programjai a Windows környezet általános alapelveit követik – minden könnyen használható tulajdonság jelen van; párbeszédablakok, kezelő menü, eszköztárak, stb.

Az egyik legfontosabb célkitűzés minden program számára, hogy jól használható dokumentációt készítsen. Az alapvető kimeneti dokumentum a számítás eredménye. Ezt egy fastruktúra segítségével generálhatjuk, amely lehetővé teszi grafikus elemek, ábrák beillesztését is. A végeredmény egy könnyen érthető és mindig naprakész dokumentáció.

A GEO5 programok egyik fontos jellemzője, hogy számos ország szabványainak és gyakorlatának megfelelnek. Általános és jól ismert elméleteken alapulnak; csak a végső ellenőrzés formája függ az adott szabványtól és országtól. Az összes GEO alkalmazás lehetővé teszi, hogy a felhasználó mind a határállapotok, mind a biztonsági tényezők alapján leellenőrizze a szerkezetet. A felhasználó módosíthatja bármelyik csökkentő tényezőt, számítási tényezőt, stb. Ezáltal a szerkezet megtervezhető Eurocode, brit, amerikai, ausztrál, indiai és más nemzeti szabvány szerint egyetlen modulban.

Alkalmazási területek:

- állékonyság vizsgálat: - rézsűállékonyság
- közetállékonyság
- MSF fal

munkagödör határolás:	- szád fal tervezés - szád fal ellenőrzés - akna
támfal tervezés:	- szögtámfal - talajszegezés - súlytámfal - gabion - falazott szerkezet - előregyártott fal - fölnyomás - hídfő
alapozás tervezés:	- síkalap - cölöpök - cölöpcsoport - cölöp CPT - mikrocölöp - lemez - gerenda
süllyedés számítás:	- süllyedés - felszíni süllyedés
digitális terepmodell:	- terep
geotechnikai számítás végeelem módszerrel:	- FEM - FEM – alagút - FEM – vízhozam - FEM – konszolidáció

2.6.2 Plaxis geotechnikai szoftverek

A szoftver alapja a talajok deformációinak és stabilitásának, felszín alatti vizek áramlásának, geo-mérnöki alkalmazások, talaj feltárások, töltések és alagutak véges elemes módszerrel történő 2 illetve 3 dimenziós elemzése. A szoftver speciális modellt alkot a talajok nem lineáris idő-függő viselkedéséről. Mivel a talaj egy többfázisú anyag, ezért speciális eljárásokra van szükség a hidrosztatikus és nem hidrosztatikus pórusnyomások vizsgálatára. Bár maga a talaj modellezése is egy fontos kérdés, sok geotechnikai mérnöki projekt összevonja a struktúra modellezését és a struktúra és a

talaj közt fellépő kölcsönhatásokat. A Plaxis szoftver olyan speciális jellemzőkkel rendelkezik, amely a komplex geotechnikai szerkezetek számos aspektusával foglalkozik.

Mielőtt bármilyen új modell vagy módszer bekerülne az általános tudásátadás programba vagy magába a szoftverbe, alapos tesztelésre és felülvizsgálatra kerül. Az ellenőrzést és a tesztelést a szoftverfejlesztő alkalmazottai, a tudományos élet szereplői, vagy esetleg kiválasztott végfelhasználók hajtják végre.

3. Kiindulási adatok

3.1 Építési Geotechnikai Adattár geotechnikai dokumentációi

A tervezési terület általános megismeréséhez felkeresetem a Lechner Lajos Tudásközpont dokumentációs tervtárát, ahol az alábbiakban részletezett szakvéleményeket, építést megelőző feltárási anyagokat tekintettem át. A dokumentumok megismerésével átfogó képet kaptam a környezet geotechnikai adottságairól, a figyelmet igénylő tényezőkről (ártéri terület, szivárgó vizek megjelenése).

Nyilvántartási szám: **75/7440**

Megrendelő: Bánvölgye MgTsz

Tervező: Dr. Gabos Györgyné

Tárgy: Talajmechanikai szakvélemény a Hosszúrévi Sajó hídhoz tervezett útkorrekcióhoz kijelölt Vadna-i és Nagybarca-i anyagnyerőhelyek talajvizsgálatáról

Munkaszám: 33473/I/H-6/M-4

Dátum: 1975. szeptember

A leírtakból kiderül, hogy a tervezett útkorrekcióhoz anyagnyerőhely bővítést tervezett a megbízó, a szóba kerülő vadnai homokbánya a tervezési helyszíntől mintegy 200 m-re található. A feltárás alapján elmondhatjuk, hogy az anyagnyerőhely anyagát töltésepítésre alkalmasnak találták 1,2-2,8 m-ig homoklisztes sodorható közepes agyag

talajokat, a kötött talajok alatt homoklisztes homok talajokat tártak fel. A szakvélemény megállapította, hogy a vadnai bányát tartják célszerűnek továbbfejleszteni, az ártérben történő töltésépítéshez az ott nyert közepes agyagtalajok felhasználását javasolja. A szemcsés talajokat csak az árvízszint fölött és az áréren kívül javasolja felhasználni.

Nyilvántartási szám: **73/2193**

Megrendelő: Bánvölgye MgTsz

Tervező: Mezőgazdasági Tervező és Beruházási Vállalat B.A.Z megyei Kirendeltség Miskolc I., Szemere u. 15.

Tárgy: Alapozási talajmechanikai szakvélemény a Nagybarca „Bánvölgye” Mg Tsz Sajóvelezdi Üzemegység tehenészeti telep tervéhez

Munkaszám: T. 05-1395/1 69/1973

Dátum: 1973. július

A szakvélemény helyszíni leírása tájékoztatást ad arról, hogy a terület jó elfolyással és rossz beszivárgással rendelkezik, lankás térszínű, a Sajó-völgy és az attól délre fekvő dombvidék morfológiai határán található, a Sajó-völgy peremén, árvédett folyóvízi feltöltésen. A terület magas talajvízszintjének alakulását, a talajvíz nyomását és mozgását a kb. 800 m távolságban haladó Sajó folyó vízszintje nagymértékben befolyásolja. A leírtak alapján a terület nagyban hasonlít az általam vizsgált tervezési területhez, azonban itt az erdőállomány már évtizedekkel korábban - vélhetően a mezőgazdasági tevékenység nyomán - eltűnt.

A vizsgált területen a feltalaj barna, barnásszürke, szürke, gyakran törmelékes, homokos, kavicszemcsés közepes agyag alkotja, e réteg alatt sötét szürkésbarna, csaknem fekete kövér agyag fekszik. Lentebb iszapos sovány agyagot majd sárga homokos iszapot és barnásszürke kavicsos durva homokot harántoltak.

Nyilvántartási szám: **74/2484**

Megrendelő: Bánvölgye MgTsz

Tervező: AGROBER B.A.Z megyei Kirendeltsége Miskolc I., Szemere u. 15.

Tárgy: Alapozási talajmechanikai szakvélemény a Nagybarca „Bánvölgye” Mg Tsz Vadnai üzemegység szárító és magtár tervéhez

Munkaszám: T. 05-1713 66/1974

Dátum: 1974. május

Alapozás szempontjából ezen a területen a negyedkori folyóvízi hordalékok jelentősek, kavics, homok, homokos kavics, iszap, agyag.

Nyilvántartási szám: **66/1710**

Megrendelő: -

Tervező: VIZITERV

Tárgy: Lázberci víztisztító-telep szolgálati lakásai, talajmechanikai szakvélemény

Munkaszám: 14465

Dátum: 1966. június

A geotechnikai szakvélemény alapján elmondhatjuk, hogy a tervezési területemhez nagyon hasonló vizsgált területen jellemzően igen nagy plaszticitású, barna kövér agyag található, mintegy 2,3-4,0 m mélységig. Ez alatt agyagos kötőrmelék, majd agyagos homok követi.

Nyilvántartási szám: **88/5908**

Megrendelő: MÁV

Tervező: ÉSZAKTERV 3527 Miskolc, Zsigmondy u. 2.

Tárgy: Talajmechanikai szakvélemény, Sajóvelezd, MÁV anyagnyerőhely vizsgálatáról

Munkaszám: 4892-02

Dátum: 1989. június

Az anyagnyerőhely feltárás egyik fúrásszelvénye a tervezési szakasz kezdőszelvényétől mintegy 200 m-re van a hegy felőli oldalon az erdővel borított területen. A feltárás során talajvizet mintegy 8 m-en leltek fel, azonban a szakvélemény említést tesz a szivárgóvíz 3 m körüli előfordulásáról. Jelen esetben is jellemzően agyagtalajok kerültek feltárássra.

A megismert dokumentumok alapján következtetésként elmondhatjuk, hogy a feltárt talajok feltöltésre jellemzően alkalmatlanok, a Sajó folyó a talajvízszintet jelentős

mértékben befolyásolja, a feltárásokban a felső rétegben 1-3 m-es mélységig jellemzően kötött agyag talajokkal találkozunk, lentebb pedig folyami üledék jelenik meg.

3.1 Természetföldrajz, általános ismertetés

Az alábbiakban ismertetem a Bükk hegység illetve a Sajó-völgy kistáj természetföldtani, morfológiai adottságait, a leírtak alapján könnyebben megérthetjük az éghajlat, a vízrajz és a talajok szerepét a vizsgált káresemény bekövetkeztében.

3.1.1 A táj felosztása, morfológiája

A Sajó-völgy kistáj földrajzilag az Észak-magyarországi-középhegység nagytáj Észak-magyarországi-medencék középtájának Borsodi-dombság kistájcsoportjában fekszik. A völgy Borsod-Abaúj-Zemplén megyében helyezkedik el. A térség szerkezeti árokban kialakult, aszimmetrikus, teraszos folyóvölgy. A bal parton a II-V. sz. akkumulációs teraszok kísérik a folyót, a jobb part a Bükk pereméhez szorulva csuszamlásos. A felszín fele ártér, fele pedig a közepes magasságú tagolt síksági domborzattípusba sorolható. Az abszolút tszf-i magasság 123 és 181 m között változik. A kistáj gyenge horizontális felszabdaltságú, a vízfolyássűrűség 1,4 km/m². (Dövényi Z. 2010.)

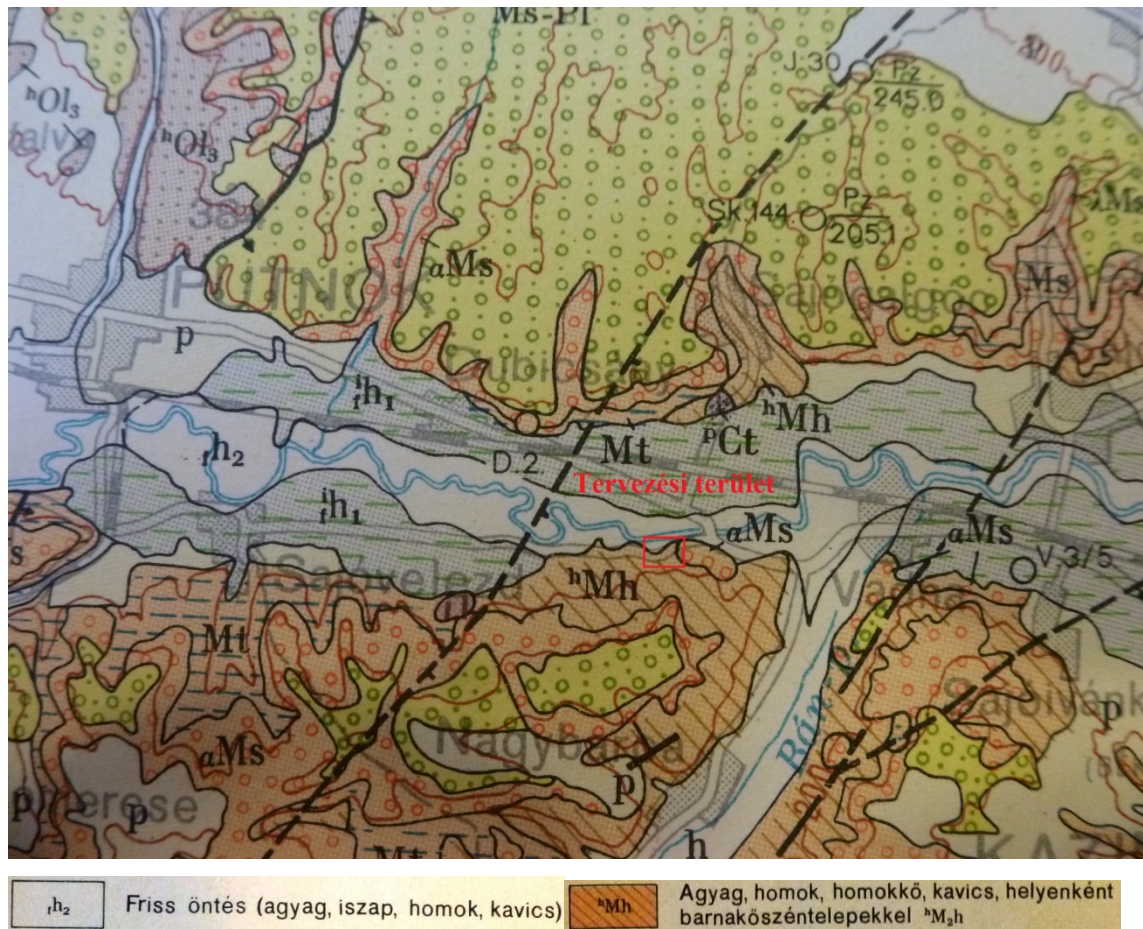
3.1.2 Földtan

A kistájat középtájon metszi a Darnó-vonal, s ez tükröződik a mélyszerkezetben is: a technikai vonaltól K-re devon-karbon metamorf képződmények, Ny-ra pedig triász karbonátos kőzetek alkotják az alaphegységet. Erre a későbbiek során főleg oligocén márga, homok, barnaköszénteles miocén és homokos-homokkőves összletek települtek. A felszín kb. 60%-át folyóvízi homok, kavics, terasz kavics, mintegy 15%-át glaciális vályog fedi. A felszíni-felszín közeli képződményekre az ÉNy-DK-i, Ny-K-i szerkezeti irány, a feltöltött medencére és idősebb képződményeire pedig az É-DNy-i irány a jellemző.

A kistáj a borsodi barnaköszén-előfordulások egyik súlyponti területe. (Dövényi Z. 2010.)

Közelebről vizsgálándó a tervezési területet az egykori Magyar Állami Földtani Intézet által kiadott Magyarország Földtani Térképét hívom segítségül. Az M=1:200 000 léptékű térképen Sajóvelezd és Vadna közt a rézsűcsúszás helyén μ_2 jelű negyedkori holocén öntésagyag, -iszap, -homok, átmosott lösz illetve miocén helvét ^hMh jelű

agyag, homok, homokkő, kavics talajokat azonosítottam. A terület a földtani képződmény határán helyezkedik el, így mindkét típus jelenlétére számíthatunk.



46. ábra: Földtani térkép

A friss öntéstalajok kapcsán elmondhatjuk, hogy a jelenkori ártereken a hegyvidéki és hegylábi folyók igen különböző szemcseösszetételű anyagot raktak le egymás fölé és mellé; az elteretett agyagot időnként továbbmozgatják, újjal fedik be. Ezért ezeken az ártereken nem mindig lehet a kavicsot, homokot, iszapot, agyagot külön térképezni. Vastagságuk néhány deciméter és néhány méter között változik.

A második szóba kerülő földtani képződmény sok esetben az alsó riolittufa fölötti első barnakőszéntelevvel kezdődik, és az ún. chlamyszos réteg talpáig tart. Hozzá soroljuk tehát közvetlen fedőjét, és „cardiumos”- corbulás rétegeknek nevezett összetet is. (Alföldi L. 1975.)

3.1.3 Éghajlat

Mérsékelt hűvös-mérsékelt száraz, de az É-i és ÉNy-i részeken közelíti a mérsékelt nedves éghajlati típust.

Az évi napfénytartam 1800 óra körüli, a nyári 740-750 óra, a téli csak kevéssel 150 óra fölötti a nagy ködgyakoriság miatt.

A hőmérséklet évi és nyári félévi átlaga 8,8-9,3 °C, illetve 15,5-16,0 °C. Április 15-18. között a napi középhőmérséklet általában már meghaladja a 10 °C-ot, 178 nap körüli időtartam után, október 12-én ismét 10 °C alá csökken. A fagyoktól mentes időtartam 165-170 nap, kezdete április 25. környékére, a vége kb. október 7-re esik. A legmagasabb és legalacsonyabb hőmérsékletek sokévi átlaga 31,0-33,0 °C, illetve -16,0 és -17,0 °C közötti.

Mind az évi, mind a nyári félévi csapadékmennyiségben a Ny-i és a K-i területek között eltérés van (Ny-on 600 mm körüli, illetve 380 mm; K-en 550-570 mm, illetve 360 mm körül). A 24 órás csapadékmaximum 100 mm, Putnokon észlelték. A hótakarós napok száma átlagosan évi 40-50, az átlagos maximális hóvastagság 20 cm körüli.

Az É-i és az ÉNy-i részeken az ariditási index 1,10 körüli, a Sajó és a Bódva összefolyásánál viszont 1,15-1,20.

A leggyakoribb szélirány ÉNy-i és a DK-i; az átlagos szélesség kevéssel 2 m/s fölött van. Télen hófúvásveszélyes a térség. (Dövényi Z. 2010.)

3.1.4 Vízrajz

A Bükk hegység vízrajzi képét a mindenkor csapadék mennyisége határozta meg, mely jelentősen hozzájárult a völgyek kialakulásához. Napjainkban a Bükk felszínére éves átlagban kb. 773 mm csapadék hull. Ennek jelentős része elpárolog a talaj és a kőzet felszínéről, valamint a talaj mélyebb rétegeiből, a növényzetről, sőt még a hó egy része is elpárologhat. Az el nem párolgott csapadék egy kis hányada záporpatakok, hóolvadákvizek formájában folyik le, hozzájárulva a völgyoldalak kőzetmálladékanak leöblítéséhez, a hordalékanyag elszállításához. A beszivárgó víz rövidebb-hosszabb felszín alatti tartózkodás után különféle forrásokban lép ismét felszínre. (Baráz Cs. 2002.)

A kistáj a Sajónak az országhatártól a Bódva torkolatáig terjedő 58 km-es völgyére, valamint a Bódvának a Szuhogyi-patak torkolata alatti völgyére terjed ki.

Árvizek főleg kora tavasszal és nyár elején fordulnak elő, de lehetnek őszi árvizek is. A széles völgy egyes részeit nem összefüggő védgátak oltalmazzák az elöntéstől.



47. ábra: A Bükk és az Upponyi hegység, valamint a Sajó-Bódvaköz vízrajzi térképe – részlet (Schmidt E. R. 1961)

A völgynek tetemes „talajvízkincse” van, átlagosan 2-4 m között mindenhol megtalálható. Hasonló értékű a rétegvíz készlet is. A víz minőségileg meglehetősen kemény és szulfátos is. A Sajó-völgyben sok az ártézi kút, a vízhozamok azonban változóak. (Dövényi Z. 2010.)

3.1.5 Növényzet

Potenciális vegetációja folyó menti ligeterdő és mocsárrét. Sajnos az inváziós növények (zöld juhar, bálványfa, gyalogakác, selyemkóró stb.) akadály nélkül terjednek a völgyben, állományaik igen nagy kiterjedésben találhatók meg a folyóparton. (Dövényi Z. 2010.)

Az Északi-Bükk völgyekkel sűrűn tagolt terület. Jellegzetesek a magas fennsíkba bevágott mély szurdokvölgyek. Az északi részeken a lealacsonyodó térszíntű hegyek és bővizű patakok jellemzik. Növénytakarásai közül a szubmontán és montán bükkösök a jellemzők. (Baráz Cs. 2002.)

3.1.6 Talajok

A kistáj talajtakaróját a magasabb dombok harmadidőszaki üledékeit borító glaciális vályog és lösz üledékein képződött agyagbemosódásos barna erdőtalajok, valamint azok erodált változatai alkotják. E talajváltozatok mechanikai összetétele vályog vagy agyagos vályog. Vízgazdálkodásuk az erodált, sekély termőrétegű változatok esetében szélsőséges. Ott, ahol az andezit vulkánosság közetei a felszínhez közeli és málladékuk a lejtők anyagába keveredett, az erdőtalajok mintegy negyede nyirokszerű anyagon képződött, nehéz mechanikai összetételű, kis vízvezető, és erős vízmegtartó képességű. Az erdőtalajok termékenysége az alapkőzet anyagától függ.

A nyers öntések területi részaránya 13%, az öntés réti talajoké 57%, a réti talajoké pedig 6%. E talajok mechanikai összetétele a vályogtól az agyagos vályogig változik. Vízgazdálkodásuk ennek megfelelően alakul, vízvezető képességük csökken, víztartó képességük pedig nő. (Dövényi Z. 2010.)

A Bükk területén hulló csapadék mennyisége meghaladja a potenciális párolgás mértékét, ami savanyodó talajrendszert és kilúgzási típusú vízháztartást eredményez. A kilúgzási típusú vízháztartás a talajszelvényben uralkodó lefelé irányuló mozgást eredményez. A talaj felső rétegeiből a könnyebben oldható sók a mélyebb rétegek felé szállítódnak. Ennek hatására a talaj felszínközeli rétege savanyodni kezd és a savanyú talajoldat fokozott mállást eredményez. A meginduló mállás hatására a talajképző kőzet elsődleges ásványai szétesnek. A mállástermékek kisebb része az áramló talajvizekkel el- illetve mélyebb szintek felé vándorol, míg a maradék egy része sók formájában kicsapódik vagy másodlagos szilikátok, úgynevezett agyagásványok képződnek belőle. Ez utóbbi folyamat, az agyagosodás, az erdőtalajok talán legjellemzőbb folyamata.

Hidromorf talajokat találunk a völgyek alján, valamint a lefolyástalan területeken. A bükki völgyeket és csökkent lefolyású medencéket – leszámítva a szűk szurdokvölgyek völgytalpi részein a völgyben folyó vízfolyások közvetlen környékét jellemző, igen magas humusztartalmú, nitrofil társulásokat támogató lejtőhordalék talajokat – a típusos réti és kisebb hányadban a lápos réti talajok jellemzik. (Baráz Cs. 2002.)

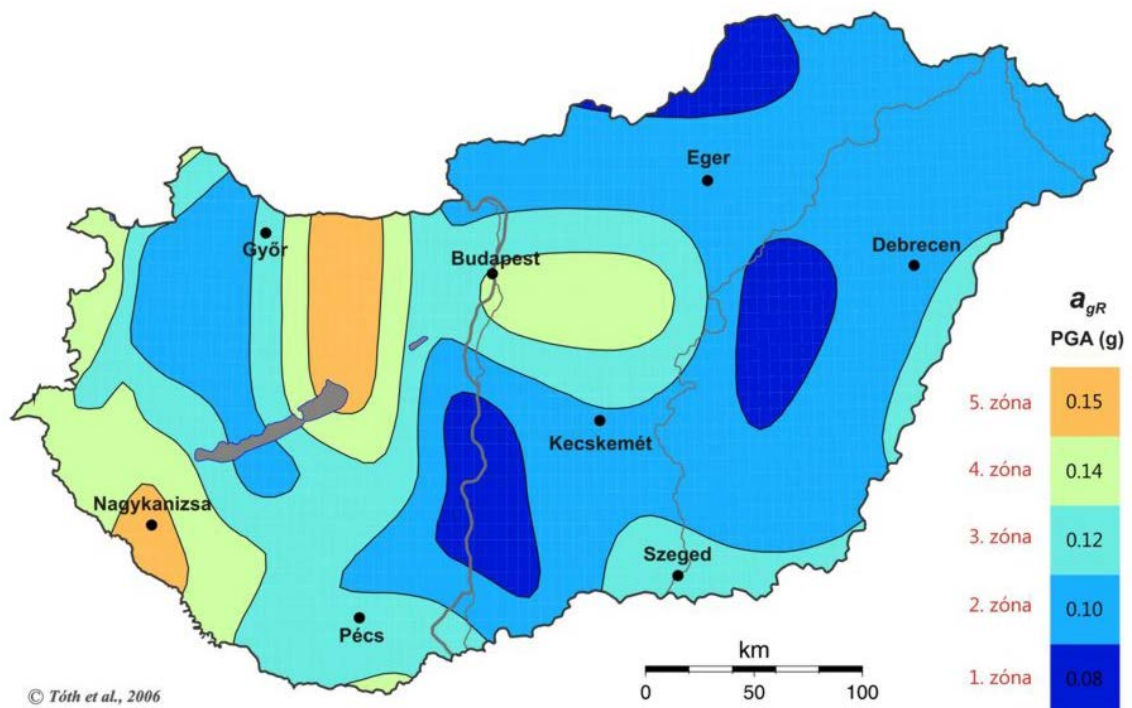
3.1.6 Szeizmicitás

A talajmozgások oka a legtöbb esetben a rétegek kedvezőtlen dőlésiránya, és főképp a talajvíz. Ezért a mozgásra hajlamos területeken történő építésnél gondos állékonyági

vizsgálatot kell készíteni, mert a szakszerűtlen takarékoság sokszor megbosszulja magát.

Szeizmicitás vonatkozásában az MSZ EN 1998-1:2008 szabvány szerint a vizsgált terület az 1. zónába tartozik, a megadott talajgyorsulási referenciaérték: $a_{gR}=0,08 \cdot g$.

A talajok szeizmikus osztályozását az MSZ 1998-1:2008 3.1 táblázata szerint adjuk meg. A később részletezett talajadatokat figyelembe véve, a táblázat szerint „C” altalajosztályba sorolhatóak. Az átlagos nyíróhullám sebesség ezekre a talajtípusokra $v_{s30}=180-360$ m/s.



48. ábra: Magyarország Szeizmikus Zónatérképe (www.foldrenges.hu)

Mivel a terület nem tartozik kiemelt földrengés által veszélyeztetett területek közé, valamint jelentősebb törésvonal sem halad át a környezetében, így nem szükséges az általánostól eltérő méretezések alkalmazása.

3.2 A 2527 jelű Vadna-Sajóvelezd összekötő út pályaszerkezete

A 2527 jelű út 0+500 – 0+530 km sz. közötti szakaszán bekövetkezett rézsúcsúszás okainak feltáráshoz nélkülözhetetlen a meglévő pályaszerkezet megismerése. Az út építésének körülményeit sajnos nem áll módomban kellő pontossággal bemutatnom, az építés kezdeti időszakának hiányos adatai okán. A Magyar Közút Nonprofit Zrt. Országos Közúti Adatbank adatszolgáltatása alapján elmondhatjuk, hogy a kezdeti

időszakból csak becsült pályaszerkezeti adatok állnak rendelkezésünkre, az út rakott alapja a 70-es években készült, mely itatott aszfaltmakadám burkolatot kapott. A rendszertelen karbantartási, felújítási beavatkozásokon kívül komoly fejlesztésre nem került sor, a pályaszerkezetet elöregedettnek nevezhetjük, a tönkremenetel jelei – hossz és keresztirányú repedések, felszíni kopások, süllyedések, kátyúsodás – felfedezhetők a teljes szakaszon. A padkák, árkok, feliszapolódása a vízelvezetést akadályozzák, mely a földművek átnedvesedésével komoly teherbírési problémákhoz vezethetnek. (2. táblázat)

2527. jelű Vadna-Sajóvelezd összekötő út											
Jelenlegi pályaszerkezet											
Kezdőszelv. km + m	Végaszelv. km + m	Építés dátuma	Bal szél távolsága úttengelytől	Jobb szél távolsága úttengelytől	Réteg szélessége	Vastagság	Réteg tetejének mélysége	Réteg anyaga	Megbízhatóság		
0 + 182	0 + 702	1999.01.04.	-3,00	3,00	6,00	40 mm	0	K620: kötőréteg (JU-11, JU-16, JU-20, JU-22, JU32, JU32/F, JU-35, JU-35/F, JU-45/F)	2: Gyenge		
0 + 182	0 + 702	1981.01.03.	-3,00	3,00	6,00	70 mm	40	B411: itatott aszfaltmakadám (lt)	1: Rossz		
0 + 182	0 + 702	1970.01.02.	-3,00	3,00	6,00	100 mm	110	B411: itatott aszfaltmakadám (lt)	1: Rossz		
0 + 182	0 + 702	1970.01.01.	-3,00	3,00	6,00	150 mm	210	A811: rakott alap	1: Rossz		
Kezdőszelv. km + m	Végaszelv. km + m	Építés dátuma	Bal szél távolsága úttengelytől	Jobb szél távolsága úttengelytől	Réteg szélessége	Vastagság	Réteg tetejének mélysége	Réteg anyaga	Megbízhatóság		
0 + 702	0 + 802	2012.06.20.	-2,75	2,75	5,50	50 mm	0	B213: aszfaltbeton (AB-8, -11,-11/F,-16,-16/F; AC-8,-11,-11/F,-16,-16/F kopó)	5: Kötűnő		
0 + 702	0 + 802	2012.06.19.	-2,75	2,75	5,50	100 mm	50	K610: kötőréteg (K-11,-12,-20,-22,-20/F,-22/F; AC-11,-16/NM,-22,-22/F,22/NM kötő)	5: Kötűnő		
0 + 702	0 + 802	2012.06.18.	-2,75	2,75	5,50	200 mm	150	A813: folytonos szemelosztású zúzottkő alapréteg (FZKA)	5: Kötűnő		
0 + 702	0 + 802	2012.06.17.	-2,75	2,75	5,50	200 mm	350	A843: homokos kavics	5: Kötűnő		
Kezdőszelv. km + m	Végaszelv. km + m	Építés dátuma	Bal szél távolsága úttengelytől	Jobb szél távolsága úttengelytől	Réteg szélessége	Vastagság	Réteg tetejének mélysége	Réteg anyaga	Megbízhatóság		
0 + 802	0 + 902	2012.06.20.	-3,00	3,00	6,00	50 mm	0	B213: aszfaltbeton (AB-8, -11,-11/F,-16,-16/F; AC-8,-11,-11/F,-16,-16/F kopó)	5: Kötűnő		
0 + 802	0 + 902	1999.01.04.	-3,00	3,00	6,00	40 mm	50	K620: kötőréteg (JU-11, JU-16, JU-20, JU-22, JU32, JU32/F, JU-35, JU-35/F, JU-45/F)	2: Gyenge		
0 + 802	0 + 902	1981.01.03.	-3,00	3,00	6,00	70 mm	90	B411: itatott aszfaltmakadám (lt)	1: Rossz		
0 + 802	0 + 902	1970.01.02.	-3,00	3,00	6,00	100 mm	160	B411: itatott aszfaltmakadám (lt)	1: Rossz		
0 + 802	0 + 902	1970.01.01.	-3,00	3,00	6,00	150 mm	260	A811: rakott alap	1: Rossz		
2012 előtti pályaszerkezet											
Kezdőszelv. km + m	Végaszelv. km + m	Építés dátuma	Bal szél távolsága úttengelytől	Jobb szél távolsága úttengelytől	Réteg szélessége	Vastagság	Réteg tetejének mélysége	Réteg anyaga	Megbízhatóság		
0 + 182	2 + 011	1999.01.04.	-3,00	3,00	6,00	40 mm	0	K620: kötőréteg (JU-11, JU-16, JU-20, JU-22, JU32, JU32/F, JU-35, JU-35/F, JU-45/F)	2: Gyenge		
0 + 182	2 + 011	1981.01.03.	-3,00	3,00	6,00	70 mm	40	B411: itatott aszfaltmakadám (lt)	1: Rossz		
0 + 182	2 + 011	1970.01.02.	-3,00	3,00	6,00	100 mm	110	B411: itatott aszfaltmakadám (lt)	1: Rossz		
0 + 182	2 + 011	1970.01.01.	-3,00	3,00	6,00	150 mm	210	A811: rakott alap	1: Rossz		

2. táblázat: 2527 jelű út pályaszerkezeti adatai (OKA, 2015)

3.3 Tönkremenetel folyamata, előzmények

Az út kezelőjének, a Magyar közút Nonprofit Zrt. Munkatársai az előzmények feltárása kapcsán az alábbiakról tájékoztattak. Sajnos pontos és hiteles leírást nem adhattak, az időközben nyugdíjba vonult, vagy munkahelyet váltott kollégák okán.

Az utat 2010. február 27-én lezárták a forgalom elől, a 2527 jelű összekötő út 0+741 – 0+771 km sz. közötti szakaszán a jobb oldali forgalmi sáv (völgy felőli oldalon) rézsűvel együtt leszakadt és az út tengelyében repedések, lépcsők keletkeztek. A repedések max. mélysége 60 cm, szélessége 20 cm. Az út szelvényezés szerinti bal oldalán, a domb felőli oldalon egy erdészeti magánút található, illetve egy légvezetés és nyiladék fut, valamint a hegy felől egy időszakos vízfolyás képez kis völgyet. A domboldalon, a vízfolyásban illetve a földúton évtizedeken át lefolyó csapadék, a víztelenítő árkot feliszapolta, az funkcióját nem tudta teljes mértékben ellátni.



49. ábra: Vízmósás és nyiladék a helyreállított ív fölött

A földmű pályaszerkezet gyengesége, a közeli mezőgazdasági telep időközönként nehéz gépjárműforgalmat generál. A pályaszerkezeti elégtelenségek miatt repedések, rések keletkeztek a burkolaton, melybe a csapadék beszivárgott, további tönkremenetelt okozva. Az éveken át tartó fagyási-olvaszási ciklusok rendszeresen javítási munkát adtak

az út kezelőjének, de a kátyúzáson, repedéskiöntésen kívül komoly beavatkozás nem történt. A tavasz kezdetén, az enyhe időszakban, az olvadás során az út tengelyében beszivárgó víz okozhatta az amúgy is átázott földműben a talajmozgást.

3.4. Geotechnikai feltárások, vizsgálatok

A bekövetkezett rézsűromlás és útpálya leszakadás a 2527 j. út jobb oldalán található, középvonala a 0+040 km szelvényben van. A rézsűromlás kiterjedése mintegy 36 m, a töltés magassága 5-6 m, a domboldal természetes rézsűje és az út töltésének rézsűhajlása is 1:2 - 1:2,5 között változik. A szintkülönbség a lecsúszott- és az eredeti, helyén maradt útpálya darabok között 2010.04.23-án 70-90 cm, 2010.06.05-én 100-120 cm.

A rézsű csúszása valószínűleg egy csúszólap mentén következett be, amelyre utal a rézsű felső részének mintegy 1-1,2 m-rel mélyebbre helyeződése, valamint a rézsű felületének kb. ugyanilyen mértékű kinyomódása. A geotechnikai feltárásokat illetve a laborvizsgálatokat a Geo-Terra Kft. végezte el, illetve részletes geotechnikai szakvéleményt készített az eredmények összegzésére.

A talajviszonyok feltárására az érintett csúszás középvonalában 2010.04.26-án és 27-én 2 db talajfeltáró kisátmérőjű fúrást mélyítettek le a talajok geometriai és szilárdsági jellemzőinek meghatározása céljából. Mivel az 1 j. fúrás kőben elakadt, így a fúrást 11,65 m-rel arrébb megismételték, a jele 1/b lett.

Az 1 j. és az 1/b j. fúrások a lecsúszott részben, a 2 j. fúrás pedig az eredeti helyén maradt útpadkán készült. A fúrásokból 0,5 m-enként vettek víztartalmi zavartalan és a besorolási vizsgálatokhoz mintát, ugyanakkor törekedtek a zavartalan magminták vételénél arra, hogy a teljes keresztszelvény mentén kép alakuljon ki a szilárdsági viselkedésről. A szilárdsági vizsgálatokhoz egymás alól, gyakorlatilag 20 cm-es eltéréssel hozták fel a mintákat. Ezeken a mintákon anyagegyezés esetén többtengelyű nyomóvizsgálatokat, esetenként egyirányú nyomószilárdsági kísérleteket végeztek. (Geo-Terra Kft. 2010.)

3.4.1 Laboratóriumi vizsgálatok

A fúrásokból vett zavart és zavartalan talajmintákat a Geo-Terra Kft. talajmechanikai laboratóriumában elemezték, melynek során elvégezték a talajok osztályozására, minősítésére, elnevezésére szolgáló jellemzők vizsgálatát a szemcse-összetételi és konzisztencia-határ vizsgálatokkal (I_p %, w_L %, w_P %, d mm).

A feltárt talajokból a következő laboratóriumi vizsgálatok kerültek elvégzésre a vonatkozó szabványoknak megfelelően:

Laboratóriumi vizsgálatok	Vonatkozó szabvány
Talajok megnevezése talajmechanikai szempontból	MSZ 14 043-2: 2006
Talajok azonosítása és leírása	MSZ 14 688-1 (ISO 14 688-1:2002)
Talajok osztályozási alapelvei	MSZ 14 688-2 (ISO 14 688-2:2004)
Természetes víztartalom meghatározás	MSZ 14 043/6 (ISO/TS 17 892-1:2004)
Szemeloszlás meghatározás	MSZ 14 043-3
Talajmechanikai vizsgálatok Az eredmények összefoglalása	MSZ 14 043-11

3. táblázat: Laboratórium vizsgálatok és vonatkozó szabványaik

A vizsgálati eredmények összefoglalva - fúrásonként - fúrásszelvényeken kerültek feltüntetésre az MSZ 14 043-11 szabványnak megfelelően. Ezeken a szelvényeken a talajrétegződés és a víztartalom (w %) mélységbeli változása mellett megadták az egyes rétegek szemcseösszetétel %-os megoszlását az egyenlőtlenégi együtthatóval (C_u) a szemcsés talajoknál. (Geo-Terra Kft. 2010.)

A fúrásszelvényekből rétegszelvényt szerkesztettem. Mind a fúrásszelvényeket, mind a rétegszelvényt rajzi mellékletként csatolom. (7. melléklet)

3.4.2 Talajok részletes jellemzése

A leszakadt útpálya darabon 2010.04.26-án készült 1 j. fúrásban a felszínt 0,7 m vastagságban rozsdáeres merev homokos kövér agyag borítja (plastikus indexe $I_p=37\%$ konzisztencia indexe $I_c=0,87$). Ez alatt 2,1 m vastagságban merev-gyúrható állapotú kőszemcsés meszes közepes agyagot harántoltak a mélységgel csökkenő majd növekvő víztartalommal ($I_p=28\%$ $I_c=0,74$). 2,6-3,1 m között iszapos homokos kavicsot tártak fel. A fúrás 3,1 m mélységben kőben elakadt. Ezt követően 11,65 m-rel távolabb újabb fúrást készítettek a lecsúszott földtömegben, jele: 1/b.

Az 1/b j. fúrásban a felszínt 1,2 m vastagságban homokos kövér agyag borítja, a felső 0,5 m vastag részén kavicsos is. Alatta merev nagyon kövér agyag települt ($I_p=40\%$ $I_c=0,91$). 1,8-4,8 m között iszapos kavicsos homokot harántoltak (iszap tartalma $I=25\%$, homok tartalma $H=39\%$, kavics tartalma $K=36\%$ egyenlőtlenégi mutatója $C_u=116,98$).

4,8-5,2 m között márgás homokos közepes agyag települt, alatta 2,0 m vastagságban meszes kövér agyag ($I_p=37\%$) rétegződött, aminek a felső 0,7 m-e merev- alatta kemény konzisztenciájú.

A 2 j. fúrás a meg nem csúszott földtömegben 2010.04.27-én készült. A fúrásban a felszint 0,2 m vastagságban zúzottkő borítja. Ez alatt 2,6 m vastagságban rozsdaszerű gyúrható kövér agyag települt ($I_p=33-39\%$ $I_c=0,59-0,64$). 2,8-3,7 m között agyagcsomós homokos kavicsot harántoltak ($A+I=21\%$, $H=37\%$, $K=42\%$). Alatta 1,1 m vastagságban kavicsos homokos közepes agyag jelentkezett. 4,8-5,2 m között kemény közepes agyagot tártak fel ($I_p=25\%$ $I_c=1,05$). Ez alatt 1,0 m vastagságban puha homokos kavicsos agyag települt. 6,2-12,0 m között kemény közepes agyag található ($I_p=27\%$ $I_c=1,02-1,14$).

A fentiekből kiindulva alapos mérlegelés után feltárt szemcsés anyagok és talajok rézsúállékonyság szempontjából meghatározó, a mértékadó szilárdsági, fizikai jellemzők az alábbiak szerint alakulnak. (Geo-Terra Kft. 2010.)

Talaj megnevezése	Talaj magassági elhelyezkedése [m]	Belső súrlódási szög „ φ ” [°]	Kohézió „c” [kPa]	Nedves térfogatsúly „ γ ” [kN/m ³]
Gyúrható kövér agyag	0 – 2,8	12	25	20
Kavicsos homokos agyag	2,8 – 4,8	20	25	20
Kemény közepes agyag	4,8 – 5,2	16	45	20
Homokos kavicsos agyag	5,2 – 6,2	16	35	20
Kemény közepes agyag	6,2 – 12,0	16	45	20

4. táblázat: Mértékadó szilárdsági, fizikai jellemzők

3.5 Talajvízviszonyok

A fúrásokban a nyugalmi talajvíz szintje 2010.04.26-27-én 143,27 – 143,43 mBf szintek között volt, ez rétegvíz jelenlétére utal, mert az út rézsűjének talppontja 140 – 141 mBf szintek között van, és a rézsűfelületen vízkilépés nyoma nem volt észlelhető.

A tervezési területtől légvonalban mintegy 500 – 600 m-re épült 2003-ban a Mátyás király Sajó híd, az építés idején a folyó MÁSZ szintje 141,13 mBf volt.

2010 májusában és júniusában az eddig mért legmagasabb vízszintekkel tetőzött a Sajó. A híd kifolyási oldalánál mederközépen 2010.06.07-én 140,5 mBf-t mértek. Ez alapján a tervezett útnál a mértékadó árvízszint 140,5 mBf +1,0 m szinten, tehát 141,5 mBf. (Geo-Terra Kft. 2010.)



50. ábra: Szivárgóvizek elvezetése az építési időszak alatt

Az építési időszak alatt a rézsű kibontásakor jelentős mennyiségű szivárgóvíz jelentkezett, melyek összegyűjtését hosszirányban a szürke kemény köves-agyag rétegben vízgyűjtő árokkal, folyamatos elvezetését pedig egy KG PVC csővel oldották meg. (47. ábra)

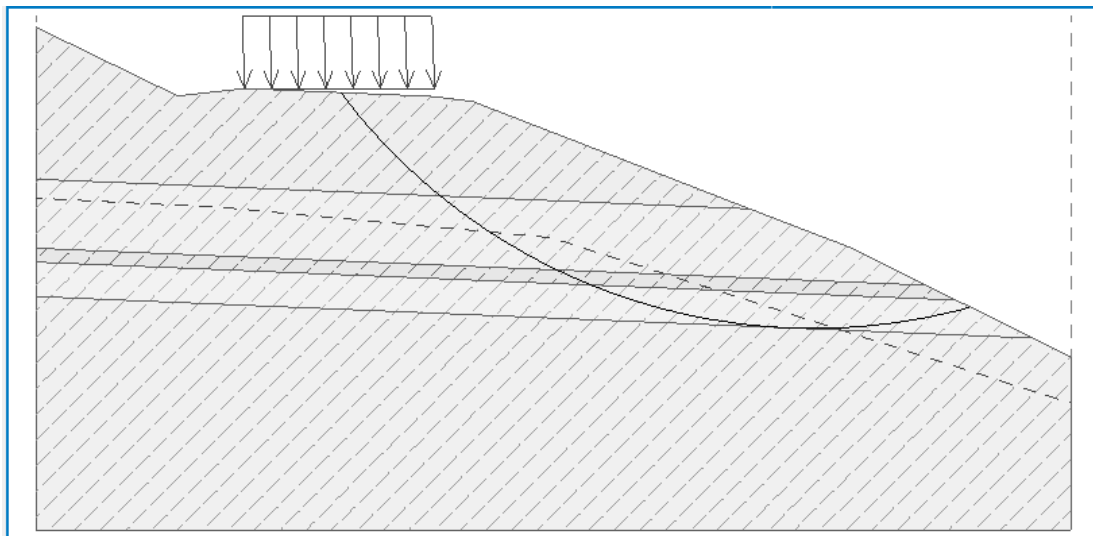
4. Számítások

A rendelkezésemre álló kiindulási adatok alapján a GEO5 és Plaxis programok segítségével az MSZ EN 1997 Eurocode 7 alapján méreteztem, és ellenőriztem a szóba kerülő helyreállítási technológiákat.

4.1 Számítások GEO5 programmal

Rézsúállékonyság – természetes állapot

Első lépésként a tönkremenetel állapotának modellezését végeztem el. A talajfeltárási vizsgálatok alapadatainak felhasználásával a lehető legpontosabb terep és talajszelvény ábrázolással elkészítettem a „Rézsúállékonyság” nevű terepmodellt, melyen a számítások elvégzését követően olyan eredményt kaptam, miszerint a határállapot nem következett be, 47,4%-os kihasználtság mellett a rézsú megfelelő. Azaz a természetbeni állapot szerint a tönkremenetel nem következhet be. (1. melléklet)

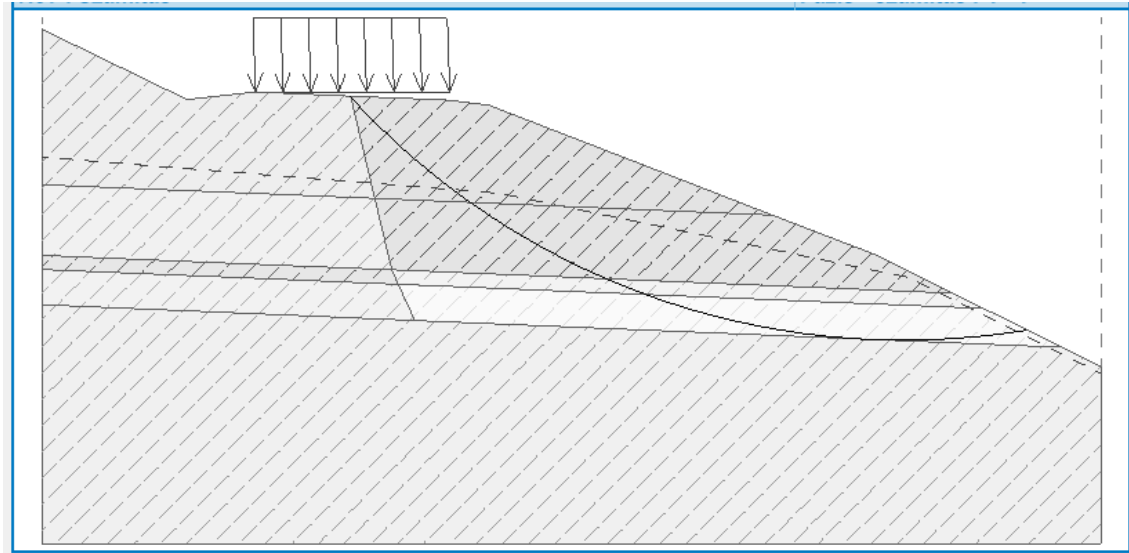


51. ábra: Rézsúállékonyság – természetes állapot

Rézsúállékonyság - átázott

Ismerve azonban a rézsúcsúszás körülményeit (csapadékos időszak, vízelvezetési hiányosságok, átázott földmű, repedéseken szivárgó víz), a talajmodell „lerontásával” megpróbáltam létrehozni a tönkremeneteli állapotot. Az út tengelyétől völgy felé eső oldalon, ugyanazokat a megnevezésű talajokat alkalmazva, de csökkentett talajfizikai

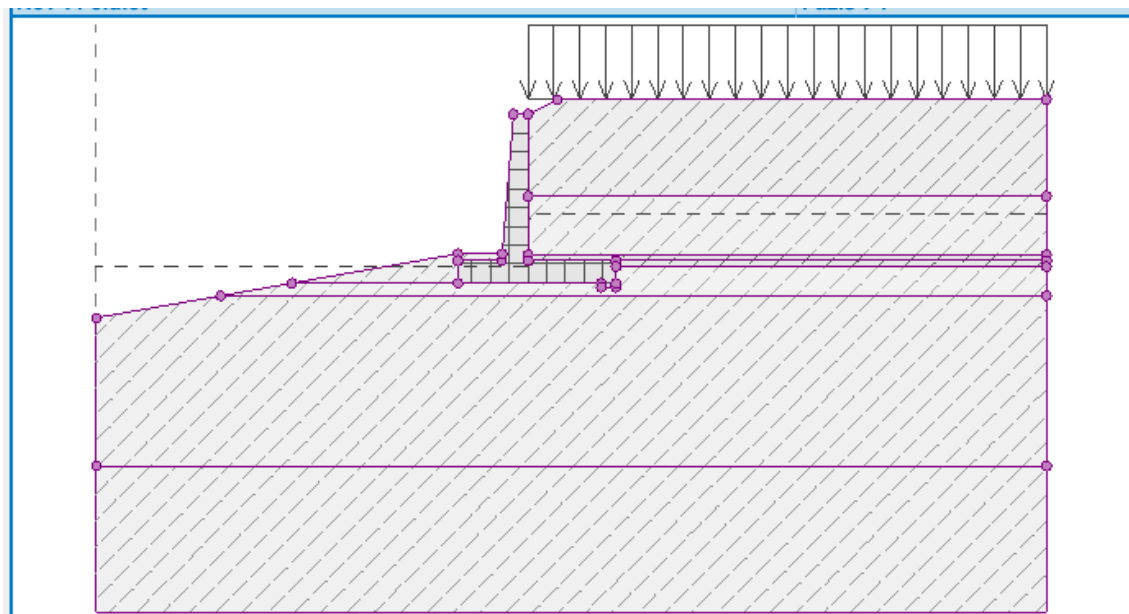
paraméterekkel állítottam fel a modellt, a nyugalmi talajvízszint megemelésével, a kohézió lerontásával. Így a tönkremenetel bekövetkezett, azaz a legrosszabb állapotot sikerült bemutatnom. (2. melléklet)



52. ábra: Rézsúállékonyság - átázott

Rézsúállékonyság - szögtámfal

Első helyreállítási technológiaként a szögtámfal építésével próbálkoztam, minden esetben kétféle állapotban végeztem el a számításokat.

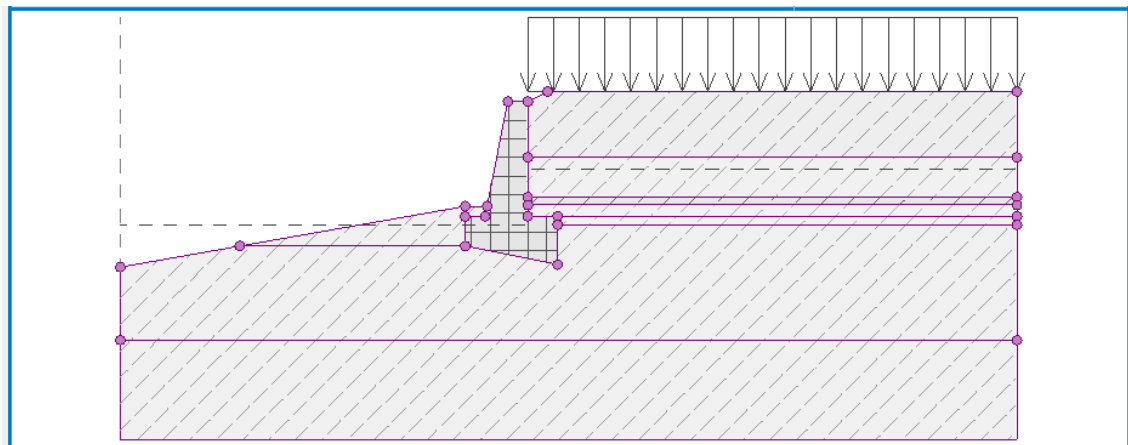


53. ábra: Rézsúállékonyság - szögtámfal

Az első esetben az eredeti rétegszelvényt felhasználva, a feltárás talajfizikai paramétereivel, azaz egy olyan állapotot feltételezve, melyben nincsenek különös körülmények (átázott talaj, repedések, stb.). Második esetben pedig a tönkrement pályaszerkezet alatti talajtömeg teljes cseréjével, és homokos kavics beépítésével számoltam. A számítások során bebizonyosodott, hogy mindkét elképzelés helytálló, a második esetben a szerkezet karcsúsítására nyílik lehetőségünk a megváltozott erőjáték okán. Azonban a természetidegen (vasbeton) építéstechnológia okán ezt a verziót elvetettem. (3. melléklet)

Rézsűállékonyosság - súlytámfal

Ebben az esetben egy habarcsba rakott kő falazatot képzeltem el, esztétikai megjelenése miatt kedvezőnek vélem, a számítások során bebizonyosodott, hogy ez a megoldás csak akkor lesz megfelelő, ha kellő méretekkel rendelkezik, ami azonban a kitűzött célokat nem teljesíti. A nagy élőmunka és alapanyag igénye miatt nem emellett a módszer mellett döntöttem. (4. melléklet)

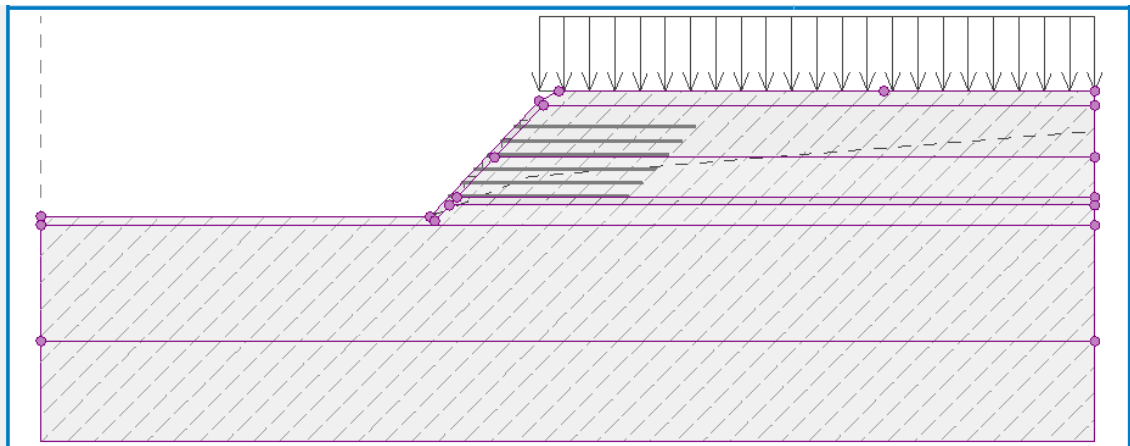


54. ábra: Rézsűállékonyosság - súlytámfal

Rézsűállékonyosság - MSF fal

A mechanikailag stabilizált falak esetében valamilyen különleges módszerrel javítunk a talaj fizikai paraméterein, vagy kihasználjuk a modern technológiák előnyeit. Jelen esetben TENSAR 40RE egytengelyű georács alkalmazásával erősítettem földművet, 9 m hosszú szőnyegek beépítésével, 70 cm-enként ismétléssel. A rézsút kőborítással láttam el, megjelenési és erózióvédelmi okok miatt. Megfelelő szaktudás és beépítési gyakorlat esetén a szerkezet gazdaságosan megépíthető lenne, azonban a meredek rézsű

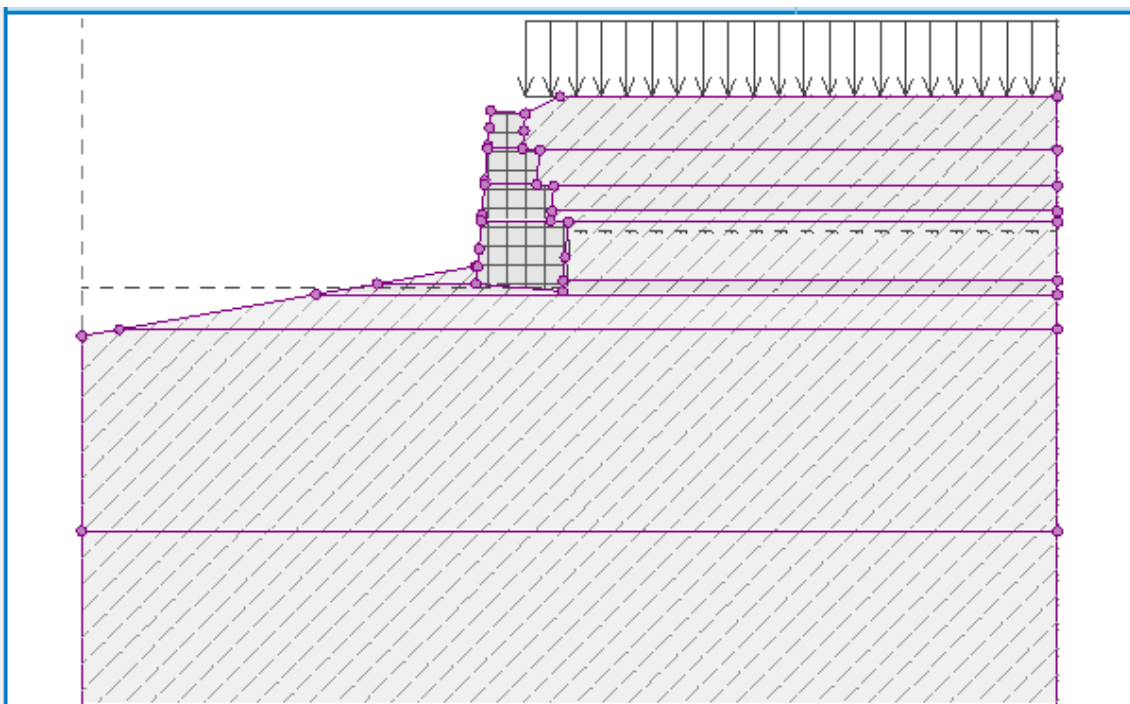
miatti jelentős idegen terület érintettség okán más megoldás mellett döntöttem. (5. melléklet)



55. ábra: Rézsúállékonyág - MSF fal

Rézsúállékonyág - gabion fal

Végül a gabion fal építésének a lehetőségét vizsgáltam meg, a szemet gyönyörködtető műtárgy környezetbarát építési technológiát rejt, megfelelő gyakorlattal gyors ütemben kivitelezhető, hosszú távon is biztonságosan üzemeltethető megoldást nyújt.



56. ábra: Rézsúállékonyág - gabion fal

Mindamellet megismervén jobban a fenntartás tapasztalatait, jellemzően a vízelvezetés nehézségeire kell különösen odafigyelni, a háttöltés víztelenítéséről gondoskodni kell.

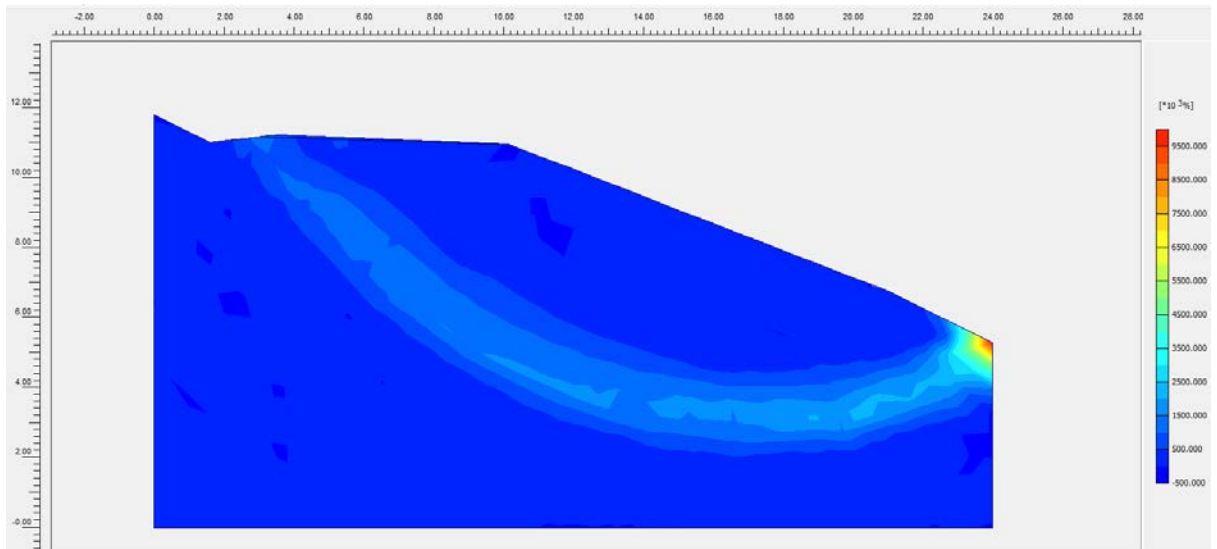
A számítások során kiderült, hogy a gabion fal méreteinek növelése válhat szükségessé a teljes homokos kavics talajcsere esetén. A nagy tömeg vízszintes irányú erőivel szemben ez a speciális építési technológia nem feltétlenül kedvező, továbbá a gabion kosarak egymáshoz való rögzítése pontos technológia utasításban szabályozandó. (6. melléklet)

Mindegyik megoldás esetében következtetésként levonhatjuk, hogy az első verzióban (eredeti rétegszelvény) mindegyik technológia megfelelő lehet, azaz a tönkremenetel így sem következne be, homokos kavics talajcsere esetén a belső súrlódási szög növekedésével és a kohézió elvesztése mellett is állékony szerkezeteket kapunk, egyes esetekben a befoglaló méretek csökkentésével, „karcsúsításával” a létesítmények gazdaságosabb megépítésére is sor kerülhet.

Fentiek alapján elmondhatjuk, hogy hasonló körülmények között, a beruházói oldal megfelelő anyagi fedezete és az üzemeltetési, megelőzési szándék esetén mind a négy technológia megfelelő. De esztétikai, környezettudatossági, fenntartási szempontok miatt választásom végül a gabion fal tervezésére esett. Mindegyik megoldás esetében különös figyelmet igényelnek a szivárgó és rétegvizek elvezetése, mindemellet rendszeres, gondos felszíni vízelvezetés szükséges. Az esetleges árvizek károsító hatásai ellen is védeni kell a megvalósításra kerülő művet.

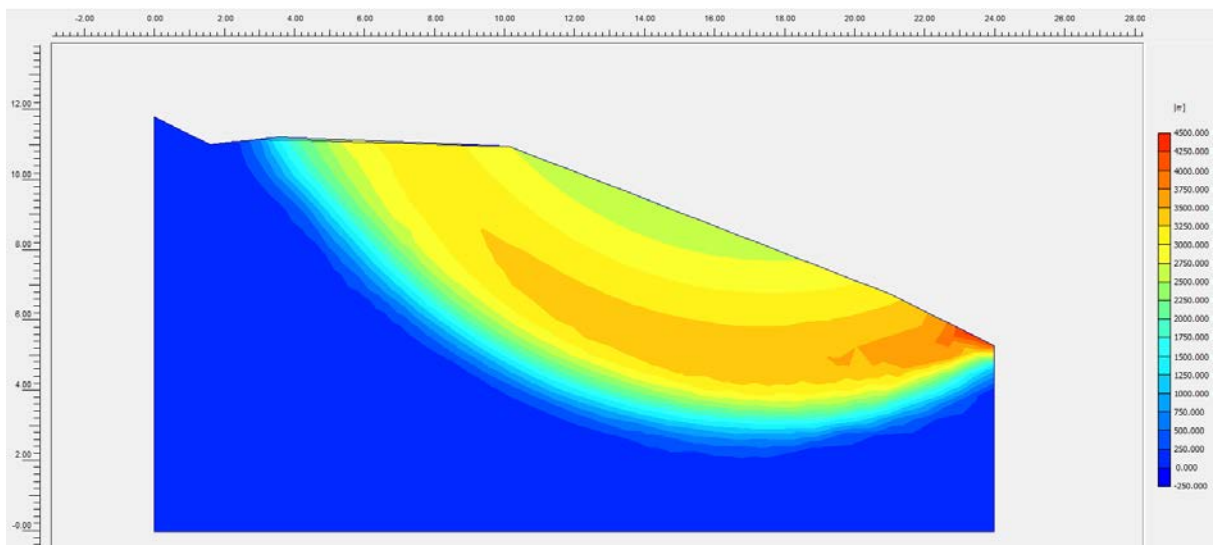
4.2 Számítások PLAXIS programmal

Első lépésként megrajzoltam a modell lehető legpontosabb geometriáját. Az agyag talaj fizikai paramétereinek megadását és a szelvényhez rendelését követően megadtam a nyugalmi talajvízszint értékeit, illetve beállítottam a felszíni kezdeti terheket. A számítások elvégzését követően a talajszelvényben ébredő húzófeszültségek grafikonját generáltam.



57. ábra: Plaxis - húzófeszültségek

A következő lépésben a teljes növekményeket jelenítettem meg.



58. ábra: Plaxis – teljes növekmények

A számítási információk részletekbe menően nyújtanak adatokat a végbement folyamatról, melyből kiderül, hogy az elkészített talajszelvény állékonysági biztonsági tényezője 2,46, azaz megfelelő.

Összességében tehát elmondhatjuk, hogy amennyiben a talajvizsgálat során nyert paraméterekkel számolunk, akkor az eredeti állapotú rézsű tönkremenetele nem következhetett be, mindenféleképp valamilyen megszokottól eltérő külső hatás vagy körülmény okozta a káreseményt.

4.3 Kézi számítás

A fal kiborulással szembeni megfelelőségét végzem el kézi számítással.

Az MSZ EN 1997-1:2006 (EC7) szerint a helyzeti állékonyság határállapotának (kiborulás) vizsgálatához a hatások parciális tényezői a következők:

Hatás	Jel	Érték
Állandó		
Kedvezőtlen	$\gamma_{G,dst}$	1,1
Kedvező	$\gamma_{G,stb}$	0,9
Esetleges		
Kedvezőtlen	$\gamma_{Q,dst}$	1,5
Kedvező	$\gamma_{Q,stb}$	0

A talajparaméterek parciális tényezői a Nemzeti Melléklet szerinti módosítással a következők:

Talajparaméter	Jel	Érték
Hatékony súrlódási szög	$\gamma_{\varphi'}$	1,35
Hatékony kohézió	$\gamma_{c'}$	1,35
Térfogatsúly	γ_{γ}	1,0

Első lépésként az aktív földnyomás értékét határozom meg „z” mélységben.

$$\sigma_a(z) = K_a \cdot (\gamma \cdot z + q) - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

K_a : az aktív földnyomási tényező;

c : a talaj kohéziója;

q : a függőleges térszíni teher;

γ : a megtámasztott talaj térfogatsúlya.

Az aktív földnyomási tényező:

$$K_a = \frac{\cos\sigma \cdot \cos^2(\varphi + \alpha)}{\cos^2\alpha \cdot \left[\sqrt{\cos(\alpha - \delta)} + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

φ : a fal mögötti talaj belső súrlódási szöge;

δ : a falsúrlódási szög (kb $2/3 \times \varphi$)

β : a terephajlás a fal mögött

α : a fal függőlegessel bezárt hajlásszöge

A vizsgálatot gabion fal esetén a szerkezet minden kritikus egységére el kell végezni. Ez gyakorlatilag a különböző méretű gabion kosarakból összeállított támfal keresztmetszet szélesség közötti váltásai fölötti részek önálló kiborulási vizsgálatát jelenti. A számításomban csak a legalsó, 2,5 m szélességű és 1 m magasságú egység vizsgálatát végzem el.

$$z = 5 \text{ m} \quad \alpha = 15^\circ \quad \beta = 7^\circ \quad \delta = \text{kb } 2/3 \times \varphi = 10^\circ$$

$$\varphi = 16^\circ \quad \varphi' = \varphi / \gamma_\varphi = 11,99^\circ$$

$$c = 35 \text{ kPa} \quad c' = c \times \gamma_{c'} = 25,93 \text{ kPa}$$

$$q = 20 \text{ kN/m}^2 \quad q' = q \times (\gamma_{G,\text{dst}}/\gamma_{Q,\text{dst}}) = 27,27 \text{ kN/m}^2$$

$$K_a = \frac{\cos 10^\circ \cdot \cos^2(11,99^\circ + 15^\circ)}{\cos^2 15^\circ \cdot \left[\sqrt{\cos(15^\circ - 10^\circ)} + \sqrt{\frac{\sin(11,99^\circ + 10^\circ) \cdot \sin(16^\circ - 7^\circ)}{\cos(15^\circ + 7^\circ)}} \right]^2}$$

$$K_a = 0,5369$$

$$\sigma_a(z) = 0,5369 \cdot \left(20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 5 \text{ m} + 27,27 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right) - 2 \cdot 25,93 \text{ kPa} \cdot \sqrt{0,5369}$$

$$\delta_a = 30,34 \text{ kN/m}^2$$

E földnyomás számítása „z” mélységben.

$$E_x = \frac{\sigma_a \cdot z}{2}$$

$$E_x = \frac{30,34 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 5 \text{ m}}{2}$$

$$E_x = 75,85 \text{ kN/m}^2$$

$$E_y = E_x \cdot \operatorname{tg} \delta$$

$$E_y = 75,85 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot \operatorname{tg} 10^\circ$$

$$E_y = 18,37 \text{ kN/m}^2$$

Súlytámfal G önsúly számítása.

A gabion fal felülete $9,5 \text{ m}^2$.

$$G_y = A \cdot \frac{\gamma}{\gamma_{G,\text{dst}}}$$

$$G_y = 9,5 \text{ m}^2 \cdot \frac{20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}}{1,1}$$

$$G_y = 172,73 \text{ kN/m}^2$$

$$G_x = G_y \cdot \operatorname{tg} \delta$$

$$G_x = 172,73 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot \operatorname{tg} 5^\circ$$

$$G_x = 15,11 \text{ kN/m}^2$$

A gabion fal domb felőli oldalára egy nyomatéki egyenletet felírva adódik az eredő erő karjának hossza, mely távolság a feltételek szerint a gabion fal talphosszának 2/3-án belül kell legyen.

$$x_G \times G_y + x_E \times E_y = x_N \times N_y$$

$$N_y = G_y - E_y$$

$$N_y = 172,73 \text{ kN/m}^2 - 18,37 \text{ kN/m}^2 = 154,36 \text{ kN/m}^2$$

$$0,19 \text{ m} \times 18,37 \text{ kN/m}^2 + 1,27 \text{ m} \times 172,73 \text{ kN/m}^2 = x_N \times 154,36 \text{ kN/m}^2$$

$$x_N = 1,44 \text{ m}$$

$$2/3 \times 2,5 = 1,66 \text{ m}$$

1,66 m < 1,44 m tehát a legalsó gabion elem kiborulás ellen megfelel.

5. Műszaki leírás

A kiindulási adatok, a természetföldrajzi adottságok, a tönkremeneteli előzmények ismeretében, a programokkal végzett számítások és modellek alapján elkészítettem az általam ideálisnak vélt helyreállítási technológiát bemutató rajzi dokumentumokat. A műszaki leírás alapjául a Geo-Terra Kft. által készített Geotechnikai terv a 2527 j. út 0+729 – 0+791 km sz. közé tervezett megtámasztó vasaltföld támfal tárgyában c. munka szolgált.

5.1 Geotechnikai kategória besorolása

A tervezési területen a természetes rézsúhajlás átlagosan 40%. Ezt, valamint az építmény fontosságát tekintve a megoldandó feladat 3. geotechnikai kategóriába sorolandó.

5.2 A tervezett építmény bemutatása

5.2.2 A megfelelő műszaki megoldás kiválasztásának fontosabb szempontjai

A tervezett szerkezet kiválasztásánál nagy hangsúlyt fektettem a vízzel szembeni ellenálló képességre. Bár a terv részeként a felszíni vízelvezetés rendezetté válik a területen, figyelembe kell venni, hogy az út feletti területen végzett erdészeti beavatkozások miatt a csapadékkal együtt nagyobb mennyiségű hordalék is érkezhetsz, ami ideiglenesen eltorlaszolhatja a víz útját az árokban. Ekkor a csapadék kilép a medréből és az út jobb oldalára átfolyva a földművön keresztül a Sajó árterére jut. Tehát olyan szerkezetet kellett találni, ami úgy képes – esetlegesen nagyobb mennyiségű – víz elvezetésére, hogy szerkezete nem változik meg, felülete nem rongálódik. A meredek domboldal irányából nagy valószínűséggel időszakosan rétegvíz szivárgások is történnek, aminek távozását a létesítendő szerkezet nem gátolhatja, és azzal szemben ellenállónak kell lennie.

Az út kezelője részéről elvárás, hogy olyan megoldás kerüljön megvalósításra, ami nem, vagy csak minimális idegen területet vesz igénybe, időtálló és költséghatékony.

5.2.3 A tervezett szerkezet

A kataszteri térképeket áttanulmányozva láthatóvá vált, hogy a meglévő/tervezett út padkájának szélén halad a birtokhatár, így a szerkezetnek meredek részüvel kell rendelkeznie.

A fent leírt műszaki, esztétikai, fenntarthatósági és egyéb követelmények összességének leginkább a gabion támfalak felelnek meg. A tervezett gabion támfal magassága 5,0-6,0 m 95°-ban hátra hajló homlokfelülettel. A támfal alsó széle vízszintes értelemben az úttengelytől 6,5-7,0 m távolságban kerül kialakításra. A gabion fal 2 db 2,5x1,0 m, 2,0x1,0 m, 1,5x1,0 m és 2db 1,0x0,5 m-es egymásra helyezett függőleges osztatokban készül teljes szélességében. A gabion fal völgy felőli oldala egy síkot képez, a domb felőli oldala lépcsős kialakítású. A támfal magassági kialakítása rendre a következő táblázat szerint készül 0+027,5 km sz.-től kiindulva:

gabion fal szakasz hossza [m]	gabion fal felső éle [mBf]	gabion fal alsó éle [mBf]	gabion fal magassága [m]
10,80	146,78	141,59	5,0
17,00	145,18	139,99	5,0
34,20	144,58	139,39	5,0

A gabion fal úttal párhuzamos homlokfelületét 0+027,5 – 0+091,5 km sz. között kell kialakítani és a két végét arra merőleges gabion falakkal kell lezárni. A két lezáró gabion falat, szárnyfalat 8,0 m hosszban kell kialakítani, úgy hogy magassága 1 m-enként 0,5 m-rel lépcsősen csökkenjen, követve a terep hajlását.

A gabion fal és az elhabolási védelem helyén lévő kötött talajokat a fal alsó síkjáig ki kell termelni. Az ideiglenes részsűkett 1:1 hajlással lehet kialakítani. A gabion fal építéskor a részsűt lépcsőzni kell, a lépcsők magassága 60 cm legyen, a lépcsőket kifelé kell ejtetni 4%-os lejtéssel. A kialakítandó legfelső lépcső a meglévő burkolat szélénél érjen ki az útpálya szintjére.

A gabion falba beépített talajoknak nagy vízáteresztő képességűeknek kell lenniük, ezen kívül a Sajó LNV szintje +1,0 m-ig az elhabolásnak is ellen kell álljanak. Ennek érdekében a gabion fal alatt a teherátadás figyelembe vételével 1,5-m-es trapéz szelvényben homokos kavicsot kell beépíteni, a termett talajtól geotextiliával történő elválasztással a feliszapolódás ellen. A homokos kavics víztelenítéséről külön nem kell

gondoskodni, a termett talaj tulajdonképpen egy agyagos, kőzet jellegű talaj, melyben a víz elszivárog. A fal alsó síkja alatt előálló kemény agyagtalajok alapozásra alkalmasak, különleges töltésalapozásra nincs szükség.

A fal mögé 141,50 mBf szintig zúzottkővet kell beépíteni $d=3-15$ cm-es szemnagysággal, ennek a tetejére két réteg geotextíliát kell fektetni szintén elválasztó funkcióval. A geotextília feletti részt homokos kavicsból kell kialakítani.

A fal mögötti homokos kavics háttöltés víztelenítés érdekében egy monolit vasbeton folyókát kell építeni a fal teljes hosszában. A folyókába műanyag szivárgócső helyezendő, a víz szivárgóba juttatását a mintakeresztmetszelyen bemutatottak szerint egy 5% esésű lapdrain biztosítja. A lapdraint a gabion fal hátsó oldalára fel kell vezetni, és megfelelő módon rögzíteni. A szivárgócső üzemeltetésére 10 m-enként tisztítóaknákat kell építeni, és szintén 10 m-enként az összegyűjtött víz elvezetéséről gondoskodni kell műanyag háttöltés szivárgók beépítésével.

A hegy felőli oldalról lefolyó vizek összegyűjtése érdekében TB 40/50/70 mederburkoló elemmel burkolt árok létesítendő 91 m hosszon. Az erdészeti magánút csatlakozásánál rácsos folyóka építendő. A tervezési szakasz végén a 0+100 szelvényben az összegyűjtött vizek egy előregyártott vasbeton elemekből épített akna közvetítésével és 60 egy 0,60 m átmérőjű csőáteszen jutnak a völgy felőli oldalra. A kimosódás ellen itt gabion lépcső, illetve kőszórás létesítendő.

5.2.4 Gabion fal építési követelményei

A beépítés során a gabion kosarak 1 m-es környezetésben csak kézi vagy kisgépes tömörítési eljárások alkalmazhatóak.

A gabion fal munkagödrének kinyitása előtt fizikailag le kell zárni a munkaterületet, megakadályozva ezzel, hogy az útlezárás ellenére járművekkel áthajtsanak a rézsűcsúszás mellett, az útpadkán. A 0+038 – 0+078 km sz. között az útpadkán járművel közlekedni, ill. arra többletterhet (pl. anyagtárolás) felhordani nem szabad a gabion fal elkészültéig.

Az átmeneti tükörréteg építés és a trapéz szelvényű homokos kavics alap beépítése után következik a gabion fal építés. A kőkosarak lapra hajtogatva, összekötözött csomagokban érkeznek a beépítés helyszínére. A csomagok szétbontása után a kőkosarak összeszerelése egyenként, kézi erővel történik. Az összeállított kőkosarakat a beépítés helyén előkészített terepre kell helyezni a terv szerint. Amennyiben a

kökosarak feltöltéséhez viszonylag kicsi, egyenletes méretű köveket használunk, amelyek azonban nagyobbak, mint a gabionháló nyílásmérete, akkor a feltöltés ömlesztéssel történik. A töltőkövek lehetnek zúzottak vagy folyamiak egyaránt.

A gabion fal mögötti háttöltés anyaga jól tömöríthető, jó minőségű földműanyag kell legyen 141,5 mBf szint alatt 30/150 szemeloszlási jellemzőjű zúzottkő, a felett rostalt 0,1/36 szemeloszlási jellemzőjű. A betömörítésre kerülő anyag, a betömörített rétegvastagságot 30 cm-t feltételezve több rétegben történí.

A gabion fal építésénél fokozottan kell figyelni a kivitelezési során a minőség biztosítása érdekében az alábbiakra:

- csak bizonylatolt drótkosár fonat, kőanyag és geotextília építhető be,
- a fektetési felületet gondosan elő kell készíteni,
- a fektetésre kerülő gabion kosár egyenletes felületen kell megépítésre kerüljön,
- a beépítésre kerülő anyag rádöntésnél el kell kerülni a nagy magasságból történő és ezáltal a gabion fal vagy geotextília sérülését okozó anyagdöntést,
- az esetlegesen sérült gabion kosarat meg kell vizsgálni, hogy erőtani szempontból megfelelő-e, és ha nem, akkor ki kell cserélni,
- a gabion fal dőlési síkja nem lehet nagyobb, mint a gyártó által ajánlott egyedi gabionhoz rendelt érték, mert ez a fal stabilitás vesztesét okozhatja,
- a gabion fal alatti felület megfelelően sík- és üregmentes kell legyen az erőátadás egyenletessége érdekében,
- a kivitelezés helyszínén mindig gondoskodni kell a szakszerű műszaki irányításról.

5.2.5 Elhabolás elleni védelem

A gabion fal alsó részét 141,5 mBf szintig zúzottkőből kell építeni. Az út kezelőjével történt egyeztetés alapján a támfal elé 141,5 mBf szintig vízépítési kőből egy töltést kell építeni. A töltés szélességének legalább 1,0 m-nek kell lennie a felső síkján, rézsúhajlásának 1:1,5-nek kell lennie (lásd a minta keresztmetszelvényeken).

5.3 Biztonságtechnikai követelmények

5.3.1 Munkásvédelem és balesetelhárítás

A kivitelezési munkáknál az Építőipari Kivitelezési Biztonsági Szabályzat /ÉKBSZ/ és az 1993 évi XCIII munkavédelmi törvény előírásait szigorúan be kell tartani.

Ezen kívül még az alábbiakat kell figyelembe venni:

- A munka kivitelezéséhez szükséges Technológiai utasítást a munka megkezdése előtt el kell készíteni, annak egy példányát a munkahelyen kell tartani.
- A munka biztonságos elvégzéséhez szükséges létszámot szakmai és képesítési követelményeknek megfelelően biztosítani kell.
- A munka minden fázisában a védősisak használata minden dolgozó számára kötelező! Az egyes munkafolyamatoknál még a következő védőfelszereléseket kell használni:
 - ívhegesztés: védőpajzs vagy védőszemüveg, hegesztőkesztyű;
 - lángvágás: védőszemüveg, hegesztőkesztyű; bőrkötény;
 - anyagmozgatás, kötözés, armatúra beépítés,
 - betonozás: védőkesztyű.
- A gépek kezelését csak megfelelő szakképesítéssel (nehézgépkezelői vizsgával) rendelkező személyek végezhetik.
- A munkahelyi bejáró utakat tisztán és szabadon kell tartani, azokon anyagot tárolni, vagy földet deponálni még átmenetileg sem szabad.
- Sötétedés után, illetve éjszakai munkavégzés esetén a térvilágításról gondoskodni kell.
- Nehéz tárgyak emelése és szállítása közben az emelőgépek és szállítóberendezések hatósugarában csak az oda beosztottak és a munka elvégzésével megbízottak tartózkodhatnak.
- A gépek felvonulása előtt a megrendelőtől, beruházótól írásbeli nyilatkozatot kell kérni arra vonatkozólag, hogy a tervezett támfal helyén elektromos kábel, postakábel, víz-, csatorna-, gázvezeték vagy egyéb földalatti létesítmény nem található, illetve amennyiben szükséges, a földalatti építményeket fel kell tártani és át kell helyezni a munka megkezdése előtt.
- Az elektromos vezetékeket úgy kell telepíteni, hogy a mozgó gépek, berendezések kárt ne tegyenek bennük, illetve azok mozgásterületén kívül

essenek. Az elektromos berendezések, vezetékek érintésvédelméről gondoskodni kell. Csak kifogástalan állapotú és megfelelő szigeteléssel és érintésvédelemmel ellátott elektromos berendezések, vezetékek alkalmazhatók.

- Munkaidő végeztével gondoskodni kell az áramtalanításról és az elektromos berendezések, kapcsolószekrények lezárásáról.
- Meg kell győződni arról, hogy a tervezett munkahely víztelenítése, vízelvezetése megoldott-e. Nem szabad a gépeket felázott, megsüllyedt, egyenetlen talajra, vagy munkagödör szakadólapján belül telepíteni.
- Feszültség alatt lévő erősáramú, kis-, és nagyfeszültségű légvezeték veszélyes közelségébe gép nem telepíthető.

A gabion fal legfelső elemén 60 m hosszon időjárásálló, horganyzott acél biztonsági korlát létesítendő a gyártó által szolgáltatott építési technológiai leírásnak megfelelően.

5.4 Környezetvédelem

A technológiából adódóan a környezetre a veszélyt a por, a sár, a zaj jelentheti.

Száraz időben a pormentesítésről locsolással gondoskodni kell.

A gépek üzemelése, javítása közben esetlegesen a földre csurgó olajat, olajjal szennyezett földet zárt edénybe össze kell gyűjteni, és az arra kijelölt lerakóhelyre kell szállítani.

Összefoglalás

Hazai közútjainkon gyakran találkozhatunk kisebb-nagyobb hibákkal, tönkrement burkolatokkal. Egy ilyen példa erre a Vadrát Sajóvelezddel összekötő 2527 jelű úton bekövetkezett rézsűcsúszás is, mely helyreállítása sürgető feladat volt az üzemeltető részére. Szakdolgozatomban először bemutatam a főiskolai évek alatt megismert szakirodalom vonatkozó fejezeteit, tönkremenetelek fajtáit, a lehetséges helyreállítási módokat, számítási és ellenőrzési lehetőségeket, majd a tervtári kutatások során fellelt környékbeli talajfeltérési munkák, illetve építkezések ide vágó beavatkozásait áttekintve leszűrtem azok tanúságait. Ezt követően kitértem a konkrét esetet befolyásoló környezeti adottságok bemutatására, a rézsűcsúszás körülményeit és lefolyását részleteztem néhány bekezdésben. A rendelkezésemre álló helyszíni fúrési adatok és a laboratóriumi vizsgálatok eredményeit felhasználva elkészítettem a tönkremenetet bemutató talajmodell számítógépes ábrázolással, majd ellenőriztem a szóba kerülő helyreállítási technológiákat. Végül a számomra fontosnak vélt feltételek szerint, úgy mint gazdaságosan megépíthető és hosszú távon is kis ráfordítást igénylő fenntartható technológia, tájba illő megjelenés, stb. kiválasztottam az ideális műszaki megoldást, mely bemutatását a műszaki leírásban részleteztem, és rajzi munkarészekkel illusztráltam.

A szakdolgozat írása folyamán világossá vált, hogy legnagyobb valószínűséggel a csapadék és a talajvízviszonyok valamint az üzemeltetési hiányosságok okozhatták a földmű tönkremenetelét. Erre való tekintettel kitértem a vízelvezetés mindenkori fontosságára. A számítógépes programok segítségével bebizonyosodott, hogy az eredeti állapot szerint, eredeti talajfizikai paraméterekkel a tönkremenetel nem következett volna be.

Mivel a környékbeli erdős-dombos vidékeken sok hasonló, potenciális helyszínen következhet be ilyen lefolyású károsodás, így ennek tipikus jele is vizsgálhatóak. Elképzelésem szerint egyes növényfajok – akár a talaj, csere vagy az állományképző fajok – felbukkanása indikátor jellegű, melyből kellő mennyiségű helyszíni felmérés elemzésével következtethetünk a növényfajok és a talaj vízháztartásának összefüggéseire. Álláspontom szerint a szivárgó víz jelenléte a növényzet által „megmutatja” magát, így a gondos üzemeltető ezen jelek alapján felkészülhetne az ütemezett felújítási feladataira.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani azoknak, akik nagyon sokat tettek azért, hogy ez a diplomamunka létrejöhessen. Elsőként szeretném megköszönni Firgi Tibor, tanár úrnak a sok hasznos tanácsát, odaadó figyelmét és segítségét. Hálával tartozom külső konzulensemnek, Pozsár László geológusmérnöknek és a Geo-Terra Kft.-nek az áldozatos segítségükért, önzetlenségükért és türelmükért. Köszönöm a nélkülözést a Magyar Közút Nonprofit Zrt.-nek, a kedves feletteseimnek és a kollégáimnak.

Végül, de nem utolsósorban szeretett családomnak, hogy minduntalan bíztattak: „tanuljál kicsi Bálint!”.

Felhasznált irodalom

- ALFÖLDI L. – BALOGH K. – RADÓCZ GY. – RÓNAI A. (1975) Magyarország 200 000-es földtani térképsorozat M-34-XXXIII Miskolc, Magyarázó, Budapest
- BARÁZ CS. (2002) A Bükki Nemzeti Park, Eger
- BARTOS S. – KRÁLIK B. (2006) Mélyépítés II., I kötet Földművek, Budapest
- DÖVÉNYI Z. (2010) Magyarország kistájainak katasztere, Budapest
- FAUR K. B. – SZABÓ I. Geotechnika 13 ÚMFT TÁMOP jegyzet, Budapest
- GEO-TERRA KFT. (2010) Részletes geotechnikai szakvélemény, Budapest
- GEO-TERRA KFT. (2010) Geotechnikai terv a 2527 j. út 0+729 – 0+791 km sz. közé tervezett megtámasztó vasaltföld támfal tárgyában
- KOVÁCS M. (2009) Földművek, Budapest
- MARKÓ I. (1975) Földművek- védelem, Budapest
- MÓCZÁR B. Talajszegezés előadás kézirat, Budapest
- PÁLOSSY L. – SCHARLE P. – SZALATKAY I. (1985) Földtámfalak, Budapest
- SCHMIDT E. R. (1961) Magyarország vízföldtani atlasza, Budapest
- SCHMIDT G.- VARGA G. (2004) Famutató, Sopron
- SZEPESHÁZI R. (2008) Geotechnika egyetemi jegyzet, Győr
- SZEPESHÁZI R. (2008) Geotechnikai tervezés, Budapest
- TAKÁCS A. Támfalak előadás kézirat, Budapest
- TÓTH G. Korszerű megoldások az út- és vasútépítésben előadás kézirat, Budapest
- MSZ EN 1997-1:2006 (2006) Magyar Szabvány Eurocode 7: Geotechnikai tervezés

<http://www.tensar.hu>

www.foldrenges.hu

<http://www.geosoftware.hu>

Kép és ábrajegyzék

cím	oldalszám
1. ábra: gravitációs lejtőmozgások típusai (Szepesházi R. 2008)	9
2. ábra: Lesuvadt rézsű	10
3. ábra: Tört térszínnel határolt féltér határegyensúlyi vizsgálata	12
4. ábra: Csúszólap alakok	13
5. ábra: Rézsűállékonysági vizsgálat sík szakadólappal	14
6. ábra: Szőnyegcsúszás	15
7. ábra: A csúszó tömeg egyensúlya	15
8. ábra: Körülményektől függő várható legveszélyesebb csúszólapok	17
9. ábra: Rézsűállékonyság lamellás módszerrel	18
10. ábra: Lamellákra ható erők	18
11. ábra: A legfelső lamella erőjátéka	19
12. ábra: Közbenső lamellák erőjátéka	19
13. ábra: Legalsó lamella erőjátéka	20
14. ábra: A csúszólapon támadó erő iránya	20
15. ábra: Az állékonyságvizsgálat menete	21
16. ábra: Állékonysági tényező értékei a rézsűhajlás függvényében Taylor sz.	25
17. ábra: Rézsűállékonyság vizsgálata nomogrammal	26
18. ábra: Súlytámfalak erőjátéka	28
19. ábra: Súlytámfalak típusai	28
20. ábra: Súlytámfalak statikai méretezése	29
21. ábra: Szögtámfalak típusai	30
23. ábra: Eredő erő külpontossága	31
24. ábra: Kiborulás	31
25. ábra: Elcsúszás	32
26. ábra: Feszültségek a talpponton	32
27. ábra: Alaptörés	33
28. ábra: Máglyafal szerkezete	34
29. ábra: Máglyafalak	35
30. ábra: Gabion drótháló méretek	37
31. ábra: Gabion fal	38
32. ábra: Vasalt talajtámfal építésének egyik módszere (Telescope)	39

33. ábra: Vasalt talajtámfal szerkezete	39
34. ábra: Vasalt talajtámfalak	40
35. ábra: Talajszegek elhelyezése	40
36. ábra: Talajszegek	41
37. ábra: A szádpallók lehajtásának a módszerei	42
38. ábra: A folyadékszállítású, marótárcsás réselőgép (hydrofräse)	43
39. ábra: Cölöpfaltípusok	44
40. ábra: Takarás nélküli hézagos cölöpfal	45
41. ábra: Georácsok (Tóth G.)	46
42. ábra: kéttengelyű georács (Tensar honlap)	47
43. ábra: Ferde felületet szilárdító gyökérzet (Pálossy L. 1985)	48
44. ábra: Meredek rézsút erősítő, rétegesen elhelyezett növényzet	48
45. ábra: Területkímélő, erősített földmű (Pálossy L. 1985)	49
46. ábra: Földtani térkép	58
47. ábra: A Bükk és az Upponyi hegység, valamint a Sajó-Bódvaköz vízrajzi térképe – részlet (Schmidt E. R. 1961)	60
48. ábra: Magyarország Szeizmikus Zónatérképe (www.foldrenges.hu)	62
49. ábra: Vízmosás és nyiladék a helyreállított ív fölött	65
50. ábra: Szivárgóvizek elvezetése az építési időszak alatt	69
51. ábra: Rézsűállékonyság – természetes állapot	70
52. ábra: Rézsűállékonyság – átázott	71
53. ábra: Rézsűállékonyság – szögtámfal	71
54. ábra: Rézsűállékonyság – súlytámfal	72
55. ábra: Rézsűállékonyság - MSF fal	73
56. ábra: Rézsűállékonyság - gabion fal	73
57. ábra: Plaxis – húzófeszültségek	75
58. ábra: Plaxis – teljes növekmények	75

Táblázatok jegyzéke

1. táblázat: Útmenti rézsűk fásítására ajánlott fajok (Schmidt G. 2004)	51
2. táblázat: 2527 jelű út pályaszerkezeti adatai (OKA, 2015)	64
3. táblázat: Laboratórium vizsgálatok és vonatkozó szabványaik	67
4. táblázat: Mértékadó szilárdsági, fizikai jellemzők	68

Mellékletek

Részűállékonyság számítás

Adatbev.

Projekt

Munka : Részűállékonyság pontos alapok átázott

Rész : Szakdolgozat

Szerző : Lőrinczi Bálint

Dátum : 2015.05.19.

Beállítások

Magyarország - EN 1997

Stabilitás vizsgálat

Földrengés számítás : Szabványos

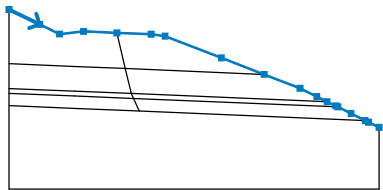
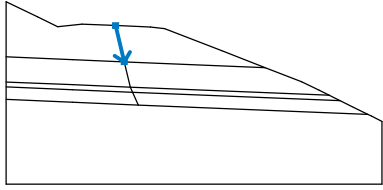
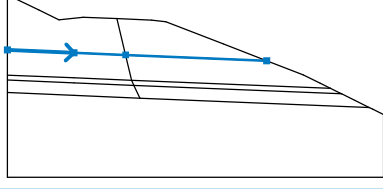
Ellenőrzési módszer : EN 1997 szerint

Tervezési módszer : 3 - hatások (GEO, STR) és talajparaméterek csökkentése

Hatások (A) parciális tényezői					
Tartós tervezési állapot					
		STR állapot		GEO állapot	
		Kedvezőtlen	Kedvező	Kedvezőtlen	Kedvező
Állandó hatások :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
Esetleges hatások :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Vízből adódó teher :	$\gamma_w =$			1,00 [-]	

Talajparaméterek (M) parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
Belső surlódás parciális tényezője :	$\gamma_\phi =$	1,35 [-]	
Hatékony kohézió parciális tényezője :	$\gamma_c =$	1,35 [-]	
Drénezetlen nyírószilárdság parciális tényezője :	$\gamma_{cu} =$	1,50 [-]	

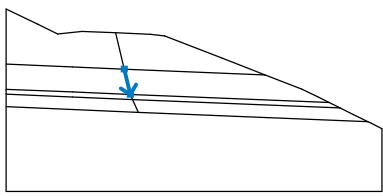
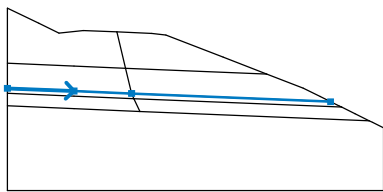
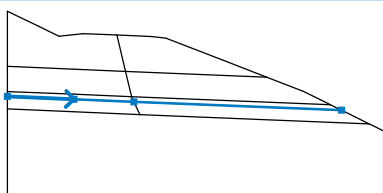
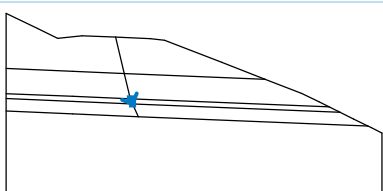
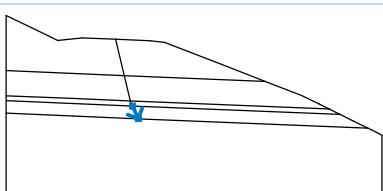
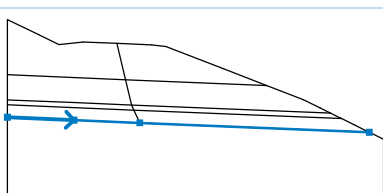
Felület

Sz.	Felület helye	Felület pontjainak koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	20,15	2,50	18,94	4,11	18,16
		6,05	18,37	8,74	18,25	11,52	18,14
		12,65	18,00	17,22	16,23	20,68	14,89
		23,59	13,77	24,95	13,09	25,78	12,68
		26,49	12,33	26,66	12,25	27,73	11,72
		28,87	11,15	29,14	11,02	30,00	10,59
2		8,74	18,25	9,43	15,36		
3		0,00	15,75	5,31	15,53	9,43	15,36
		20,68	14,89				



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Felület helye	Felület pontjainak koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
4		9,43	15,36	9,91	13,34		
5		0,00	13,75	5,31	13,53	9,91	13,34
		25,78	12,68				
6		0,00	13,35	5,31	13,13	10,09	12,93
		26,66	12,25				
7		9,91	13,34	10,09	12,93		
8		10,09	12,93	10,56	11,91		
9		0,00	12,35	5,31	12,13	10,56	11,91
		28,87	11,15				

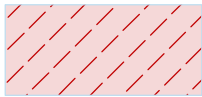
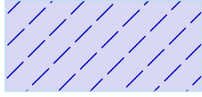
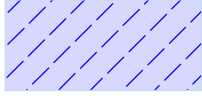
Talaj paraméterek - hatékony feszültségállapot

Sz.	Név	Mintázat	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Gyúrható kövér agyag		12,00	25,00	20,00
2	Kavicsos homokos agyag		20,00	25,00	20,00

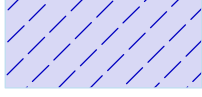


Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Név	Mintázat	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
3	Kemény közepes agyag		16,00	45,00	20,00
4	Homokos kavicsos agyag		16,00	35,00	20,00
5	Szürke kemény közepes agyag		16,00	22,00	20,00
6	Gyúrható kövér agyag átázott		12,00	10,00	20,00
7	Kavicsos homokos agyag átázott		20,00	10,00	20,00
8	Kemény közepes agyag átázott		16,00	15,00	20,00
9	Homokos kavicsos agyag átázott		16,00	10,00	20,00

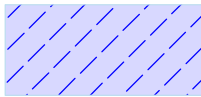
Talaj paraméterek - felhajtóerő

Sz.	Név	Mintázat	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [–]
1	Gyúrható kövér agyag		22,00		
2	Kavicsos homokos agyag		22,00		
3	Kemény közepes agyag		22,00		
4	Homokos kavicsos agyag		22,00		
5	Szürke kemény közepes agyag		22,00		
6	Gyúrható kövér agyag átázott		22,00		



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Név	Mintázat	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [–]
7	Kavicsos homokos agyag átázott		22,00		
8	Kemény közepes agyag átázott		22,00		
9	Homokos kavicsos agyag átázott		22,00		

Talajparaméterek**Gyúrható kövér agyag**

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 12,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 25,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kavicsos homokos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 20,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 25,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 45,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Homokos kavicsos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 35,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Szürke kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 22,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Gyúrható kövér agyag átázott

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony



Nem üzleti célú felhasználásra



Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 12,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kavicsos homokos agyag átázott

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 20,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kemény közepes agyag átázott

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 15,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Homokos kavicsos agyag átázott

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Hozzárendelések és felületek

Sz.	Felszín pozíciója	Felszín pontjainak koordinátái [m]				Hozzárendelt talaj
		x	z	x	z	
1		5,31	15,53	9,43	15,36	Gyúrható kövér agyag
		8,74	18,25	6,05	18,37	
		4,11	18,16	2,50	18,94	
		0,00	20,15	0,00	15,75	
2		20,68	14,89	17,22	16,23	Gyúrható kövér agyag átázott
		12,65	18,00	11,52	18,14	
		8,74	18,25	9,43	15,36	
3		5,31	13,53	9,91	13,34	Kavicsos homokos agyag
		9,43	15,36	5,31	15,53	
		0,00	15,75	0,00	13,75	



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Felszín pozíciója	Felszín pontjainak koordinátái [m]				Hozzárendelt talaj
		x	z	x	z	
4		9,91	13,34	5,31	13,53	Kemény közepes agyag
		0,00	13,75	0,00	13,35	
		5,31	13,13	10,09	12,93	
5		25,78	12,68	24,95	13,09	Kavicsos homokos agyag átázott
		23,59	13,77	20,68	14,89	
		9,43	15,36	9,91	13,34	
6		10,09	12,93	26,66	12,25	Kemény közepes agyag átázott
		26,49	12,33	25,78	12,68	
		9,91	13,34			
7		5,31	12,13	10,56	11,91	Homokos kavicsos agyag
		10,09	12,93	5,31	13,13	
		0,00	13,35	0,00	12,35	
8		28,87	11,15	27,73	11,72	Homokos kavicsos agyag átázott
		26,66	12,25	10,09	12,93	
		10,56	11,91			
9		10,56	11,91	5,31	12,13	Szürke kemény közepes agyag
		0,00	12,35	0,00	5,59	
		30,00	5,59	30,00	10,59	
		29,14	11,02	28,87	11,15	

Teher

Sz.	Típus	Erőhatás típusa	Hely z [m]	Origó x [m]	Hossz l [m]	Szél. b [m]	Lejtés α [°]	Intenzitás	
1	sávós	állandó	terepen	x = 6,05	l = 5,50		-2,00	q, q ₁ , f, F	q ₂ egység
								20,00	kN/m ²



Nem üzleti célú felhasználásra

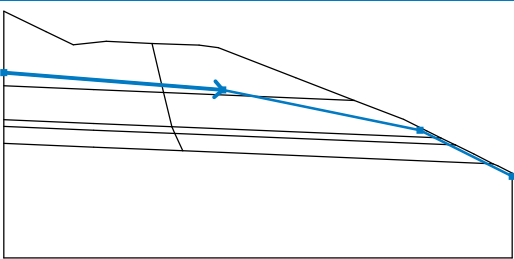


Terhek

Sz.	Név
1	felszíni teher

Víz

Víz típusa : TVSZ

Sz.	TVSZ elh.	TVSZ pontok koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	16,53	12,92	15,51	24,56	13,12
		30,00	10,40				

Felszíni repedés

Felszíni repedés nincs megadva.

Földrengés

Földrengést nem tartalmazza

Kivitelezési fázis beállításai

Tervezési állapot : állandó

Eredmények (Kivitelezési fázis 1)

Számítás 1

Köríves csúszólap

Csúszólap paraméterei						
Középpont :	x =	24,40 [m]	Szögek :	$\alpha_1 =$	-47,51 [°]	
	z =	32,61 [m]		$\alpha_2 =$	9,45 [°]	
Sugár :	R =	21,26 [m]				
Csúszólap az optimalizálás után.						

Rézsűállékonyság ellenőrzés (Bishop)

Aktív erők összege : $F_a = 362,72$ kN/mPasszív erők összege : $F_p = 333,63$ kN/mElcsúszási nyomaték : $M_a = 7711,41$ kNm/mEllennyomaték : $M_p = 7093,04$ kNm/m

Kihasználtság : 108,7 %

Rézsűállékonyság NEM MEGFELELŐ

Nem üzleti célú felhasználásra



Gabion számítás**Adatbev.****Projekt**

Munka : Rézsűállékonyság pontos alapok gabion fal HK

Rész : Szakdolgozat

Szerző : Lőrinczi Bálint

Dátum : 2015.05.28.

Beállítások

Magyarország - EN 1997

Fal számítás

Aktív földnyomás számítás : Coulomb

Passzív földnyomás számítás : Caquot-Kerisel

Földrengés számítás : Mononobe-Okabe

Földék alakja : Számítás ferdeként

Megengedhető külpontosság : 0,333

Ellenőrzési módszer : EN 1997 szerint

Tervezési módszer : 2 - hatások és ellenállások csökkentése

Hatások (A) parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
		Kedvezőtlen	Kedvező
Állandó hatások :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Esetleges hatások :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Vízből adódó teher :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

Ellenállások (R) parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
Borulás parciális tényezője :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]	
Elcsúszási ellenállás parciális tényezője :	$\gamma_{Rh} =$	1,10 [-]	
Teherbírás parciális tényezője :	$\gamma_{Rv} =$	1,40 [-]	
Gabion hálós teherb. parciális tényezője :	$\gamma_{Rn1} =$	1,10 [-]	
Gabion kapcsolatok teherb. parciális tény. :	$\gamma_{Rn2} =$	1,10 [-]	

Esetleges hatások parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
Kombinációs tényező értéke :	$\psi_0 =$	0,70 [-]	
Gyakori érték tényező :	$\psi_1 =$	0,50 [-]	
Kvázi-állandó érték tényező :	$\psi_2 =$	0,30 [-]	

Blokkok anyaga - kitöltő anyag

Sz.	Név	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kPa]
1	bazalt töltőanyag	25,00	30,00	0,00



Nem üzleti célú felhasználásra



Blokkok anyaga - háló

Sz.	Név	Szilárdság túlny. R_t [kN/m]	Távolsága függ. hálók v [m]	Teherbírás első csomópont R_s [kN/m]
1	bazalt töltőanyag	40,00	1,00	40,00

Szerkezet geometriája

Sz.	Szél. b [m]	Magasság h [m]	Eltolás a [m]	Anyag
6	1,00	0,50	0,00	bazalt töltőanyag
5	1,00	0,50	0,00	bazalt töltőanyag
4	2,50	1,00	0,00	bazalt töltőanyag
3	2,50	1,00	0,00	bazalt töltőanyag
2	4,00	1,00	0,00	bazalt töltőanyag
1	4,00	1,00	-	bazalt töltőanyag

Gabion lejtése = 5,00 °

Teljes magasság = 4,98 m

Teljes fal térfogat = 14,00 m³/m

Talajparaméterek

Gyúrható kövér agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00$ kN/m³
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 12,00$ °
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 25,00$ kPa
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00$ °
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00$ kN/m³

Kavicsos homokos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00$ kN/m³
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 20,00$ °
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 25,00$ kPa
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00$ °
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00$ kN/m³

Kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00$ kN/m³
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00$ °
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 45,00$ kPa
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00$ °
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00$ kN/m³

Homokos kavicsos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00$ kN/m³
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00$ °



Nem üzleti célú felhasználásra



Talaj kohézió : $c_{ef} = 35,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Szürke kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 22,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Homokos kavics

Térfogatsúly : $\gamma = 19,70 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 36,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 21,80 \text{ kN/m}^3$

Geológiai profil és hozzárendelt talajok

Sz.	Réteg [m]	Hozzárendelt talaj	Mintázat
1	6,20	Homokos kavics	
2	5,80	Szürke kemény közepes agyag	
3	-	Szürke kemény közepes agyag	

Alap

Alapozás típusa : alap-talak kapcsolati paraméterek megadása

Paraméterek

Alap-talaj súrlódási szög $\psi = 25,00^\circ$
 Alap-talaj kohézió $a = 10,00 \text{ kPa}$

Terep profil

A szerkezet mögötti terep lejtése 1: 2,00 (lejtő szöge $26,57^\circ$).
 Feltöltés magassága 0,50 m, feltöltés hossza 1,00 m.

Víz hatása

TVSZ mélysége a szerkezet mögött 3,40 m
 TVSZ mélysége a szerkezet előtt 5,00 m
 Az ágyazat a talpnál nem vízáteresztő.
 Felhajtóerő az alap alján a kül. nyomásokból nincs figyelembe véve.



Nem üzleti célú felhasználásra



Felszíni terhelés megadása

Sz.	Meg. Teher Új	vált.	Erőhatás	Int.1 [kN/m ²]	Int.2 [kN/m ²]	Ord.x x [m]	Hossz l [m]	Mélység z [m]
1	IGEN		állandó	20,00				terepen

Sz.	Név
1	q

Ellenállás a szerkezet elülső felületén

Ellenállás a szerkezet elülső felületén: nyugalmi

Talaj a szerkezet elülső felületén - Szürke kemény közepes agyag

Talaj vastagság a szerkezet előtt $h = 0,50 \text{ m}$ Talaj rézsű a szerkezet előtt $\beta = -10,00^\circ$

Kivitelezési fázis beállításai

Tervezési állapot : állandó

Ellenőrzés Sz. 1

Szerkezetre ható erők

Név	F_{hor} [kN/m]	Tám.pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Tám.pt. x [m]	Tény. borul.	Tény. elcsúszás	Tény. feszültség
Súly - fal	0,00	-1,83	346,62	1,78	1,000	1,000	1,350
EF ellenállás	-1,61	-0,17	0,19	0,01	1,000	1,000	1,350
Súly - földék	0,00	-3,50	74,39	2,70	1,000	1,000	1,350
Aktív földnyomás	73,57	-1,72	64,53	3,58	1,350	1,350	1,350
Víznyomás	16,68	-0,27	-1,46	4,04	1,350	1,350	1,000
Felhajtóerő	0,00	-4,89	0,00	1,43	1,000	1,000	1,000
q	28,08	-2,63	34,89	3,29	1,350	1,350	1,350
q	0,00	-4,90	19,73	1,93	1,000	1,000	1,350

A teljes fal ellenőrzése

Kiborulási stabilitás ellenőrzése

Ellennyomaték $M_{res} = 938,45 \text{ kNm/m}$ Borító nyomaték $M_{ovr} = 276,25 \text{ kNm/m}$

A fal borulásra MEGFELELŐ

Elcsúszás ellenőrzése

Vízszintes ellenerő $H_{res} = 280,16 \text{ kN/m}$ Aktív vízszintes erő $H_{act} = 107,58 \text{ kN/m}$

A fal elcsúszásra MEGFELELŐ

Teljes ellenőrzés - FAL MEGFELELŐ

Maximális feszültség az alaptest alján : 203,39 kPa

Az altalaj teherbíró-képessége

A tervezési teher az alap aljának középpontjában hat

Sz.	Nyomaték [kNm/m]	Normálerő [kN/m]	Nyíróerő [kN/m]	Külpontosság [-]	Feszültség [kPa]
1	109,85	738,47	86,80	0,046	203,39



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Nyomaték [kNm/m]	Normálerő [kN/m]	Nyíróerő [kN/m]	Külpontosság [-]	Feszültség [kPa]
2	104,41	584,78	106,57	0,057	164,79

Az üzemi teher az alaptest aljának középpontjában hat

Sz.	Nyomaték [kNm/m]	Normálerő [kN/m]	Nyíróerő [kN/m]
1	83,33	547,01	68,60

Altalaj ellenőrzése

Külpontosság ellenőrzése

Normálerő max. külpontossága $e = 0,057$

Maximális megengedhető külpontosság $e_{alw} = 0,333$

A normálerő külpontossága MEGFELELŐ

Teherbírási ellenőrzése

Altalaj teherbírási tervezése $R = 0,00 \text{ kPa}$

Teherbírási parciális tényezője $\gamma_{Rv} = 1,40$

Max. feszültség az alap aljánál $\sigma = 203,39 \text{ kPa}$

Az altalaj teherbíró-képessége $R_d = 0,00 \text{ kPa}$

Az altalaj teherbíró-képessége NEM MEGFELELŐ

Teljes ellenőrzés - Az altalaj teherbíró-képessége NEM MEGFELELŐ

Méretezés Sz. 1

Szerkezetre ható erők

Név	F_{hor} [kN/m]	Tám.pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Tám.pt. x [m]	Tény. borul.	Tény. elcsúszás	Tény. feszültség
Súly - fal	0,00	-1,42	250,00	1,60	1,000	1,000	1,350
Súly - földék	0,00	-2,50	74,39	2,62	1,000	1,000	1,350
Aktív földnyomás	53,43	-1,32	64,53	3,49	1,000	1,350	1,350
Víznyomás	3,58	0,07	-0,31	4,01	1,350	1,350	1,000
Felhajtóerő	0,00	-3,90	0,00	1,34	1,000	1,000	1,000
q	23,74	-2,09	34,89	3,20	1,350	1,000	1,350
q	0,00	-3,90	19,73	1,84	1,000	1,000	1,350

Kapcsolat ellenőrzése az alábbi számú blokk fölött: 1

Kiborulási stabilitás ellenőrzése

Ellennyomaték $M_{res} = 718,81 \text{ kNm/m}$

Borító nyomaték $M_{ovr} = 136,93 \text{ kNm/m}$

Borulási stabilitás kapcsolata MEGFELELŐ

Elcsúszás ellenőrzése

Vízszintes ellenerő $H_{res} = 248,11 \text{ kN/m}$

Aktív vízszintes erő $H_{act} = 59,73 \text{ kN/m}$

Csúszás kapcsolata MEGFELELŐ

Maximális nyomás a legalsó blokkon $= 160,12 \text{ kPa}$

Csökk. tény. a felső blokk eltolásával $= 1,00$

Nyomás átlagos értéke a felületen $= 71,91 \text{ kPa}$



Nem üzleti célú felhasználásra



Nyíróerő átvitele súrlódással = 349,63 kN/m

Keresztirányú nyomás elleni teherbíró képesség:

Kapcsolat teherbírása = 36,36 kN/m

Számított feszültség állapot = 35,82 kN/m

Keresztirányú nyomás vizsgálat MEGFELELŐ**Blokkok közötti kapcs. ell.:**

Háló anyagának teherbírása = 36,36 kN/m

Számított feszültség állapot = 35,82 kN/m

Blokkok közötti kapcs. MEGFELELŐ**Rézsűállékonyság számítás****Adatbev.****Projekt****Beállítások**

Magyarország - EN 1997

Stabilitás vizsgálat

Földrengés számítás : Szabványos

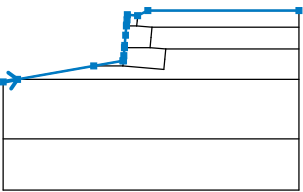
Ellenőrzési módszer : EN 1997 szerint

Tervezési módszer : 3 - hatások (GEO, STR) és talajparaméterek csökkentése

Hatások (A) parciális tényezői					
Tartós tervezési állapot					
		STR állapot		GEO állapot	
		Kedvezőtlen	Kedvező	Kedvezőtlen	Kedvező
Állandó hatások :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
Esetleges hatások :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Vízből adódó teher :	$\gamma_w =$			1,00 [-]	

Talajparaméterek (M) parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
Belső surlódás parciális tényezője :	$\gamma_\phi =$	1,35 [-]	
Hatékony kohézió parciális tényezője :	$\gamma_c =$	1,35 [-]	
Drénezetlen nyírószilárdság parciális tényezője :	$\gamma_{cu} =$	1,50 [-]	

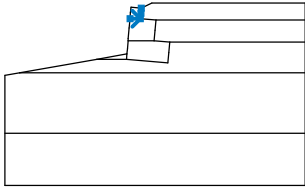
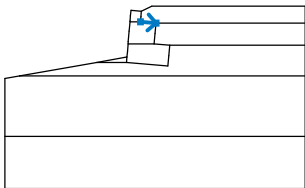
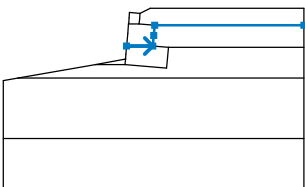
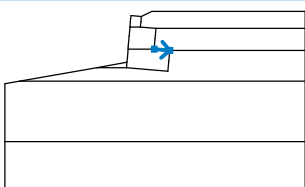
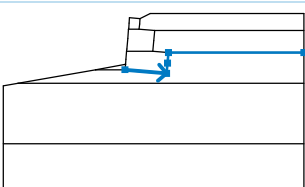
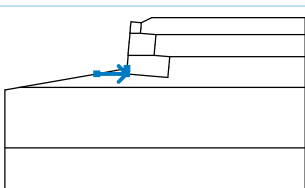
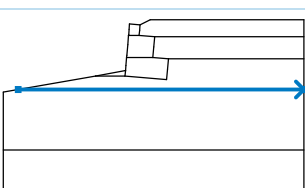
Felület

Sz.	Felület helye	Felület pontjainak koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-13,10	-6,45	-11,68	-6,20	-4,27	-4,89
		-1,43	-4,39	-1,38	-4,39	-1,34	-3,90
		-1,28	-3,12	-1,26	-2,90	-1,17	-1,91
		-1,09	-1,00	-1,08	-0,91	-1,04	-0,41
		-1,00	0,09	0,00	0,00	1,00	0,50
		15,72	0,50				



Nem üzleti célú felhasználásra

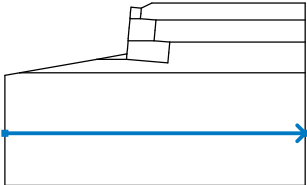


Sz.	Felület helye	Felület pontjainak koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
2		-1,09	-1,00	-0,09	-1,00	-0,04	-0,50
		0,00	0,00				
3		-0,09	-1,00	1,41	-1,13		
4		-1,28	-3,12	1,23	-3,12	1,32	-2,12
		1,41	-1,13	15,72	-1,13		
5		1,23	-3,12	2,73	-3,25		
6		-1,43	-4,89	2,55	-5,24	2,64	-4,25
		2,73	-3,25	15,72	-3,25		
7		-4,27	-4,89	-1,43	-4,89	-1,38	-4,39
8		-11,68	-6,20	15,72	-6,20		



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Felület helye	Felület pontjainak koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
9		-13,10	-12,00	15,72	-12,00		

Talaj paraméterek - hatékony feszültségállapot

Sz.	Név	Mintázat	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Gyúrható kövér agyag		12,00	25,00	20,00
2	Kavicsos homokos agyag		20,00	25,00	20,00
3	Kemény közepes agyag		16,00	45,00	20,00
4	Homokos kavicsos agyag		16,00	35,00	20,00
5	Szürke kemény közepes agyag		16,00	22,00	20,00
6	Homokos kavics		36,00	0,00	19,70

Talaj paraméterek - felhajtóerő

Sz.	Név	Mintázat	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [–]
1	Gyúrható kövér agyag		22,00		
2	Kavicsos homokos agyag		22,00		
3	Kemény közepes agyag		22,00		
4	Homokos kavicsos agyag		22,00		



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Név	Mintázat	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [–]
5	Szürke kemény közepes agyag		22,00		
6	Homokos kavics		21,80		

Talajparaméterek**Gyúrható kövér agyag**

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 12,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 25,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kavicsos homokos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 20,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 25,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 45,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Homokos kavicsos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 35,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Szürke kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 22,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Homokos kavics

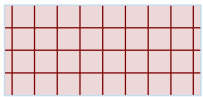
Térfogatsúly : $\gamma = 19,70 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 36,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 0,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 21,80 \text{ kN/m}^3$



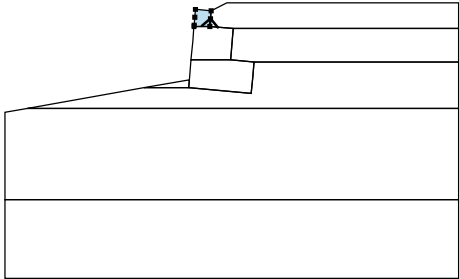
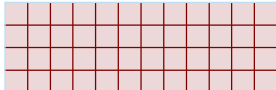
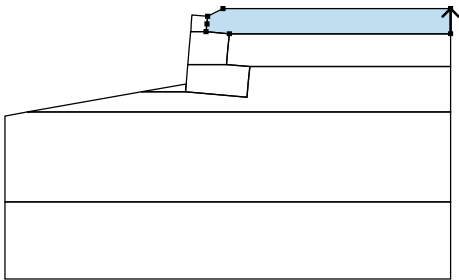
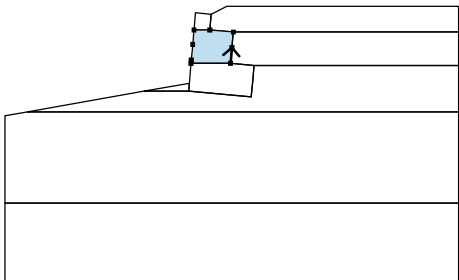
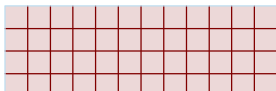
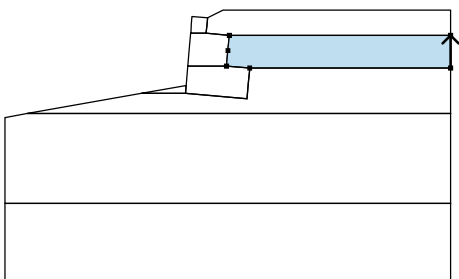
Nem üzleti célú felhasználásra



Merev testek

Sz.	Név	Mintázat	γ [kN/m ³]
1	Fal anyaga		25,00

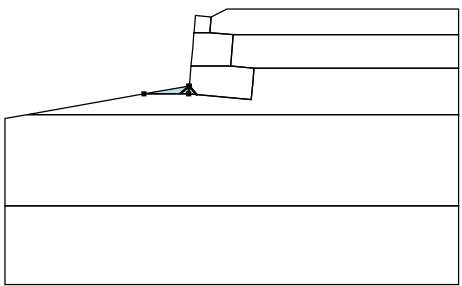
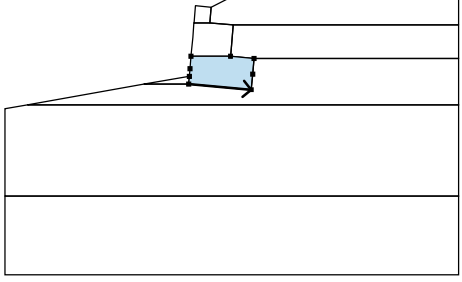
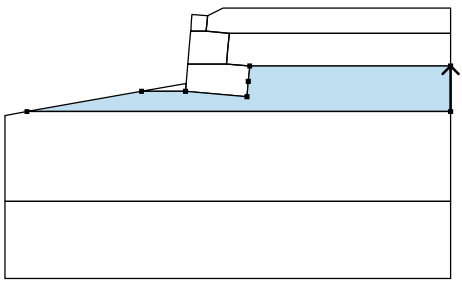
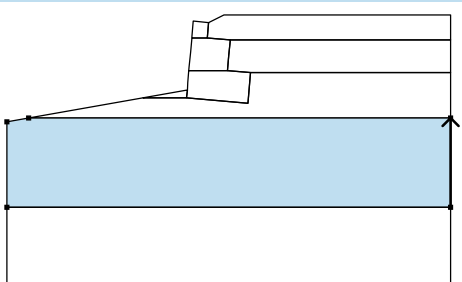
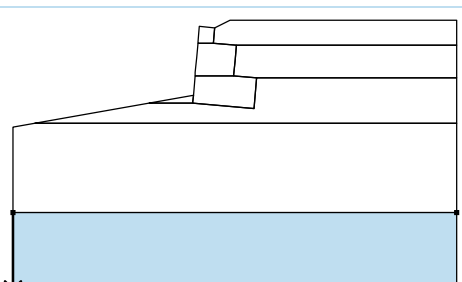
Hozzárendelések és felületek

Sz.	Felszín pozíciója	Felszín pontjainak koordinátái [m]				Hozzárendelt talaj
		x	z	x	z	
1		-0,09	-1,00	-0,04	-0,50	Fal anyaga 
		0,00	0,00	-1,00	0,09	
		-1,04	-0,41	-1,08	-0,91	
		-1,09	-1,00			
2		15,72	-1,13	15,72	0,50	Homokos kavics 
		1,00	0,50	0,00	0,00	
		-0,04	-0,50	-0,09	-1,00	
		1,41	-1,13			
3		1,23	-3,12	1,32	-2,12	Fal anyaga 
		1,41	-1,13	-0,09	-1,00	
		-1,09	-1,00	-1,17	-1,91	
		-1,26	-2,90	-1,28	-3,12	
4		15,72	-3,25	15,72	-1,13	Homokos kavics 
		1,41	-1,13	1,32	-2,12	
		1,23	-3,12	2,73	-3,25	



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Felszín pozíciója	Felszín pontjainak koordinátái [m]				Hozzárendelt talaj
		x	z	x	z	
5		-1,43	-4,89	-1,38	-4,39	Szürke kemény közepes agyag
		-1,43	-4,39	-4,27	-4,89	
6		-1,43	-4,89	2,55	-5,24	Fal anyaga
		2,64	-4,25	2,73	-3,25	
		1,23	-3,12	-1,28	-3,12	
		-1,34	-3,90	-1,38	-4,39	
7		15,72	-6,20	15,72	-3,25	Homokos kavics
		2,73	-3,25	2,64	-4,25	
		2,55	-5,24	-1,43	-4,89	
		-4,27	-4,89	-11,68	-6,20	
8		15,72	-12,00	15,72	-6,20	Szürke kemény közepes agyag
		-11,68	-6,20	-13,10	-6,45	
		-13,10	-12,00			
9		-13,10	-12,00	-13,10	-17,00	Szürke kemény közepes agyag
		15,72	-17,00	15,72	-12,00	



Nem üzleti célú felhasználásra



Teher

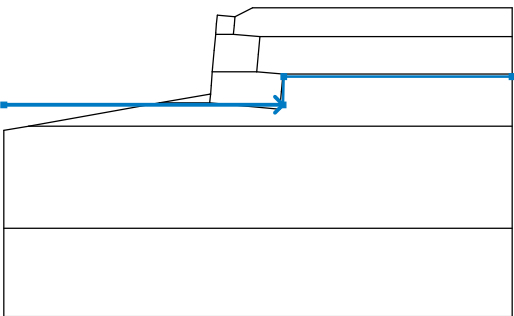
Sz.	Típus	Erőhatás típusa	Hely z [m]	Origó x [m]	Hossz l [m]	Szél. b [m]	Lejtés α [°]	Intenzitás q, q ₁ , f, F	q ₂	egység
1	sávós	állandó	terepen	x = 0,00	l = 15,72		0,00	20,00		kN/m ²

Terhek

Sz.	Név
1	q

Víz

Víz típusa : TVSZ

Sz.	TVSZ elh.	TVSZ pontok koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-13,10	-5,00	2,72	-5,00	2,77	-3,40
		15,72	-3,40				

Felszíni repedés

Felszíni repedés nincs megadva.

Földrengés

Földrengést nem tartalmazza

Kivitelezési fázis beállításai

Tervezési állapot : állandó

Eredmények (Kivitelezési fázis 1)

Számítás 1

Köríves csúszólap

Csúszólap paraméterei					
Középpont :	x =	-2,54 [m]	Szögek :	$\alpha_1 =$	-37,64 [°]
	z =	1,66 [m]		$\alpha_2 =$	82,70 [°]
Sugár :	R =	9,13 [m]			
Csúszólap az optimalizálás után.					

Rézsűállékonyág ellenőrzés (Bishop)

Aktív erők összege : $F_a = 517,16$ kN/mPasszív erők összege : $F_p = 575,56$ kN/mElcsúszási nyomaték : $M_a = 4721,68$ kNm/mEllennyomaték : $M_p = 5254,84$ kNm/m

Kihasználtság : 89,9 %

Rézsűállékonyág MEGFELELŐ



Nem üzleti célú felhasználásra



Gabion számítás**Adatbev.****Projekt**

Munka : Rézsűállékonyosság pontos alapok gabion fal
 Rész : Szakdolgozat
 Szerző : Lőrinczi Bálint
 Dátum : 2015.05.28.

Beállítások

Magyarország - EN 1997

Fal számítás

Aktív földnyomás számítás : Coulomb
 Passzív földnyomás számítás : Caquot-Kerisel
 Földrengés számítás : Mononobe-Okabe
 Földék alakja : Számítás ferdeként
 Megengedhető külpontosság : 0,333
 Ellenőrzési módszer : EN 1997 szerint
 Tervezési módszer : 2 - hatások és ellenállások csökkentése

Hatások (A) parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
		Kedvezőtlen	Kedvező
Állandó hatások :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Esetleges hatások :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Vízből adódó teher :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

Ellenállások (R) parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
Borulás parciális tényezője :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]	
Elcsúszási ellenállás parciális tényezője :	$\gamma_{Rh} =$	1,10 [-]	
Teherbírás parciális tényezője :	$\gamma_{Rv} =$	1,40 [-]	
Gabion hálós teherb. parciális tényezője :	$\gamma_{Rn1} =$	1,10 [-]	
Gabion kapcsolatok teherb. parciális tény. :	$\gamma_{Rn2} =$	1,10 [-]	

Esetleges hatások parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
Kombinációs tényező értéke :	$\psi_0 =$	0,70 [-]	
Gyakori érték tényező :	$\psi_1 =$	0,50 [-]	
Kvázi-állandó érték tényező :	$\psi_2 =$	0,30 [-]	

Blokkok anyaga - kitöltő anyag

Sz.	Név	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kPa]
1	bazalt töltőanyag	25,00	30,00	0,00



Nem üzleti célú felhasználásra



Blokkok anyaga - háló

Sz.	Név	Szilárdság túlny. R_t [kN/m]	Távolsága függ. hálók v [m]	Teherbírás első csomópont R_s [kN/m]
1	bazalt töltőanyag	40,00	1,00	40,00

Szerkezet geometriája

Sz.	Szél. b [m]	Magasság h [m]	Eltolás a [m]	Anyag
6	1,00	0,50	0,00	bazalt töltőanyag
5	1,00	0,50	0,00	bazalt töltőanyag
4	1,50	1,00	0,00	bazalt töltőanyag
3	2,00	1,00	0,00	bazalt töltőanyag
2	2,50	1,00	0,00	bazalt töltőanyag
1	2,50	1,00	-	bazalt töltőanyag

Gabion lejtése = $5,00^\circ$

Teljes magasság = 4,98 m

Teljes fal térfogat = $9,50 \text{ m}^3/\text{m}$

Talajparaméterek

Gyútható kövér agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 12,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kavicsos homokos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 20,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 45,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Homokos kavicsos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$



Nem üzleti célú felhasználásra



Talaj kohézió : $c_{ef} = 35,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Szürke kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 22,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Geológiai profil és hozzárendelt talajok

Sz.	Réteg [m]	Hozzárendelt talaj	Mintázat
1	2,80	Gyúrható kövér agyag	
2	2,00	Kavicsos homokos agyag	
3	0,40	Kemény közepes agyag	
4	1,00	Homokos kavicsos agyag	
5	5,80	Szürke kemény közepes agyag	
6	-	Szürke kemény közepes agyag	

Alap

Alapozás típusa : alap-talak kapcsolati paraméterek megadása

Paraméterek

Alap-talaj súrlódási szög $\psi = 25,00^\circ$
 Alap-talaj kohézió $a = 10,00 \text{ kPa}$

Terep profil

A szerkezet mögötti terep lejtése 1: 2,00 (lejtő szöge $26,57^\circ$).
 Feltöltés magassága 0,50 m, feltöltés hossza 1,00 m.

Víz hatása

TVSZ mélysége a szerkezet mögött 3,40 m
 TVSZ mélysége a szerkezet előtt 5,00 m
 Az ágyazat a talpnál nem vízáteresztő.
 Felhajtóerő az alap alján a kül. nyomásokból nincs figyelembe véve.

Felszíni terhelés megadása

Sz.	Meg. Teher Új	vált.	Erőhatás	Int.1 [kN/m ²]	Int.2 [kN/m ²]	Ord.x x [m]	Hossz l [m]	Mélység z [m]
1	IGEN		állandó	20,00				terepen



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Név
1	q

Ellenállás a szerkezet elülső felületén

Ellenállás a szerkezet elülső felületén: nyugalmi

Talaj a szerkezet elülső felületén - Szürke kemény közepes agyag

Talaj vastagság a szerkezet előtt $h = 0,50 \text{ m}$ Talaj rézsú a szerkezet előtt $\beta = -10,00^\circ$ **Kivitelezési fázis beállításai**

Tervezési állapot : állandó

Ellenőrzés Sz. 1**Szerkezetre ható erők**

Név	F_{hor} [kN/m]	Tám.pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Tám.pt. x [m]	Tény. borul.	Tény. elcsúszás	Tény. feszültség
Súly - fal	0,00	-1,99	236,78	1,21	1,000	1,000	1,350
EF ellenállás	-1,61	-0,17	0,19	0,01	1,000	1,000	1,350
Súly - földék	0,00	-2,13	4,84	2,36	1,000	1,000	1,350
Súly - földék	0,00	-4,13	30,47	1,90	1,000	1,000	1,350
Aktív földnyomás	18,01	-1,90	10,87	2,48	1,350	1,350	1,000
Víznyomás	14,59	-0,35	-1,28	2,54	1,350	1,350	1,000
Felhajtóerő	0,00	-4,89	0,00	1,43	1,000	1,000	1,000
q	27,75	-1,66	14,80	2,37	1,350	1,350	1,000
q	0,00	-4,98	16,44	1,84	1,000	1,000	1,350

A teljes fal ellenőrzése**Kiborulási stabilitás ellenőrzése**Ellennyomaték $M_{res} = 333,35 \text{ kNm/m}$ Borító nyomaték $M_{ovr} = 115,02 \text{ kNm/m}$ **A fal borulásra MEGFELELŐ****Elcsúszás ellenőrzése**Vízszintes ellenerő $H_{res} = 158,32 \text{ kN/m}$ Aktív vízszintes erő $H_{act} = 51,52 \text{ kN/m}$ **A fal elcsúszásra MEGFELELŐ****Teljes ellenőrzés - FAL MEGFELELŐ**

Maximális feszültség az alaptest alján : 175,66 kPa

Az altalaj teherbíró-képessége**A tervezési teher az alap aljának középpontjában hat**

Sz.	Nyomaték [kNm/m]	Normálerő [kN/m]	Nyíróerő [kN/m]	Külpontosság [-]	Feszültség [kPa]
1	19,19	417,67	21,55	0,025	175,66
2	48,88	327,40	51,02	0,071	152,40

Az üzemi teher az alaptest aljának középpontjában hat

Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Nyomaték [kNm/m]	Normálerő [kN/m]	Nyíróerő [kN/m]
1	28,97	317,05	30,88

Altalaj ellenőrzése**Külpontosság ellenőrzése**

Normálerő max. külpontossága $e = 0,071$
 Maximális megengedhető külpontosság $e_{alw} = 0,333$

A normálerő külpontossága MEGFELELŐ**Teherbírási ellenőrzése**

Altalaj teherbírásának tervezése $R = 0,00$ kPa
 Teherbírási parciális tényezője $\gamma_{Rv} = 1,40$
 Max. feszültség az alap aljánál $\sigma = 175,66$ kPa
 Az általaj teherbíró-képessége $R_d = 0,00$ kPa

Az általaj teherbíró-képessége NEM MEGFELELŐ**Teljes ellenőrzés - Az általaj teherbíró-képessége NEM MEGFELELŐ****Méretezés Sz. 1****Szerkezetre ható erők**

Név	F_{hor} [kN/m]	Tám.pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Tám.pt. x [m]	Tény. borul.	Tény. elcsúszás	Tény. feszültség
Súly - fal	0,00	-1,55	175,00	1,10	1,000	1,000	1,350
Súly - földék	0,00	-1,13	4,84	2,27	1,000	1,000	1,350
Súly - földék	0,00	-3,13	30,47	1,82	1,000	1,000	1,350
Aktív földnyomás	15,03	-1,20	10,87	2,39	1,350	1,350	1,350
Víznyomás	2,56	-0,02	-0,22	2,51	1,350	1,350	1,000
Felhajtóerő	0,00	-3,90	0,00	1,34	1,000	1,000	1,000
q	21,81	-1,00	14,80	2,29	1,350	1,350	1,350
q	0,00	-3,99	16,44	1,76	1,000	1,000	1,350

Kapcsolat ellenőrzése az alábbi számú blokk fölött: 1**Kiborulási stabilitás ellenőrzése**

Ellennyomaték $M_{res} = 263,18$ kNm/m
 Borító nyomaték $M_{ovr} = 53,76$ kNm/m

Borulási stabilitás kapcsolata MEGFELELŐ**Elcsúszás ellenőrzése**

Vízszintes ellenerő $H_{res} = 138,96$ kN/m
 Aktív vízszintes erő $H_{act} = 30,23$ kN/m

Csúszás kapcsolata MEGFELELŐ

Maximális nyomás a legalsó blokkon $= 142,13$ kPa
 Csökk. tény. a felső blokk eltolásával $= 1,00$
 Nyomás átlagos értéke a felületen $= 64,41$ kPa
 Nyíróerő átvitele súrlódással $= 198,50$ kN/m

Keresztirányú nyomás elleni teherbíró képesség:

Kapcsolat teherbírása $= 36,36$ kN/m



Nem üzleti célú felhasználásra



Számított feszültség állapot = 32,08 kN/m

Keresztirányú nyomás vizsgálat MEGFELELŐ

Blokkok közötti kapcs. ell.:

Háló anyagának teherbírása = 36,36 kN/m

Számított feszültség állapot = 32,08 kN/m

Blokkok közötti kapcs. MEGFELELŐ

Rézsúállékonyág számítás

Adatbev.

Projekt

Beállítások

Magyarország - EN 1997

Stabilitás vizsgálat

Földrengés számítás : Szabványos

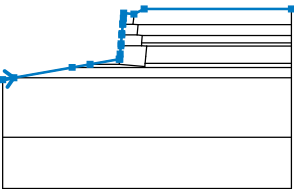
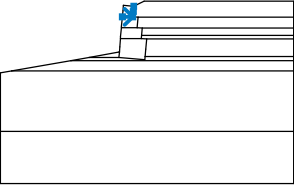
Ellenőrzési módszer : EN 1997 szerint

Tervezési módszer : 3 - hatások (GEO, STR) és talajparaméterek csökkentése

Hatások (A) parciális tényezők					
Tartós tervezési állapot					
		STR állapot		GEO állapot	
		Kedvezőtlen	Kedvező	Kedvezőtlen	Kedvező
Állandó hatások :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
Esetleges hatások :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Vízből adódó teher :	$\gamma_w =$			1,00 [-]	

Talajparaméterek (M) parciális tényezők			
Tartós tervezési állapot			
Belső surlódás parciális tényezője :	$\gamma_\phi =$	1,35 [-]	
Hatékony kohézió parciális tényezője :	$\gamma_c =$	1,35 [-]	
Drénezetlen nyírószilárdság parciális tényezője :	$\gamma_{cu} =$	1,50 [-]	

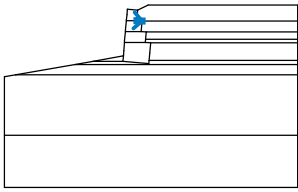
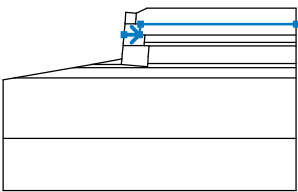
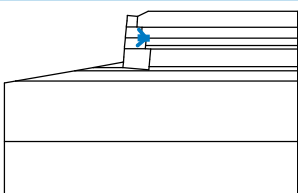
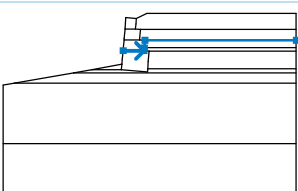
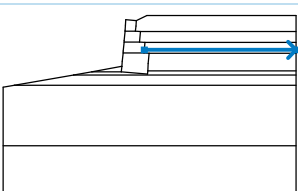
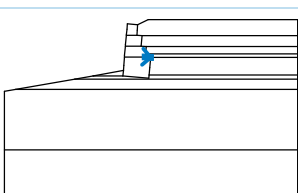
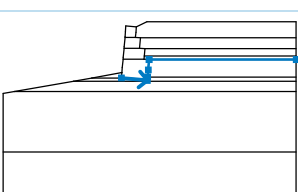
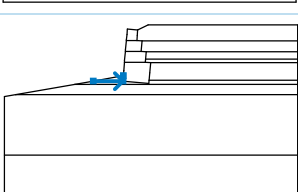
Felület

Sz.	Felület helye	Felület pontjainak koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-12,78	-6,39	-11,70	-6,20	-6,03	-5,20
		-4,27	-4,89	-1,43	-4,39	-1,38	-4,39
		-1,34	-3,90	-1,27	-3,08	-1,26	-2,90
		-1,18	-2,04	-1,17	-1,91	-1,09	-1,00
		-1,08	-0,91	-1,04	-0,41	-1,00	0,09
		0,00	0,00	1,00	0,50	15,33	0,50
2		-1,09	-1,00	-0,09	-1,00	-0,04	-0,50
		0,00	0,00				



Nem üzleti célú felhasználásra

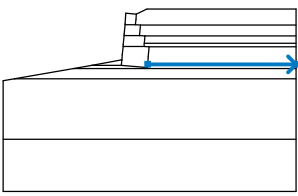
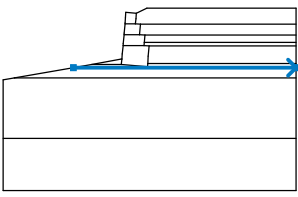
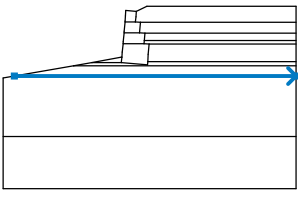
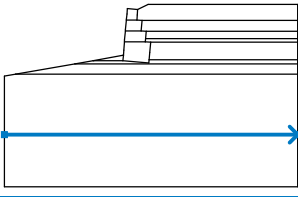


Sz.	Felület helye	Felület pontjainak koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
3		-0,09	-1,00	0,41	-1,04		
4		-1,18	-2,04	0,32	-2,04	0,41	-1,04
		15,33	-1,04				
5		0,32	-2,04	0,82	-2,08		
6		-1,27	-3,08	0,73	-3,08	0,76	-2,80
		0,82	-2,08	15,33	-2,08		
7		0,76	-2,80	15,33	-2,80		
8		0,73	-3,08	1,23	-3,12		
9		-1,43	-4,89	1,06	-5,11	1,09	-4,80
		1,15	-4,12	1,23	-3,12	15,33	-3,12
10		-4,27	-4,89	-1,43	-4,89	-1,38	-4,39



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Felület helye	Felület pontjainak koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
11		1,09	-4,80	15,33	-4,80		
12		-6,03	-5,20	15,33	-5,20		
13		-11,70	-6,20	15,33	-6,20		
14		-12,78	-12,00	15,33	-12,00		

Talaj paraméterek - hatékony feszültségállapot

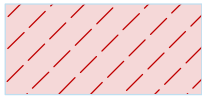
Sz.	Név	Mintázat	Φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Gyúrható kövér agyag		12,00	25,00	20,00
2	Kavicsos homokos agyag		20,00	25,00	20,00
3	Kemény közepes agyag		16,00	45,00	20,00
4	Homokos kavicsos agyag		16,00	35,00	20,00
5	Szürke kemény közepes agyag		16,00	22,00	20,00



Nem üzleti célú felhasználásra



Talaj paraméterek - felhajtóerő

Sz.	Név	Mintázat	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [–]
1	Gyúrható kövér agyag		22,00		
2	Kavicsos homokos agyag		22,00		
3	Kemény közepes agyag		22,00		
4	Homokos kavicsos agyag		22,00		
5	Szürke kemény közepes agyag		22,00		

Talajparaméterek

Gyúrható kövér agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 12,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 25,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kavicsos homokos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 20,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 25,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 45,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Homokos kavicsos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 35,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Szürke kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$

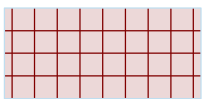


Nem üzleti célú felhasználásra

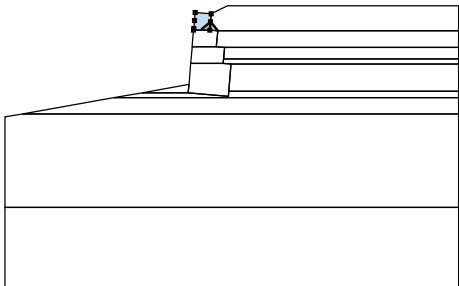
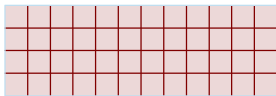
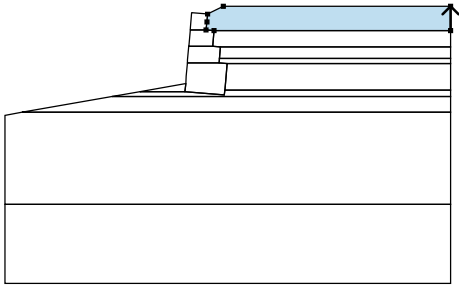
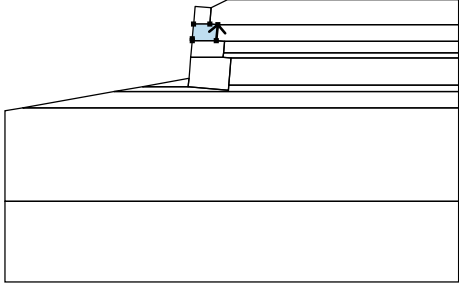
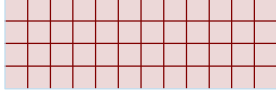


Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 22,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Merev testek

Sz.	Név	Mintázat	γ [kN/m ³]
1	Fal anyaga		25,00

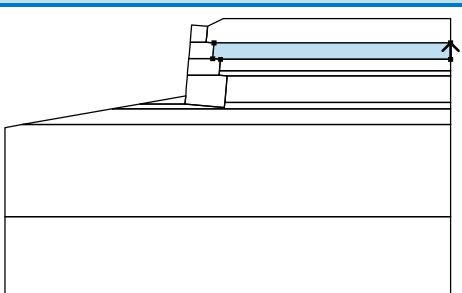
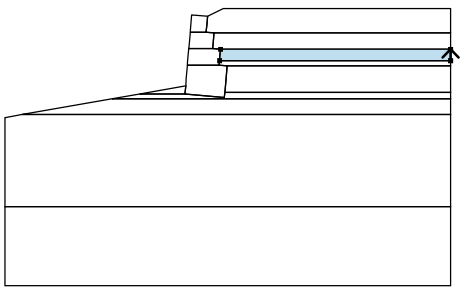
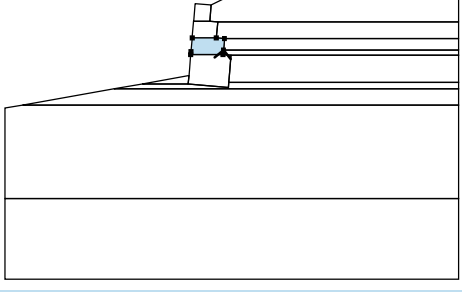
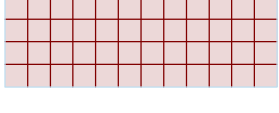
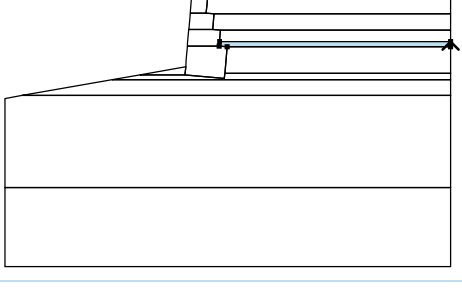
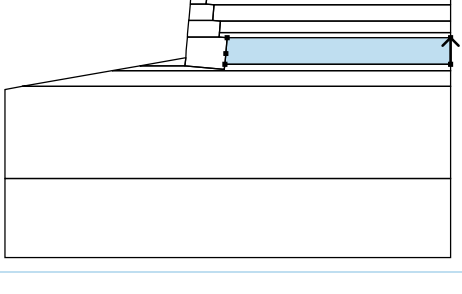
Hozzárendelések és felületek

Sz.	Felszín pozíciója	Felszín pontjainak koordinátái [m]				Hozzárendelt talaj
		x	z	x	z	
1		-0,09	-1,00	-0,04	-0,50	Fal anyaga 
		0,00	0,00	-1,00	0,09	
		-1,04	-0,41	-1,08	-0,91	
		-1,09	-1,00			
2		15,33	-1,04	15,33	0,50	Gyúrható kövér agyag 
		1,00	0,50	0,00	0,00	
		-0,04	-0,50	-0,09	-1,00	
		0,41	-1,04			
3		0,32	-2,04	0,41	-1,04	Fal anyaga 
		-0,09	-1,00	-1,09	-1,00	
		-1,17	-1,91	-1,18	-2,04	



Nem üzleti célú felhasználásra

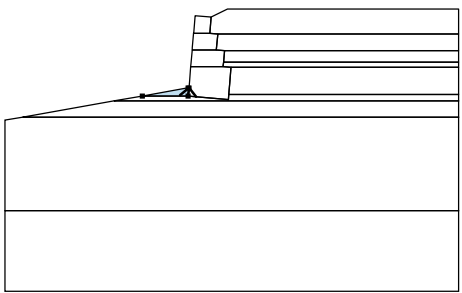
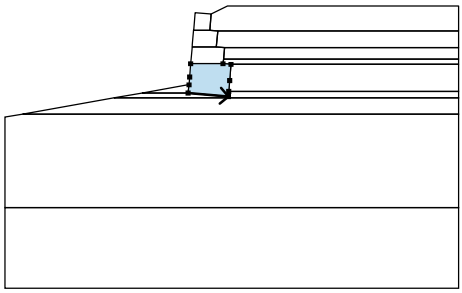
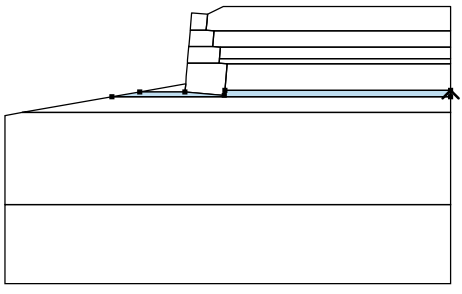
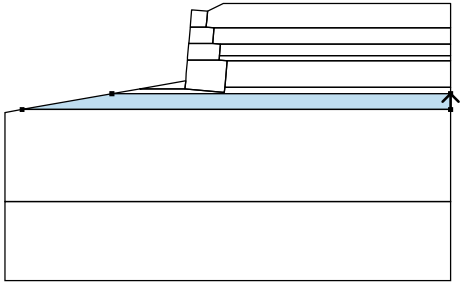
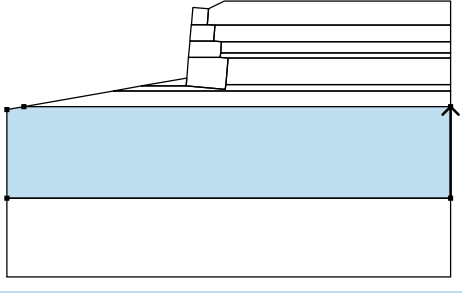


Sz.	Felszín pozíciója	Felszín pontjainak koordinátái [m]				Hozzárendelt talaj
		x	z	x	z	
4		15,33	-2,08	15,33	-1,04	Gyúrható kövér agyag 
		0,41	-1,04	0,32	-2,04	
		0,82	-2,08			
5		15,33	-2,80	15,33	-2,08	Gyúrható kövér agyag 
		0,82	-2,08	0,76	-2,80	
6		0,73	-3,08	0,76	-2,80	Fal anyaga 
		0,82	-2,08	0,32	-2,04	
		-1,18	-2,04	-1,26	-2,90	
		-1,27	-3,08			
7		15,33	-3,12	15,33	-2,80	Kavicsos homokos agyag 
		0,76	-2,80	0,73	-3,08	
		1,23	-3,12			
8		15,33	-4,80	15,33	-3,12	Kavicsos homokos agyag 
		1,23	-3,12	1,15	-4,12	
		1,09	-4,80			



Nem üzleti célú felhasználásra

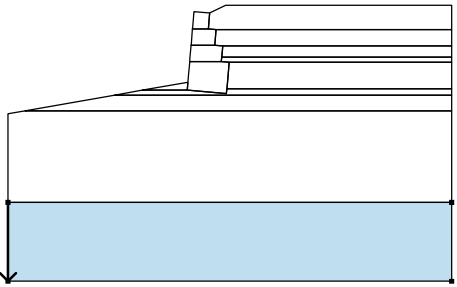


Sz.	Felszín pozíciója	Felszín pontjainak koordinátái [m]				Hozzárendelt talaj
		x	z	x	z	
9		-1,43	-4,89	-1,38	-4,39	Szürke kemény közepes agyag
		-1,43	-4,39	-4,27	-4,89	
10		-1,43	-4,89	1,06	-5,11	Fal anyaga
		1,09	-4,80	1,15	-4,12	
		1,23	-3,12	0,73	-3,08	
		-1,27	-3,08	-1,34	-3,90	
		-1,38	-4,39			
11		15,33	-5,20	15,33	-4,80	Kemény közepes agyag
		1,09	-4,80	1,06	-5,11	
		-1,43	-4,89	-4,27	-4,89	
		-6,03	-5,20			
12		15,33	-6,20	15,33	-5,20	Homokos kavicsos agyag
		-6,03	-5,20	-11,70	-6,20	
13		15,33	-12,00	15,33	-6,20	Szürke kemény közepes agyag
		-11,70	-6,20	-12,78	-6,39	
		-12,78	-12,00			



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Felszín pozíciója	Felszín pontjainak koordinátái [m]				Hozzárendelt talaj
		x	z	x	z	
14		-12,78	-12,00	-12,78	-17,00	Szürke kemény közepes agyag 
		15,33	-17,00	15,33	-12,00	

Tehér

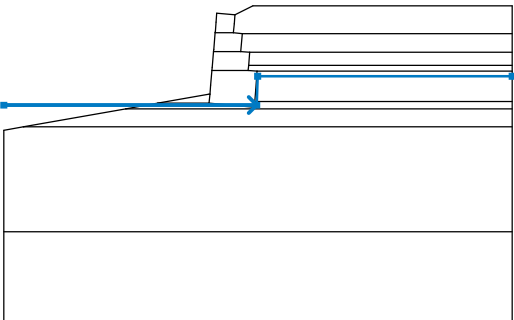
Sz.	Típus	Erőhatás típusa	Hely z [m]	Origó x [m]	Hossz l [m]	Szél. b [m]	Lejtés α [°]	Intenzitás q, q ₁ , f, F	q ₂	egység
1	sávós	állandó	terepen	x = 0,00	l = 15,33		0,00	20,00		kN/m ²

Terhek

Sz.	Név
1	q

Víz

Víz típusa : TVSZ

Sz.	TVSZ elh.	TVSZ pontok koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-12,78	-5,00	1,21	-5,00	1,26	-3,40
		15,33	-3,40				

Felszíni repedés

Felszíni repedés nincs megadva.

Földrengés

Földrengést nem tartalmazza

Kivitelezési fázis beállításai

Tervezési állapot : állandó

Eredmények (Kivitelezési fázis 1)**Számítás 1****Köríves csúszólap**

Csúszólap paraméterei						
Középpont :	x =	-4,42 [m]	Szögek :	$\alpha_1 =$	-34,52 [°]	
	z =	3,80 [m]		$\alpha_2 =$	74,09 [°]	
Csúszólap az optimalizálás után.						



Nem üzleti célú felhasználásra



Csúszólap paraméterei

Sugár : R = 12,04 [m]

Csúszólap az optimalizálás után.

Rézsűállékonyság ellenőrzés (Bishop)

Aktív erők összege : $F_a = 607,08 \text{ kN/m}$ Passzív erők összege : $F_p = 705,94 \text{ kN/m}$ Elcsúszási nyomaték : $M_a = 7309,26 \text{ kNm/m}$ Ellennyomaték : $M_p = 8499,56 \text{ kNm/m}$

Kihasználtság : 86,0 %

Rézsűállékonyság MEGFELELŐ



Nem üzleti célú felhasználásra



Megerősített rézsűk vizsgálata**Adatbev.****Projekt**

Munka : Rézsúállékonyság pontos alapok MSF fal HK
 Rész : Szakdolgozat
 Szerző : Lőrinczi Bálint
 Dátum : 2015.05.27.

Beállítások

Magyarország - EN 1997

Anyagok és szabványok

Beton szerkezetek : EN 1992-1-1 (EC2)
 EN 1992-1-1 szerinti tényezők : szabványos

Fal számítás

Aktív földnyomás számítás : Coulomb
 Passzív földnyomás számítás : Caquot-Kerisel
 Földrengés számítás : Mononobe-Okabe
 Földék alakja : Számítás ferdeként
 Megengedhető külpontosság : 0,333
 Belső stabilitás : Szabvány - egyenes csúszólap
 Ellenőrzési módszer : EN 1997 szerint
 Tervezési módszer : 2 - hatások és ellenállások csökkentése

Hatások (A) parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
		Kedvezőtlen	Kedvező
Állandó hatások :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Esetleges hatások :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Vízből adódó teher :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

Ellenállások (R) parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
Borulás parciális tényezője :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]	
Elcsúszási ellenállás parciális tényezője :	$\gamma_{Rh} =$	1,10 [-]	
Teherbírás parciális tényezője :	$\gamma_{Rv} =$	1,40 [-]	

Esetleges hatások parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
Kombinációs tényező értéke :	$\psi_0 =$	0,70 [-]	
Gyakori érték tényező :	$\psi_1 =$	0,50 [-]	
Kvázi-állandó érték tényező :	$\psi_2 =$	0,30 [-]	

Stabilitás vizsgálat

Ellenőrzési módszer : EN 1997 szerint
 Tervezési módszer : 3 - hatások (GEO, STR) és talajparaméterek csökkentése

Hatások (A) parciális tényezői					
Tartós tervezési állapot					
		STR állapot		GEO állapot	
		Kedvezőtlen	Kedvező	Kedvezőtlen	Kedvező
Állandó hatások :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]



Nem üzleti célú felhasználásra



Hatások (A) parciális tényezői

Tartós tervezési állapot

Esetleges hatások :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Vízből adódó teher :	$\gamma_w =$			1,00 [-]	

Talajparaméterek (M) parciális tényezői

Tartós tervezési állapot

Belső surlódás parciális tényezője :	$\gamma_\phi =$	1,35 [-]
Hatékony kohézió parciális tényezője :	$\gamma_c =$	1,35 [-]
Drénezetlen nyírószilárdság parciális tényezője :	$\gamma_{cu} =$	1,50 [-]

Szerkezet geometriája

Töltés magasság $h_n = 5,77$ mTöltés hossza $l_n = 5,46$ mTakarás vastagsága $t_c = 0,30$ m

Anyag

Takarás anyaga

Fajsúly $\gamma = 23,00$ kN/m³Nyírási ellenállás $R_s = 0,00$ kPa

Vasalások típusa

Sz.	Név	Vasalás típusa	Vonaltípus	Vasalás teherbírása		Tényező	
				T_{ult} [kN/m]	R_t [kN/m]	C_{ds} [-]	C_i [-]
1	Tensar 40RE	Tensar 40RE	—————	52,50	13,24	0,90	0,90

Vasalás részletei

1. Tensar 40RE

Rövid távú kar. teherb. $T_{ult} = 52,50$ kN/mHosszú távú tervezési teherb. $R_t = 13,24$ kN/mModell bizonytalanságának ált. tény. $FS_{UNC} = 1,50$

Csökkentő tény. számítása

Élettartam : 120 év

Kúszás csökk. tény. $RF_{CR} = 2,47$

Kémia : pH 4.0-12.5

Tartósság csökk. tény. $RF_D = 1,00$

Szemcse méret : < 37.5 mm

Beépítési sérülés csökk. tény. $RF_{ID} = 1,07$

Vasalás

Sz.	Szám vasalás	Vasalás típusa	Vasalások kiosztása h_r [m]	Első vasalás magassága h [m]	Vasalás geometriája
1	6	Tensar 40RE	0,70	1,00	egyező vasalás hossz

Vasalás részletei

Vasalás sz. 1

Vasalás típusa : Tensar 40RE

Vasak száma 6

Vasalás geometriája : egyező vasalás hossz

Vasalás hossza : 9,00 m



Nem üzleti célú felhasználásra



Vasalás Sz.	Origó l_1 [m]	Vége l_2 [m]	Magasság az aljától h [m]	Hossz l [m]
1	-4,51	4,49	1,00	9,00
2	-3,85	5,15	1,70	9,00
3	-3,19	5,81	2,40	9,00
4	-2,53	6,47	3,10	9,00
5	-1,86	7,14	3,80	9,00
6	-1,20	7,80	4,50	9,00

Talajparaméterek**Gyúrható kövér agyag**

Térfogatsúly :	γ = 20,00 kN/m ³
Belső súrlódási szög :	φ_{ef} = 12,00 °
Talaj kohézió :	c_{ef} = 25,00 kPa
Szerk.-talaj súrlódási szög :	δ = 5,00 °
Telített térfogatsúly :	γ_{sat} = 22,00 kN/m ³

Kavicsos homokos agyag

Térfogatsúly :	γ = 20,00 kN/m ³
Belső súrlódási szög :	φ_{ef} = 20,00 °
Talaj kohézió :	c_{ef} = 25,00 kPa
Szerk.-talaj súrlódási szög :	δ = 5,00 °
Telített térfogatsúly :	γ_{sat} = 22,00 kN/m ³

Kemény közepes agyag

Térfogatsúly :	γ = 20,00 kN/m ³
Belső súrlódási szög :	φ_{ef} = 16,00 °
Talaj kohézió :	c_{ef} = 45,00 kPa
Szerk.-talaj súrlódási szög :	δ = 5,00 °
Telített térfogatsúly :	γ_{sat} = 22,00 kN/m ³

Homokos kavicsos agyag

Térfogatsúly :	γ = 20,00 kN/m ³
Belső súrlódási szög :	φ_{ef} = 16,00 °
Talaj kohézió :	c_{ef} = 35,00 kPa
Szerk.-talaj súrlódási szög :	δ = 5,00 °
Telített térfogatsúly :	γ_{sat} = 22,00 kN/m ³

Szürke kemény közepes agyag

Térfogatsúly :	γ = 20,00 kN/m ³
Belső súrlódási szög :	φ_{ef} = 16,00 °
Talaj kohézió :	c_{ef} = 22,00 kPa
Szerk.-talaj súrlódási szög :	δ = 5,00 °
Telített térfogatsúly :	γ_{sat} = 22,00 kN/m ³

Homokos kavics

Térfogatsúly :	γ = 19,70 kN/m ³
Belső súrlódási szög :	φ_{ef} = 36,00 °
Talaj kohézió :	c_{ef} = 0,00 kPa
Szerk.-talaj súrlódási szög :	δ = 5,00 °
Telített térfogatsúly :	γ_{sat} = 21,80 kN/m ³



Nem üzleti célú felhasználásra



Geológiai profil és hozzárendelt talajok

Sz.	Réteg [m]	Hozzárendelt talaj	Mintázat
1	6,20	Homokos kavics	
2	5,80	Szürke kemény közepes agyag	
3	-	Szürke kemény közepes agyag	

Terep profil

A szerkezet mögötti terep lejtése 1: 2,00 (lejtő szöge 26,57 °).
Feltöltés magassága 0,50 m, feltöltés hossza 1,00 m.

Víz hatása

Talajvízszint

Sz.	Koordináták x [m]	Mélység y [m]
1	0,00	0,00
2	5,00	2,00
3	10,00	2,40

Felszíni terhelés megadása

Sz.	Meg. Teher Új	vált.	Erőhatás	Int.1 [kN/m ²]	Int.2 [kN/m ²]	Ord.x x [m]	Hossz l [m]	Mélység z [m]
1	IGEN		állandó	20,00				terepen
Sz.	Név							
1	q							

Ellenállás a szerkezet elülső felületén

Ellenállás a szerkezet elülső felületén nincs figyelembe véve

Kivitelezési fázis beállításai

Tervezési állapot : állandó

Ellenőrzés Sz. 1

Szerkezetre ható erők

Név	F _{hor} [kN/m]	Tám.pt. z [m]	F _{vert} [kN/m]	Tám.pt. x [m]	Tény. borul.	Tény. elcsúszás	Tény. feszültség
Gravitációs erő	0,00	-3,33	965,27	7,54	1,000	1,000	1,350
Aktív földnyomás	18,69	-1,71	8,91	9,94	1,000	1,350	1,350
Víznyomás	0,00	-6,27	0,00	13,26	1,000	1,000	1,000
q	8,53	-3,85	4,81	12,10	1,000	1,350	1,350
q	0,00	-6,27	155,96	9,36	1,000	1,000	1,350

A teljes fal ellenőrzése

Kiborulási stabilitás ellenőrzése

Ellennyomaték $M_{res} = 6346,23 \text{ kNm/m}$



Nem üzleti célú felhasználásra



Borító nyomaték $M_{ovr} = 64,83 \text{ kNm/m}$

A fal borulásra MEGFELELŐ

Elcsúszás ellenőrzése

Vízszintes ellenőrző $H_{res} = 752,80 \text{ kN/m}$

Aktív vízszintes erő $H_{act} = 36,75 \text{ kN/m}$

A fal elcsúszására MEGFELELŐ

Teljes ellenőrzés - FAL MEGFELELŐ

Maximális feszültség az alaptest alján : 170,24 kPa

Az altalaj teherbíró-képessége

A tervezési teher az alap aljának középpontjában hat

Sz.	Nyomaték [kNm/m]	Normálerő [kN/m]	Nyíróerő [kN/m]	Külpontosság [-]	Feszültség [kPa]
1	-5012,05	1532,18	36,75	0,000	170,24
2	-3712,63	1134,95	36,75	0,000	126,11

Az üzemi teher az alaptest aljának középpontjában hat

Sz.	Nyomaték [kNm/m]	Normálerő [kN/m]	Nyíróerő [kN/m]
1	-3789,49	1206,59	28,15

Altalaj ellenőrzése

Külpontosság ellenőrzése

Normálerő max. külpontossága $e = 0,000$

Maximális megengedhető külpontosság $e_{alw} = 0,333$

A normálerő külpontossága MEGFELELŐ

Teherbírás ellenőrzése

Altalaj teherbírásának tervezése $R = 0,00 \text{ kPa}$

Teherbírás parciális tényezője $\gamma_{Rv} = 1,40$

Max. feszültség az alap aljánál $\sigma = 170,24 \text{ kPa}$

Az altalaj teherbíró-képessége $R_d = 0,00 \text{ kPa}$

Az altalaj teherbíró-képessége NEM MEGFELELŐ

Teljes ellenőrzés - Az altalaj teherbíró-képessége NEM MEGFELELŐ

Elcsúszás ellenőrzése a geo-megerősítés mentén Sz. 1

Szerkezetre ható erők (1 sz. megerősítés ellenőrzése)

Név	F_{hor} [kN/m]	Tám.pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Tám.pt. x [m]	Terv. tényező
Aktív földnyomás	39,33	-1,77	28,58	9,00	1,350
q	15,24	-2,63	11,07	9,00	1,350
Gravitációs erő	0,00	-2,31	665,00	5,60	1,000
q	0,00	-5,27	89,73	6,76	1,000
Vasalás	-13,24	-0,70	0,00	9,00	1,000
Vasalás	-13,24	-1,40	0,00	9,00	1,000
Vasalás	-13,24	-2,10	0,00	9,00	1,000



Nem üzleti célú felhasználásra



Név	F_{hor} [kN/m]	Tám.pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Tám.pt. x [m]	Terv. tényező
Vasalás	-13,24	-2,80	0,00	9,00	1,000
Vasalás	-13,24	-3,50	0,00	9,00	1,000

Geotextília mentén történő elcsúszás ellenőrzése Sz.: 1

Csúszólap meredeksége = 90,00 °
 A megerősítésre ható általános normálerő = 808,25 kN/m
 Geotextília mentén történő elcsúszás csökk. tény. = 0,90
 Fal ellenállás = 0,00 kN/m
 Vasalások általános teherbírása = 66,22 kN/m
 Ellenállás a geo-megerősítés mentén = 528,51 kN/m

Csúszás ellenőrzése:

Vízsíntes ellenerő H_{res} = 594,72 kN/m
 Aktív vízszintes erő H_{act} = 73,67 kN/m

Geotextília mentén tört. elcsúszás MEGFELELŐ**Belső stabilitás számítás Sz. 1****A következő geo-megerősítés teherbírás ellenőrzése: 1****Szakító szilárdság ellenőrzése**

Szakítószilárdság R_t = 13,24 kN/m
 Geo-megerősítés erő F_x = 8,03 kN/m

Geo-megerősítés szakítószilárdság MEGFELELŐ**Kihúzóási ellenállás ellenőrzése**

Kihúzóási ellenállás T_p = 1094,13 kN/m
 Geo-megerősítés erő F_x = 8,03 kN/m

Geo-megerősítés kihúzóási ellenállása MEGFELELŐ**Általános ellenőrzés - geo-megerősítés MEGFELELŐ****Globális stabilitás vizsgálat Sz. 1****Megadott csúszólap paraméterei**

Közepont S = (-7,30;-10,03) m
 Sugár r = 15,92 m
 Szög α_1 = 0,00 °
 α_2 = 0,00 °

A számítás nem futott le.**Globális stabilitás vizsgálat Sz. 2****Megadott csúszólap paraméterei**

Közepont S = (-7,30;-10,03) m
 Sugár r = 15,92 m
 Szög α_1 = 0,00 °
 α_2 = 0,00 °

A számítás nem futott le.

Nem üzleti célú felhasználásra



Rézsúállékonyág számítás**Adatbev.****Projekt****Beállítások**

Magyarország - EN 1997

Stabilitás vizsgálat

Földrengés számítás : Szabványos

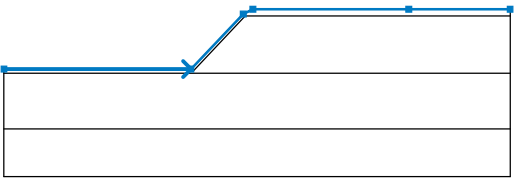
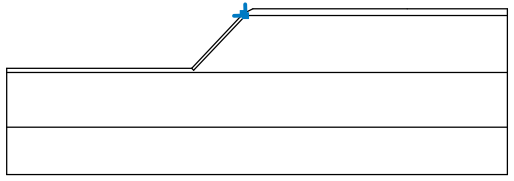
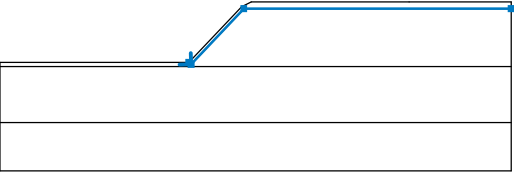
Ellenőrzési módszer : EN 1997 szerint

Tervezési módszer : 3 - hatások (GEO, STR) és talajparaméterek csökkentése

Hatások (A) parciális tényezői					
Tartós tervezési állapot					
		STR állapot		GEO állapot	
		Kedvezőtlen	Kedvező	Kedvezőtlen	Kedvező
Állandó hatások :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
Esetleges hatások :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Vízből adódó teher :	$\gamma_w =$			1,00 [-]	

Talajparaméterek (M) parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
Belső surlódás parciális tényezője :	$\gamma_\phi =$	1,35 [-]	
Hatékony kohézió parciális tényezője :	$\gamma_c =$	1,35 [-]	
Drénezetlen nyírószilárdság parciális tényezője :	$\gamma_{cu} =$	1,50 [-]	

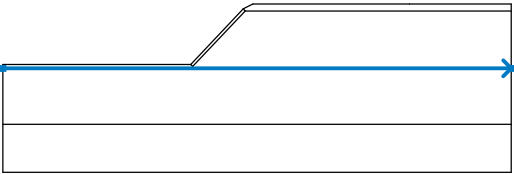
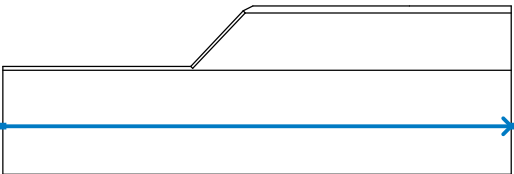
Felület

Sz.	Felület helye	Felület pontjainak koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-25,00	-5,77	-5,46	-5,77	0,00	0,00
		1,00	0,50	17,31	0,50	27,89	0,50
2		0,00	0,00	0,22	-0,21		
3		-5,46	-5,77	-5,24	-5,98	0,22	-0,21
		27,89	-0,21				



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Felület helye	Felület pontjainak koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
4		-25,00	-6,20	27,89	-6,20		
5		-25,00	-12,00	27,89	-12,00		

Talaj paraméterek - hatékony feszültségállapot

Sz.	Név	Mintázat	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Gyúrható kövér agyag		12,00	25,00	20,00
2	Kavicsos homokos agyag		20,00	25,00	20,00
3	Kemény közepes agyag		16,00	45,00	20,00
4	Homokos kavicsos agyag		16,00	35,00	20,00
5	Szürke kemény közepes agyag		16,00	22,00	20,00
6	Homokos kavics		36,00	0,00	19,70

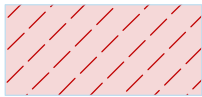
Talaj paraméterek - felhajtóerő

Sz.	Név	Mintázat	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [–]
1	Gyúrható kövér agyag		22,00		
2	Kavicsos homokos agyag		22,00		



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Név	Mintázat	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [–]
3	Kemény közepes agyag		22,00		
4	Homokos kavicsos agyag		22,00		
5	Szürke kemény közepes agyag		22,00		
6	Homokos kavics		21,80		

Talajparaméterek**Gyúrható kövér agyag**

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 12,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 25,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kavicsos homokos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 20,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 25,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 45,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Homokos kavicsos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 35,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Szürke kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 22,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$



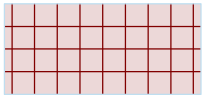
Nem üzleti célú felhasználásra



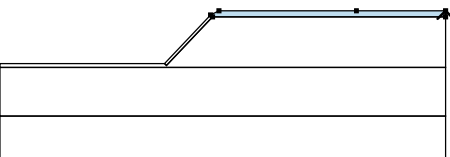
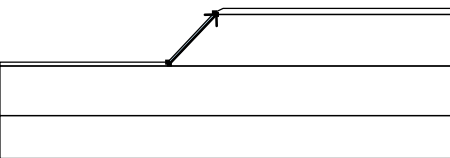
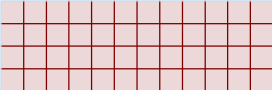
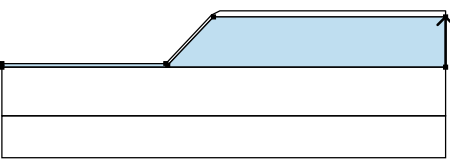
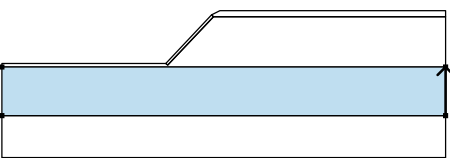
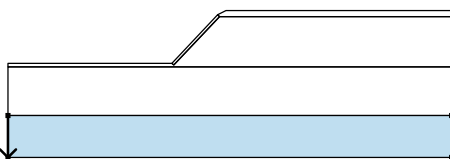
Homokos kavics

Térfogatsúly : $\gamma = 19,70 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 36,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 0,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 21,80 \text{ kN/m}^3$

Merev testek

Sz.	Név	Mintázat	γ [kN/m ³]
1	Takarás		23,00
2	Takarás anyaga		23,00

Hozzárendelések és felületek

Sz.	Felszín pozíciója	Felszín pontjainak koordinátái [m]				Hozzárendelt talaj
		x	z	x	z	
1		27,89	-0,21	27,89	0,50	Homokos kavics 
		17,31	0,50	1,00	0,50	
		0,00	0,00	0,22	-0,21	
2		-5,24	-5,98	0,22	-0,21	Takarás 
		0,00	0,00	-5,46	-5,77	
3		27,89	-6,20	27,89	-0,21	Homokos kavics 
		0,22	-0,21	-5,24	-5,98	
		-5,46	-5,77	-25,00	-5,77	
		-25,00	-6,20			
4		27,89	-12,00	27,89	-6,20	Szürke kemény közepes agyag 
		-25,00	-6,20	-25,00	-12,00	
5		-25,00	-12,00	-25,00	-17,00	Szürke kemény közepes agyag 
		27,89	-17,00	27,89	-12,00	



Nem üzleti célú felhasználásra



Megerős.

Sz.	Pont balra		Pont jobbra		Hossz L [m]	Szilárdság R_t [kN/m]	Kihúzóerő ell.	Vége mege.
	x [m]	z [m]	x [m]	z [m]				
1	-1,20	-1,27	7,80	-1,27	9,00	13,24	$T_p = 36,35 \text{ kN/m}^2$	Befogott
2	-1,86	-1,97	7,14	-1,97	9,00	13,24	$T_p = 56,39 \text{ kN/m}^2$	Befogott
3	-2,53	-2,67	6,47	-2,67	9,00	13,24	$T_p = 76,43 \text{ kN/m}^2$	Befogott
4	-3,19	-3,37	5,81	-3,37	9,00	13,24	$T_p = 96,47 \text{ kN/m}^2$	Befogott
5	-3,85	-4,07	5,15	-4,07	9,00	13,24	$T_p = 116,51 \text{ kN/m}^2$	Befogott
6	-4,51	-4,77	4,49	-4,77	9,00	13,24	$T_p = 136,54 \text{ kN/m}^2$	Befogott

Teher

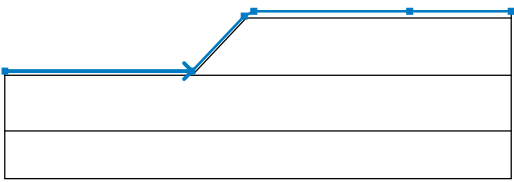
Sz.	Típus	Erőhatás típusa	Hely z [m]	Origó x [m]	Hossz l [m]	Szél. b [m]	Lejtés α [°]	Intenzitás q, q ₁ , f, F	q ₂	egység
1	sávós	állandó	terepen	x = 0,00	l = 27,89		0,00	20,00		kN/m ²

Terhek

Sz.	Név
1	q

Víz

Víz típusa : TVSZ

Sz.	TVSZ elh.	TVSZ pontok koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-25,00	-5,77	-5,46	-5,77	-0,46	-3,77
		4,54	-3,37	27,89	-1,50		

Felszíni repedés

Felszíni repedés nincs megadva.

Földrengés

Földrengést nem tartalmazza

Kivitelezési fázis beállításai

Tervezési állapot : állandó

Eredmények (Kivitelezési fázis 1)**Számítás 1****Köríves csúszólap**

Csúszólap paraméterei					
Középpont :	x =	-2,84 [m]	Szögek :	$\alpha_1 =$	-34,74 [°]
	z =	3,82 [m]		$\alpha_2 =$	73,47 [°]
Sugár :	R =	11,67 [m]			
Csúszólap az optimalizálás után.					

Erők a megerősítésben

Megerősítés Erő [kN/m]

1	6,48
2	0,00
3	0,00



Nem üzleti célú felhasználásra



4	0,00
5	0,00
6	0,00

Rézsűállékonyság ellenőrzés (Bishop)Aktív erők összege : $F_a = 611,12 \text{ kN/m}$ Passzív erők összege : $F_p = 688,76 \text{ kN/m}$ Elcsúszási nyomaték : $M_a = 7131,75 \text{ kNm/m}$ Ellennyomaték : $M_p = 8037,84 \text{ kNm/m}$

Kihasználtság : 88,7 %

Rézsűállékonyság MEGFELELŐ**Számítás 2****Köríves csúszólap**

Csúszólap paraméterei					
Középpont :	x =	-7,30	[m]	Szögek :	$\alpha_1 =$ -7,16 [°]
	z =	10,03	[m]		$\alpha_2 =$ 53,24 [°]
Sugár :	R =	15,92	[m]	Megadott csúszólap.	

Rézsűállékonyság ellenőrzés (Spencer)**A számítás nem futott le.**

Nem üzleti célú felhasználásra



Megerősített rézsűk vizsgálata**Adatbev.****Projekt**

Munka : Részűállékonyság pontos alapok MSF fal
 Rész : Szakdolgozat
 Szerző : Lőrinczi Bálint
 Dátum : 2015.05.27.

Beállítások

Magyarország - EN 1997

Anyagok és szabványok

Beton szerkezetek : EN 1992-1-1 (EC2)
 EN 1992-1-1 szerinti tényezők : szabványos

Fal számítás

Aktív földnyomás számítás : Coulomb
 Passzív földnyomás számítás : Caquot-Kerisel
 Földrengés számítás : Mononobe-Okabe
 Földék alakja : Számítás ferdeként
 Megengedhető külpontosság : 0,333
 Belső stabilitás : Szabvány - egyenes csúszólap
 Ellenőrzési módszer : EN 1997 szerint
 Tervezési módszer : 2 - hatások és ellenállások csökkentése

Hatások (A) parciális tényezők			
Tartós tervezési állapot			
		Kedvezőtlen	Kedvező
Állandó hatások :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Esetleges hatások :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Vízből adódó teher :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

Ellenállások (R) parciális tényezők			
Tartós tervezési állapot			
Borulás parciális tényezője :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]	
Elcsúszási ellenállás parciális tényezője :	$\gamma_{Rh} =$	1,10 [-]	
Teherbírás parciális tényezője :	$\gamma_{Rv} =$	1,40 [-]	

Esetleges hatások parciális tényezők			
Tartós tervezési állapot			
Kombinációs tényező értéke :	$\psi_0 =$	0,70 [-]	
Gyakori érték tényező :	$\psi_1 =$	0,50 [-]	
Kvázi-állandó érték tényező :	$\psi_2 =$	0,30 [-]	

Stabilitás vizsgálat

Ellenőrzési módszer : EN 1997 szerint
 Tervezési módszer : 3 - hatások (GEO, STR) és talajparaméterek csökkentése

Hatások (A) parciális tényezők					
Tartós tervezési állapot					
		STR állapot		GEO állapot	
		Kedvezőtlen	Kedvező	Kedvezőtlen	Kedvező
Állandó hatások :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]



Nem üzleti célú felhasználásra



Hatások (A) parciális tényezői

Tartós tervezési állapot

Esetleges hatások :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Vízből adódó teher :	$\gamma_w =$			1,00 [-]	

Talajparaméterek (M) parciális tényezői

Tartós tervezési állapot

Belső surlódás parciális tényezője :	$\gamma_\phi =$	1,35 [-]
Hatékony kohézió parciális tényezője :	$\gamma_c =$	1,35 [-]
Drénezetlen nyírószilárdság parciális tényezője :	$\gamma_{cu} =$	1,50 [-]

Szerkezet geometriája

Töltés magasság $h_n = 5,77$ mTöltés hossza $l_n = 5,46$ mTakarás vastagsága $t_c = 0,30$ m

Anyag

Takarás anyaga

Fajsúly $\gamma = 23,00$ kN/m³Nyírási ellenállás $R_s = 0,00$ kPa

Vasalások típusa

Sz.	Név	Vasalás típusa	Vonaltípus	Vasalás teherbírása		Tényező	
				T_{ult} [kN/m]	R_t [kN/m]	C_{ds} [-]	C_i [-]
1	Tensar 40RE	Tensar 40RE	————	52,50	13,24	0,90	0,90

Vasalás részletei

1. Tensar 40RE

Rövid távú kar. teherb. $T_{ult} = 52,50$ kN/mHosszú távú tervezési teherb. $R_t = 13,24$ kN/mModell bizonytalanságának ált. tény. $FS_{UNC} = 1,50$

Csökkentő tény. számítása

Élettartam : 120 év

Kúszás csökk. tény. $RF_{CR} = 2,47$

Kémia : pH 4.0-12.5

Tartósság csökk. tény. $RF_D = 1,00$

Szemcse méret : < 37.5 mm

Beépítési sérülés csökk. tény. $RF_{ID} = 1,07$

Vasalás

Sz.	Szám vasalás	Vasalás típusa	Vasalások kiosztása h_r [m]	Első vasalás magassága h [m]	Vasalás geometriája
1	6	Tensar 40RE	0,70	1,00	egyező vasalás hossz

Vasalás részletei

Vasalás sz. 1

Vasalás típusa : Tensar 40RE

Vasak száma 6

Vasalás geometriája : egyező vasalás hossz

Vasalás hossza : 9,00 m



Nem üzleti célú felhasználásra



Vasalás Sz.	Origó l_1 [m]	Vége l_2 [m]	Magasság az aljától h [m]	Hossz l [m]
1	-4,51	4,49	1,00	9,00
2	-3,85	5,15	1,70	9,00
3	-3,19	5,81	2,40	9,00
4	-2,53	6,47	3,10	9,00
5	-1,86	7,14	3,80	9,00
6	-1,20	7,80	4,50	9,00

Talajparaméterek**Gyúrható kövér agyag**

Térfogatsúly :	γ = 20,00 kN/m ³
Belső súrlódási szög :	φ_{ef} = 12,00 °
Talaj kohézió :	c_{ef} = 25,00 kPa
Szerk.-talaj súrlódási szög :	δ = 5,00 °
Telített térfogatsúly :	γ_{sat} = 22,00 kN/m ³

Kavicsos homokos agyag

Térfogatsúly :	γ = 20,00 kN/m ³
Belső súrlódási szög :	φ_{ef} = 20,00 °
Talaj kohézió :	c_{ef} = 25,00 kPa
Szerk.-talaj súrlódási szög :	δ = 5,00 °
Telített térfogatsúly :	γ_{sat} = 22,00 kN/m ³

Kemény közepes agyag

Térfogatsúly :	γ = 20,00 kN/m ³
Belső súrlódási szög :	φ_{ef} = 16,00 °
Talaj kohézió :	c_{ef} = 45,00 kPa
Szerk.-talaj súrlódási szög :	δ = 5,00 °
Telített térfogatsúly :	γ_{sat} = 22,00 kN/m ³

Homokos kavicsos agyag

Térfogatsúly :	γ = 20,00 kN/m ³
Belső súrlódási szög :	φ_{ef} = 16,00 °
Talaj kohézió :	c_{ef} = 35,00 kPa
Szerk.-talaj súrlódási szög :	δ = 5,00 °
Telített térfogatsúly :	γ_{sat} = 22,00 kN/m ³

Szürke kemény közepes agyag

Térfogatsúly :	γ = 20,00 kN/m ³
Belső súrlódási szög :	φ_{ef} = 16,00 °
Talaj kohézió :	c_{ef} = 22,00 kPa
Szerk.-talaj súrlódási szög :	δ = 5,00 °
Telített térfogatsúly :	γ_{sat} = 22,00 kN/m ³

Geológiai profil és hozzárendelt talajok

Sz.	Réteg [m]	Hozzárendelt talaj	Mintázat
1	2,80	Gyúrható kövér agyag	



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Réteg [m]	Hozzárendelt talaj	Mintázat
2	2,00	Kavicsos homokos agyag	
3	0,40	Kemény közepes agyag	
4	1,00	Homokos kavicsos agyag	
5	5,80	Szürke kemény közepes agyag	
6	-	Szürke kemény közepes agyag	

Terep profil

A szerkezet mögötti terep lejtése 1: 2,00 (lejtő szöge 26,57 °).
Feltöltés magassága 0,50 m, feltöltés hossza 1,00 m.

Víz hatása

Talajvízszint

Sz.	Koordináták x [m]	Mélység y [m]
1	0,00	0,00
2	5,00	2,00
3	10,00	2,40

Felszíni terhelés megadása

Sz.	Meg. Teher		Erőhatás	Int.1 [kN/m ²]	Int.2 [kN/m ²]	Ord.x x [m]	Hossz l [m]	Mélység z [m]
	Új	vált.						
1	IGEN		állandó	20,00				terepen
Sz.	Név							
1	q							

Ellenállás a szerkezet elülső felületén

Ellenállás a szerkezet elülső felületén nincs figyelembe véve

Kivitelezési fázis beállításai

Tervezési állapot : állandó

Ellenőrzés Sz. 1

Szerkezetre ható erők

Név	F _{hor} [kN/m]	Tám.pt. z [m]	F _{vert} [kN/m]	Tám.pt. x [m]	Tény. borul.	Tény. elcsúszás	Tény. feszültség
Gravitációs erő	0,00	-3,33	980,26	7,54	1,000	1,000	1,350
Aktív földnyomás	4,10	-0,24	1,17	9,00	1,000	1,350	1,350
Víznyomás	0,00	-6,27	0,00	13,26	1,000	1,000	1,000
q	4,78	-0,25	-7,37	11,37	1,350	1,350	1,000
q	0,00	-6,27	155,96	9,36	1,000	1,000	1,350



Nem üzleti célú felhasználásra



A teljes fal ellenőrzése**Kiborulási stabilitás ellenőrzése**Ellennyomaték $M_{res} = 6248,48 \text{ kNm/m}$ Borító nyomaték $M_{ovr} = 2,58 \text{ kNm/m}$ **A fal borulásra MEGFELELŐ****Elcsúszás ellenőrzése**Vízszintes ellenerő $H_{res} = 580,37 \text{ kN/m}$ Aktív vízszintes erő $H_{act} = 11,99 \text{ kN/m}$ **A fal elcsúszásra MEGFELELŐ****Teljes ellenőrzés - FAL MEGFELELŐ**

Maximális feszültség az alaptest alján : 169,79 kPa

Az altalaj teherbíró-képessége**A tervezési teher az alap aljának középpontjában hat**

Sz.	Nyomaték [kNm/m]	Normálerő [kN/m]	Nyíróerő [kN/m]	Külpontosság [-]	Feszültség [kPa]
1	-4999,51	1528,12	10,31	0,000	169,79
2	-3671,78	1127,45	11,99	0,000	125,27

Az üzemi teher az alaptest aljának középpontjában hat

Sz.	Nyomaték [kNm/m]	Normálerő [kN/m]	Nyíróerő [kN/m]
1	-3767,66	1202,58	10,79

Altalaj ellenőrzése**Külpontosság ellenőrzése**Normálerő max. külpontossága $e = 0,000$ Maximális megengedhető külpontosság $e_{alw} = 0,333$ **A normálerő külpontossága MEGFELELŐ****Teherbírás ellenőrzése**Altalaj teherbírásának tervezése $R = 0,00 \text{ kPa}$ Teherbírás parciális tényezője $\gamma_{Rv} = 1,40$ Max. feszültség az alap aljánál $\sigma = 169,79 \text{ kPa}$ Az altalaj teherbíró-képessége $R_d = 0,00 \text{ kPa}$ **Az altalaj teherbíró-képessége NEM MEGFELELŐ****Teljes ellenőrzés - Az altalaj teherbíró-képessége NEM MEGFELELŐ****Elcsúszás ellenőrzése a geo-megerősítés mentén Sz. 1****Szerkezetre ható erők (1 sz. megerősítés ellenőrzése)**

Név	F_{hor} [kN/m]	Tám.pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Tám.pt. x [m]	Terv. tényező
Aktív földnyomás	6,51	-0,91	2,35	9,00	1,350
q	14,87	-1,58	10,32	9,00	1,350
Gravitációs erő	0,00	-2,31	675,15	5,60	1,000
q	0,00	-5,27	89,73	6,76	1,000



Nem üzleti célú felhasználásra



Név	F_{hor} [kN/m]	Tám.pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Tám.pt. x [m]	Terv. tényező
Vasalás	-13,24	-0,70	0,00	9,00	1,000
Vasalás	-13,24	-1,40	0,00	9,00	1,000
Vasalás	-13,24	-2,10	0,00	9,00	1,000
Vasalás	-13,24	-2,80	0,00	9,00	1,000
Vasalás	-13,24	-3,50	0,00	9,00	1,000

Geotextília mentén történő elcsúszás ellenőrzése Sz.: 1

Csúszólap meredeksége = 90,00 °
 A megerősítésre ható általános normálerő = 781,97 kN/m
 Geotextília mentén történő elcsúszás csökk. tény. = 0,90
 Fal ellenállás = 0,00 kN/m
 Vasalások általános teherbírása = 66,22 kN/m
 Ellenállás a geo-megerősítés mentén = 256,15 kN/m

Csúszás ellenőrzése:

Vízszintes ellenerő H_{res} = 322,37 kN/m
 Aktív vízszintes erő H_{act} = 28,87 kN/m

Geotextília mentén tört. elcsúszás MEGFELELŐ**Belső stabilitás számítás Sz. 1****A következő geo-megerősítés teherbírás ellenőrzése: 1****Szakító szilárdság ellenőrzése**

Szakítószilárdság R_t = 13,24 kN/m
 Geo-megerősítés erő F_x = 8,07 kN/m

Geo-megerősítés szakítószilárdság MEGFELELŐ**Kihúzóerő ellenállás ellenőrzése**

Kihúzóerő ellenállás T_p = 537,76 kN/m
 Geo-megerősítés erő F_x = 8,07 kN/m

Geo-megerősítés kihúzóerő ellenállása MEGFELELŐ**Általános ellenőrzés - geo-megerősítés MEGFELELŐ****Globális stabilitás vizsgálat Sz. 1****Megadott csúszólap paraméterei**

Közeppon S = (-7,30;-10,03) m
 Sugár r = 15,92 m
 Szög α_1 = 0,00 °
 α_2 = 0,00 °

A számítás nem futott le.**Globális stabilitás vizsgálat Sz. 2****Megadott csúszólap paraméterei**

Közeppon S = (-7,30;-10,03) m
 Sugár r = 15,92 m
 Szög α_1 = 0,00 °



Nem üzleti célú felhasználásra



$$\alpha_2 = 0,00^\circ$$

A számítás nem futott le.

Rézsúállékonyság számítás

Adatbev.

Projekt

Beállítások

Magyarország - EN 1997

Stabilitás vizsgálat

Földrengés számítás : Szabványos

Ellenőrzési módszer : EN 1997 szerint

Tervezési módszer : 3 - hatások (GEO, STR) és talajparaméterek csökkentése

Hatások (A) parciális tényezők					
Tartós tervezési állapot					
		STR állapot		GEO állapot	
		Kedvezőtlen	Kedvező	Kedvezőtlen	Kedvező
Állandó hatások :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
Esetleges hatások :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Vízből adódó teher :	$\gamma_w =$			1,00 [-]	

Talajparaméterek (M) parciális tényezők			
Tartós tervezési állapot			
Belső surlódás parciális tényezője :	$\gamma_\phi =$	1,35 [-]	
Hatékony kohézió parciális tényezője :	$\gamma_c =$	1,35 [-]	
Drénezetlen nyírószilárdság parciális tényezője :	$\gamma_{cu} =$	1,50 [-]	

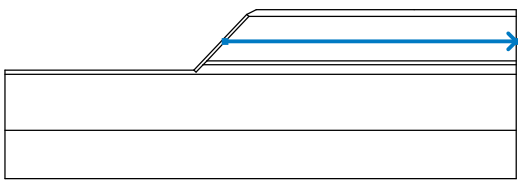
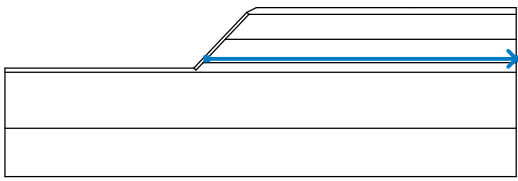
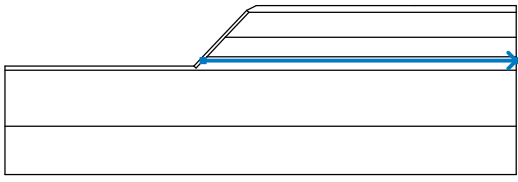
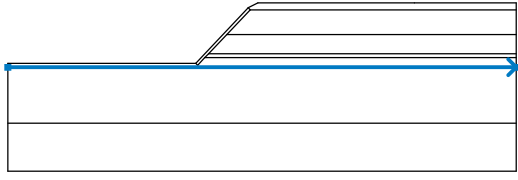
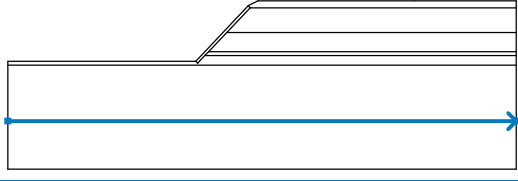
Felület

Sz.	Felület helye	Felület pontjainak koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-25,00	-5,77	-5,46	-5,77	0,00	0,00
		1,00	0,50	17,31	0,50	27,89	0,50
2		0,00	0,00	0,22	-0,21		
3		-5,46	-5,77	-5,24	-5,98	-4,50	-5,20
		-4,12	-4,80	-2,23	-2,80	0,22	-0,21
		27,89	-0,21				



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Felület helye	Felület pontjainak koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
4		-2,23	-2,80	27,89	-2,80		
5		-4,12	-4,80	27,89	-4,80		
6		-4,50	-5,20	27,89	-5,20		
7		-25,00	-6,20	27,89	-6,20		
8		-25,00	-12,00	27,89	-12,00		

Talaj paraméterek - hatékony feszültségállapot

Sz.	Név	Mintázat	Φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Gyúrható kövér agyag		12,00	25,00	20,00
2	Kavicsos homokos agyag		20,00	25,00	20,00
3	Kemény közepes agyag		16,00	45,00	20,00
4	Homokos kavicsos agyag		16,00	35,00	20,00



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Név	Mintázat	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
5	Szürke kemény közepes agyag		16,00	22,00	20,00

Talaj paraméterek - felhajtóerő

Sz.	Név	Mintázat	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [–]
1	Gyúrható kövér agyag		22,00		
2	Kavicsos homokos agyag		22,00		
3	Kemény közepes agyag		22,00		
4	Homokos kavicsos agyag		22,00		
5	Szürke kemény közepes agyag		22,00		

Talajparaméterek

Gyúrható kövér agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 12,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kavicsos homokos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 20,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 45,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Homokos kavicsos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony



Nem üzleti célú felhasználásra

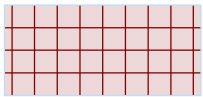
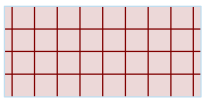


Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 35,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

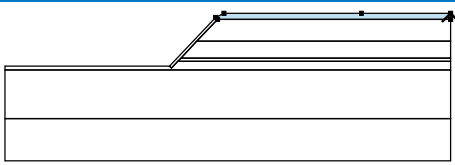
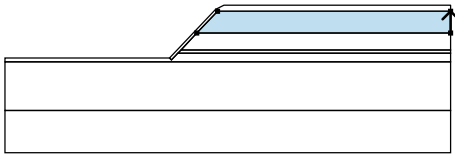
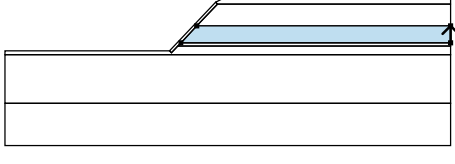
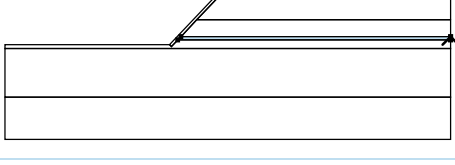
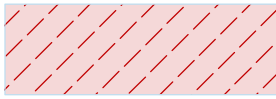
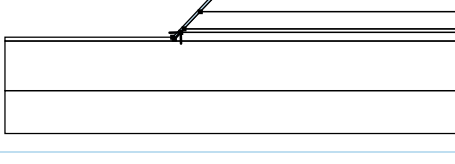
Szürke kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 22,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Merev testek

Sz.	Név	Mintázat	γ [kN/m ³]
1	Takarás		23,00
2	Takarás anyaga		23,00

Hozzárendelések és felületek

Sz.	Felszín pozíciója	Felszín pontjainak koordinátái [m]				Hozzárendelt talaj
		x	z	x	z	
1		27,89	-0,21	27,89	0,50	Gyúrható kövér agyag 
		17,31	0,50	1,00	0,50	
		0,00	0,00	0,22	-0,21	
2		27,89	-2,80	27,89	-0,21	Gyúrható kövér agyag 
		0,22	-0,21	-2,23	-2,80	
3		27,89	-4,80	27,89	-2,80	Kavicsos homokos agyag 
		-2,23	-2,80	-4,12	-4,80	
4		27,89	-5,20	27,89	-4,80	Kemény közepes agyag 
		-4,12	-4,80	-4,50	-5,20	
5		-5,24	-5,98	-4,50	-5,20	Takarás 
		-4,12	-4,80	-2,23	-2,80	
		0,22	-0,21	0,00	0,00	
		-5,46	-5,77			



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Felszín pozíciója	Felszín pontjainak koordinátái [m]				Hozzárendelt talaj
		x	z	x	z	
6		27,89	-6,20	27,89	-5,20	Homokos kavicsos agyag
		-4,50	-5,20	-5,24	-5,98	
		-5,46	-5,77	-25,00	-5,77	
		-25,00	-6,20			
7		27,89	-12,00	27,89	-6,20	Szürke kemény közepes agyag
		-25,00	-6,20	-25,00	-12,00	
8		-25,00	-12,00	-25,00	-17,00	Szürke kemény közepes agyag
		27,89	-17,00	27,89	-12,00	

Megerős.

Sz.	Pont balra		Pont jobbra		Hossz L [m]	Szilárdság R _t [kN/m]	Kihúzódnási ell.	Vége mege.
	x [m]	z [m]	x [m]	z [m]				
1	-1,20	-1,27	7,80	-1,27	9,00	13,24	T _p = 10,80 kN/m ²	Befogott
2	-1,86	-1,97	7,14	-1,97	9,00	13,24	T _p = 16,75 kN/m ²	Befogott
3	-2,53	-2,67	6,47	-2,67	9,00	13,24	T _p = 22,70 kN/m ²	Befogott
4	-3,19	-3,37	5,81	-3,37	9,00	13,24	T _p = 49,06 kN/m ²	Befogott
5	-3,85	-4,07	5,15	-4,07	9,00	13,24	T _p = 59,25 kN/m ²	Befogott
6	-4,51	-4,77	4,49	-4,77	9,00	13,24	T _p = 69,45 kN/m ²	Befogott

Tehér

Sz.	Típus	Erőhatás típusa	Hely z [m]	Origó x [m]	Hossz l [m]	Szél. b [m]	Lejtés α [°]	Intenzitás	
								q, q ₁ , f, F	q ₂ egység
1	sávós	állandó	terepen	x = 0,00	l = 27,89		0,00	20,00	kN/m ²

Terhek

Sz.	Név
1	q

Víz

Víz típusa : TVSZ

Sz.	TVSZ elh.	TVSZ pontok koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-25,00	-5,77	-5,46	-5,77	-0,46	-3,77
		4,54	-3,37	27,89	-1,50		

Felszíni repedés

Felszíni repedés nincs megadva.



Nem üzleti célú felhasználásra



Földrengés

Földrengést nem tartalmazza

Kivitelezési fázis beállításai

Tervezési állapot : állandó

Eredmények (Kivitelezési fázis 1)**Számítás 1****Köríves csúszólap**

Csúszólap paraméterei						
Középpont :	x =	-3,23 [m]	Szögek :	$\alpha_1 =$	-35,00 [°]	
	z =	4,06 [m]		$\alpha_2 =$	72,74 [°]	
Sugár :	R =	12,00 [m]				
Csúszólap az optimalizálás után.						

Erők a megerősítésben

Megerősítés Erő [kN/m]

1	3,43
2	0,30
3	0,00
4	0,00
5	0,00
6	0,00

Rézsúállékonyság ellenőrzés (Spencer)

Kihasználtság : 85,6 %

Rézsúállékonyság MEGFELELŐ

Nem üzleti célú felhasználásra



Súlytámfal számítás**Adatbev.****Projekt**

Munka : Rézsúállékonyság pontos alapok súlytámfal HK
 Rész : Szakdolgozat
 Szerző : Lőrinczi Bálint
 Dátum : 2015.05.27.

Beállítások

Magyarország - EN 1997

Anyagok és szabványok

Beton szerkezetek : EN 1992-1-1 (EC2)
 EN 1992-1-1 szerinti tényezők : szabványos
 Falazat (kő) : EN 1996-1-1 (EC6)

Fal számítás

Aktív földnyomás számítás : Coulomb
 Passzív földnyomás számítás : Caquot-Kerisel
 Földrengés számítás : Mononobe-Okabe
 Földék alakja : Számítás ferdeként
 Megengedhető külpontosság : 0,333
 Ellenőrzési módszer : EN 1997 szerint
 Tervezési módszer : 2 - hatások és ellenállások csökkentése

Hatások (A) parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
		Kedvezőtlen	Kedvező
Állandó hatások :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Esetleges hatások :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Vízből adódó teher :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

Ellenállások (R) parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
Borulás parciális tényezője :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]	
Elcsúszási ellenállás parciális tényezője :	$\gamma_{Rh} =$	1,10 [-]	
Teherbírás parciális tényezője :	$\gamma_{Rv} =$	1,40 [-]	

Esetleges hatások parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
Kombinációs tényező értéke :	$\psi_0 =$	0,70 [-]	
Gyakori érték tényező :	$\psi_1 =$	0,50 [-]	
Kvázi-állandó érték tényező :	$\psi_2 =$	0,30 [-]	

Szerkezet anyaga

Térfogatsúly $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Falazat : Kategória I
 Habarcs eredete : Előírt habarcs
 Falazat teherb. $f_b = 12,00 \text{ MPa}$
 Habarcs teherb. $f_m = 5,00 \text{ MPa}$

Paraméterek

Nem üzleti célú felhasználásra



Nyomószilárdság $f_k = 4,15$ MPa
 Nyírószilárdság $f_{vko} = 0,10$ MPa
 Húzási-hajlítási teherb. $f_{xk} = 0,10$ MPa
 Parciális tényező $\gamma_M = 2,20$ MPa

Szerkezet geometriája

Sz.	Koordináta X [m]	Mélység Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	5,77
3	1,50	5,77
4	1,50	8,20
5	-3,15	7,27
6	-3,15	5,77
7	-2,15	5,77
8	-1,00	0,00

Az origó [0,0] a fal jobb legfelső pontján van.
 Fal metszet területe = 18,25 m².

Alap talaj paraméterek

Sz.	Név	Mintázat	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Gyúrható kövér agyag		12,00	25,00	20,00	12,00	5,00
2	Kavicsos homokos agyag		20,00	25,00	20,00	12,00	5,00
3	Kemény közepes agyag		16,00	45,00	20,00	12,00	5,00
4	Homokos kavicsos agyag		16,00	35,00	20,00	12,00	5,00
5	Szürke kemény közepes agyag		16,00	22,00	20,00	12,00	5,00
6	Homokos kavics		36,00	0,00	19,70	11,80	5,00

A nyugalmi földnyomás számításhoz az összes talajt kohéziómentesnek feltételezi.

Talajparaméterek

Gyúrható kövér agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00$ kN/m³
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 12,00$ °
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 25,00$ kPa
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00$ °
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00$ kN/m³

Kavicsos homokos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00$ kN/m³



Nem üzleti célú felhasználásra



Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 20,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 45,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Homokos kavicsos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 35,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Szürke kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 22,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Homokos kavics

Térfogatsúly : $\gamma = 19,70 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 36,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 21,80 \text{ kN/m}^3$

Geológiai profil és hozzárendelt talajok

Sz.	Réteg [m]	Hozzárendelt talaj	Mintázat
1	6,20	Homokos kavics	
2	5,80	Szürke kemény közepes agyag	



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Réteg [m]	Hozzárendelt talaj	Mintázat
3	-	Szürke kemény közepes agyag	

Alap

Alapozás típusa : alap-talak kapcsolati paraméterek megadása

Paraméterek

Alap-talaj súrlódási szög $\psi = 25,00^\circ$

Alap-talaj kohézió $a = 10,00 \text{ kPa}$

Terep profil

A szerkezet mögötti terep lejtése 1: 2,00 (lejtő szöge $26,57^\circ$).

Feltöltés magassága 0,50 m, feltöltés hossza 1,00 m.

Víz hatása

TVSZ mélysége a szerkezet mögött 3,40 m

TVSZ mélysége a szerkezet előtt 6,20 m

Az ágyazat a talpnál nem vízáteresztő.

Felhajtóerő az alap alján a kül. nyomásokból nincs figyelembe véve.

Felszíni terhelés megadása

Sz.	Meg. Teher Új	vált.	Erőhatás	Int.1 [kN/m ²]	Int.2 [kN/m ²]	Ord.x x [m]	Hossz l [m]	Mélység z [m]
1	IGEN		állandó	20,00				terepen
Sz.	Név							
1	q							

Ellenállás a szerkezet elülső felületén

Ellenállás a szerkezet elülső felületén: nyugalmi

Talaj a szerkezet elülső felületén - Szürke kemény közepes agyag

Talaj vastagság a szerkezet előtt $h = 2,00 \text{ m}$

Talaj rézsű a szerkezet előtt $\beta = -10,00^\circ$

Kivitelezési fázis beállításai

Tervezési állapot : állandó

Ellenőrzés Sz. 1**Szerkezetre ható erők**

Név	F_{hor} [kN/m]	Tám.pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Tám.pt. x [m]	Tény. borul.	Tény. elcsúszás	Tény. feszültség
Súly - fal	0,00	-2,67	348,21	2,39	1,000	1,000	1,350
EF ellenállás	-22,86	-0,71	0,45	1,02	1,000	1,000	1,000
Súly - földék	0,00	-2,64	29,74	3,64	1,000	1,000	1,350
Aktív földnyomás	171,38	-2,00	136,54	3,99	1,350	1,350	1,350
Víznyomás	95,22	-0,87	0,00	3,15	1,350	1,350	1,000
Felhajtóerő	0,00	-7,27	0,00	3,15	1,000	1,000	1,000
q	55,38	-2,69	33,45	3,92	1,350	1,350	1,000

A teljes fal ellenőrzése**Kiborulási stabilitás ellenőrzése**

Ellennyomaték $M_{res} = 1324,31 \text{ kNm/m}$



Nem üzleti célú felhasználásra



Borító nyomaték $M_{ovr} = 758,87 \text{ kNm/m}$

A fal borulásra MEGFELELŐ

Elcsúszás ellenőrzése

Vízszintes ellenőrző $H_{res} = 316,34 \text{ kN/m}$

Aktív vízszintes erő $H_{act} = 284,61 \text{ kN/m}$

A fal elcsúszásra MEGFELELŐ

Teljes ellenőrzés - FAL MEGFELELŐ

Maximális feszültség az alaptest alján : 210,96 kPa

Az altalaj teherbíró-képessége

A tervezési teher az alap aljának középpontjában hat

Sz.	Nyomaték [kNm/m]	Normálerő [kN/m]	Nyíróerő [kN/m]	Külpontosság [-]	Feszültség [kPa]
1	235,55	784,74	198,24	0,110	210,96
2	319,38	676,84	271,09	0,162	209,15

Az üzemi teher az alaptest aljának középpontjában hat

Sz.	Nyomaték [kNm/m]	Normálerő [kN/m]	Nyíróerő [kN/m]
1	216,60	596,40	176,35

Altalaj ellenőrzése

Külpontosság ellenőrzése

Normálerő max. külpontossága $e = 0,162$

Maximális megengedhető külpontosság $e_{alw} = 0,333$

A normálerő külpontossága MEGFELELŐ

Teherbírás ellenőrzése

Altalaj teherbírásának tervezése $R = 0,00 \text{ kPa}$

Teherbírás parciális tényezője $\gamma_{Rv} = 1,40$

Max. feszültség az alap aljánál $\sigma = 210,96 \text{ kPa}$

Az altalaj teherbíró-képessége $R_d = 0,00 \text{ kPa}$

Az altalaj teherbíró-képessége NEM MEGFELELŐ

Teljes ellenőrzés - Az altalaj teherbíró-képessége NEM MEGFELELŐ

Méretezés Sz. 1

Szerkezetre ható erők

Név	F_{hor} [kN/m]	Tám.pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Tám.pt. x [m]	Tény. nyomaték	Tény. normálerő	Tény. nyíróerő
Súly - fal	0,00	-0,05	2,32	0,51	1,000	1,350	1,000
Aktív földnyomás	0,04	-0,03	0,00	1,02	1,000	1,350	1,350
Víznyomás	0,00	-0,10	0,00	1,02	1,000	1,000	1,000
q	0,72	-0,05	0,06	1,02	1,350	1,350	1,350

A fal ellenőrzése a szerkezeti km.-nél 0,10 m a falgerintőtől

Keresztmetszet mélysége $h = 1,02 \text{ m}$



Nem üzleti célú felhasználásra



Határ nyíróerő $V_{Rd} = 46,80 \text{ kN/m} > 1,02 \text{ kN/m} = V_{Ed}$
 Határ nyomóerő $N_{Rd} = 1914,79 \text{ kN/m} > 2,41 \text{ kN/m} = N_{Ed}$
 Határnyomaték $M_{Rd} = 1,23 \text{ kNm/m} > 0,01 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$

Keresztmetszet teherbírása MEGFELELŐ

Részűállékonyság számítás

Adatbev.

Projekt

Beállítások

Magyarország - EN 1997

Stabilitás vizsgálat

Földrengés számítás : Szabványos

Ellenőrzési módszer : EN 1997 szerint

Tervezési módszer : 3 - hatások (GEO, STR) és talajparaméterek csökkentése

Hatások (A) parciális tényezői					
Tartós tervezési állapot					
		STR állapot		GEO állapot	
		Kedvezőtlen	Kedvező	Kedvezőtlen	Kedvező
Állandó hatások :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
Esetleges hatások :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Vízből adódó teher :	$\gamma_w =$			1,00 [-]	

Talajparaméterek (M) parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
Belső surlódás parciális tényezője :	$\gamma_\phi =$	1,35 [-]	
Hatékony kohézió parciális tényezője :	$\gamma_c =$	1,35 [-]	
Drénezetlen nyírószilárdság parciális tényezője :	$\gamma_{cu} =$	1,50 [-]	

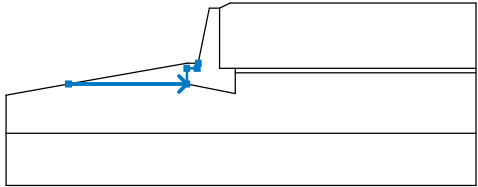
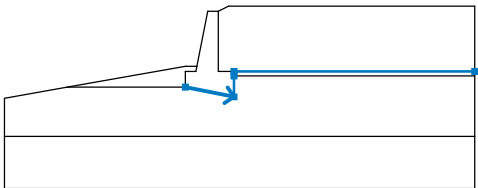
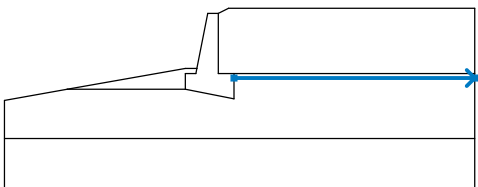
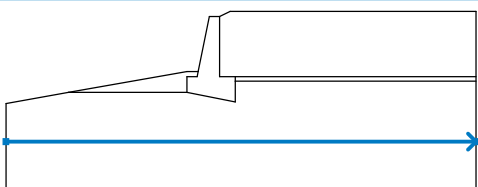
Felület

Sz.	Felület helye	Felület pontjainak koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-20,50	-8,33	-14,49	-7,27	-3,15	-5,27
		-2,05	-5,27	-1,00	0,00	0,00	0,00
		1,00	0,50	24,60	0,50		
2		0,00	0,00	0,00	-5,77	1,50	-5,77



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Felület helye	Felület pontjainak koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
3		-14,49	-7,27	-3,15	-7,27	-3,15	-5,77
		-2,15	-5,77	-2,05	-5,27		
4		-3,15	-7,27	1,50	-8,20	1,50	-6,20
		1,50	-5,77	24,60	-5,77		
5		1,50	-6,20	24,60	-6,20		
6		-20,50	-12,00	24,60	-12,00		

Talaj paraméterek - hatékony feszültségállapot

Sz.	Név	Mintázat	Φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Gyúrható kövér agyag		12,00	25,00	20,00
2	Kavicsos homokos agyag		20,00	25,00	20,00
3	Kemény közepes agyag		16,00	45,00	20,00
4	Homokos kavicsos agyag		16,00	35,00	20,00
5	Szürke kemény közepes agyag		16,00	22,00	20,00
6	Homokos kavics		36,00	0,00	19,70



Nem üzleti célú felhasználásra



Talaj paraméterek - felhajtóerő

Sz.	Név	Mintázat	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [–]
1	Gyúrható kövér agyag		22,00		
2	Kavicsos homokos agyag		22,00		
3	Kemény közepes agyag		22,00		
4	Homokos kavicsos agyag		22,00		
5	Szürke kemény közepes agyag		22,00		
6	Homokos kavics		21,80		

Talajparaméterek

Gyúrható kövér agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 12,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 25,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kavicsos homokos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 20,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 25,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 45,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Homokos kavicsos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 35,00 \text{ kPa}$



Nem üzleti célú felhasználásra



Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Szürke kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$

Feszültség állapot : hatékony

Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 16,00^\circ$

Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 22,00 \text{ kPa}$

Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Homokos kavics

Térfogatsúly : $\gamma = 19,70 \text{ kN/m}^3$

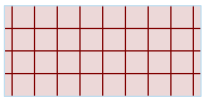
Feszültség állapot : hatékony

Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 36,00^\circ$

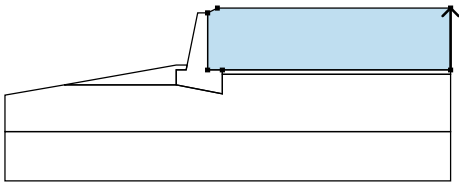
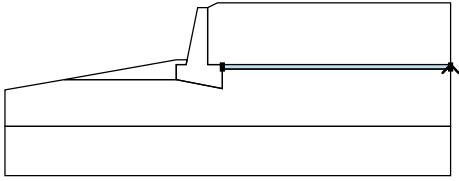
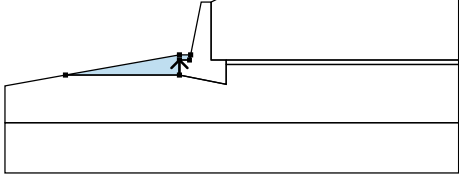
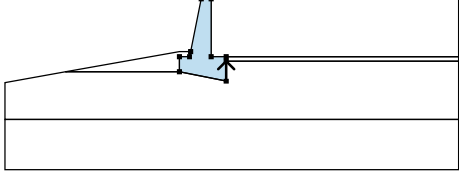
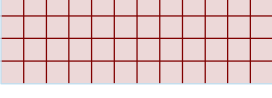
Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 0,00 \text{ kPa}$

Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 21,80 \text{ kN/m}^3$

Merev testek

Sz.	Név	Mintázat	γ [kN/m ³]
1	Fal anyaga		23,00

Hozzárendelések és felületek

Sz.	Felszín pozíciója	Felszín pontjainak koordinátái [m]				Hozzárendelt talaj
		x	z	x	z	
1		24,60	-5,77	24,60	0,50	Homokos kavics 
		1,00	0,50	0,00	0,00	
		0,00	-5,77	1,50	-5,77	
2		24,60	-6,20	24,60	-5,77	Homokos kavics 
		1,50	-5,77	1,50	-6,20	
3		-3,15	-7,27	-3,15	-5,77	Szürke kemény közepes agyag 
		-2,15	-5,77	-2,05	-5,27	
		-3,15	-5,27	-14,49	-7,27	
4		1,50	-8,20	1,50	-6,20	Fal anyaga 
		1,50	-5,77	0,00	-5,77	
		0,00	0,00	-1,00	0,00	
		-2,05	-5,27	-2,15	-5,77	
		-3,15	-5,77	-3,15	-7,27	



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Felszín pozíciója	Felszín pontjainak koordinátái [m]				Hozzárendelt talaj
		x	z	x	z	
5		24,60	-12,00	24,60	-6,20	Szürke kemény közepes agyag
		1,50	-6,20	1,50	-8,20	
		-3,15	-7,27	-14,49	-7,27	
		-20,50	-8,33	-20,50	-12,00	
6		-20,50	-12,00	-20,50	-17,00	Szürke kemény közepes agyag
		24,60	-17,00	24,60	-12,00	

Teher

Sz.	Típus	Erőhatás típusa	Hely z [m]	Origó x [m]	Hossz l [m]	Szél. b [m]	Lejtés α [°]	Intenzitás q, q ₁ , f, F	egység
1	sávós	állandó	terepen	x = 0,00	l = 24,60		0,00	20,00	kN/m ²

Terhek

Sz.	Név
1	q

Víz

Víz típusa : TVSZ

Sz.	TVSZ elh.	TVSZ pontok koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-20,50	-6,20	0,00	-6,20	0,05	-3,40
		24,60	-3,40				

Felszíni repedés

Felszíni repedés nincs megadva.

Földrengés

Földrengést nem tartalmazza

Kivitelezési fázis beállításai

Tervezési állapot : állandó

Eredmények (Kivitelezési fázis 1)**Számítás 1****Köríves csúszólap**

Csúszólap paraméterei					
Középpont :	x =	-4,34 [m]	Szögek :	α ₁ =	-36,71 [°]
	z =	3,76 [m]		α ₂ =	75,78 [°]
Sugár :	R =	13,27 [m]			
Csúszólap az optimalizálás után.					



Nem üzleti célú felhasználásra



Rézsűállékonyság ellenőrzés (Bishop)Aktív erők összege : $F_a = 788,08 \text{ kN/m}$ Passzív erők összege : $F_p = 813,64 \text{ kN/m}$ Elcsúszási nyomaték : $M_a = 10457,76 \text{ kNm/m}$ Ellennyomaték : $M_p = 10797,05 \text{ kNm/m}$

Kihasznátság : 96,9 %

Rézsűállékonyság MEGFELELŐ

Nem üzleti célú felhasználásra



Súlytámfal számítás**Adatbev.****Projekt**

Munka : Rézsúállékonyság pontos alapok súlytámfal
 Rész : Szakdolgozat
 Szerző : Lőrinczi Bálint
 Dátum : 2015.05.27.

Beállítások

Magyarország - EN 1997

Anyagok és szabványok

Beton szerkezetek : EN 1992-1-1 (EC2)
 EN 1992-1-1 szerinti tényezők : szabványos
 Falazat (kő) : EN 1996-1-1 (EC6)

Fal számítás

Aktív földnyomás számítás : Coulomb
 Passzív földnyomás számítás : Caquot-Kerisel
 Földrengés számítás : Mononobe-Okabe
 Földék alakja : Számítás ferdeként
 Megengedhető külpontosság : 0,333
 Ellenőrzési módszer : EN 1997 szerint
 Tervezési módszer : 2 - hatások és ellenállások csökkentése

Hatások (A) parciális tényezők			
Tartós tervezési állapot			
		Kedvezőtlen	Kedvező
Állandó hatások :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Esetleges hatások :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Vízből adódó teher :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

Ellenállások (R) parciális tényezők			
Tartós tervezési állapot			
Borulás parciális tényezője :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]	
Elcsúszási ellenállás parciális tényezője :	$\gamma_{Rh} =$	1,10 [-]	
Teherbírás parciális tényezője :	$\gamma_{Rv} =$	1,40 [-]	

Esetleges hatások parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
Kombinációs tényező értéke :	$\psi_0 =$	0,70 [-]	
Gyakori érték tényező :	$\psi_1 =$	0,50 [-]	
Kvázi-állandó érték tényező :	$\psi_2 =$	0,30 [-]	

Szerkezet anyaga

Térfogatsúly $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Falazat : Kategória I
 Habarcs eredete : Előírt habarcs
 Falazat teherb. $f_b = 12,00 \text{ MPa}$
 Habarcs teherb. $f_m = 5,00 \text{ MPa}$

Paraméterek

Nem üzleti célú felhasználásra



Nyomószilárdság $f_k = 4,15 \text{ MPa}$
 Nyírószilárdság $f_{vko} = 0,10 \text{ MPa}$
 Húzási-hajlítási teherb. $f_{xk} = 0,10 \text{ MPa}$
 Parciális tényező $\gamma_M = 2,20$

Szerkezet geometriája

Sz.	Koordináta X [m]	Mélység Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	5,77
3	1,50	5,77
4	1,50	8,20
5	-3,15	7,27
6	-3,15	5,77
7	-2,15	5,77
8	-1,00	0,00

Az origó [0,0] a fal jobb legfelső pontján van.
 Fal metszet területe = $18,25 \text{ m}^2$.

Alap talaj paraméterek

Sz.	Név	Mintázat	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Gyúrható kövér agyag		12,00	25,00	20,00	12,00	5,00
2	Kavicsos homokos agyag		20,00	25,00	20,00	12,00	5,00
3	Kemény közepes agyag		16,00	45,00	20,00	12,00	5,00
4	Homokos kavicsos agyag		16,00	35,00	20,00	12,00	5,00
5	Szürke kemény közepes agyag		16,00	22,00	20,00	12,00	5,00

A nyugalmi földnyomás számításhoz az összes talajt kohéziómentesnek feltételezi.

Talajparaméterek

Gyúrható kövér agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 12,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kavicsos homokos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 20,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$



Nem üzleti célú felhasználásra



Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 45,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

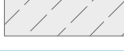
Homokos kavicsos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 35,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Szürke kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 22,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Geológiai profil és hozzárendelt talajok

Sz.	Réteg [m]	Hozzárendelt talaj	Mintázat
1	2,80	Gyúrható kövér agyag	
2	2,00	Kavicsos homokos agyag	
3	0,40	Kemény közepes agyag	
4	1,00	Homokos kavicsos agyag	
5	5,80	Szürke kemény közepes agyag	
6	-	Szürke kemény közepes agyag	

Alap

Alapozás típusa : alap-talak kapcsolati paraméterek megadása

Paraméterek

Alap-talaj súrlódási szög $\psi = 25,00^\circ$



Nem üzleti célú felhasználásra



Alap-talaj kohézió $a = 10,00 \text{ kPa}$

Terep profil

A szerkezet mögötti terep lejtése 1: 2,00 (lejtő szöge $26,57^\circ$).
Feltöltés magassága 0,50 m, feltöltés hossza 1,00 m.

Víz hatása

TVSZ mélysége a szerkezet mögött 3,40 m
TVSZ mélysége a szerkezet előtt 6,20 m
Az ágyazat a talpnál nem vízáteresztő.
Felhajtóerő az alap alján a kül. nyomásokból nincs figyelembe véve.

Felszíni terhelés megadása

Sz.	Meg. Teher Új	vált.	Erőhatás	Int.1 [kN/m ²]	Int.2 [kN/m ²]	Ord.x x [m]	Hossz l [m]	Mélység z [m]
1	IGEN		állandó	20,00				terepen

Sz.	Név
1	q

Ellenállás a szerkezet elülső felületén

Ellenállás a szerkezet elülső felületén: nyugalmi
Talaj a szerkezet elülső felületén - Szürke kemény közepes agyag
Talaj vastagság a szerkezet előtt $h = 2,00 \text{ m}$
Talaj rézsű a szerkezet előtt $\beta = -10,00^\circ$

Kivitelezési fázis beállításai

Tervezési állapot : állandó

Ellenőrzés Sz. 1

Szerkezetre ható erők

Név	F_{hor} [kN/m]	Tám.pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Tám.pt. x [m]	Tény. borul.	Tény. elcsúszás	Tény. feszültség
Súly - fal	0,00	-2,67	348,21	2,39	1,000	1,000	1,350
EF ellenállás	-22,86	-0,71	0,45	1,02	1,000	1,000	1,000
Súly - földék	0,00	-2,40	24,03	3,65	1,000	1,000	1,350
Aktív földnyomás	145,34	-1,40	84,80	3,98	1,350	1,350	1,350
Víznyomás	95,22	-0,87	0,00	3,15	1,350	1,350	1,000
Felhajtóerő	0,00	-7,27	0,00	3,15	1,000	1,000	1,000
q	64,47	-2,12	36,06	3,88	1,350	1,350	1,350

A teljes fal ellenőrzése

Kiborulási stabilitás ellenőrzése

Ellennyomaték $M_{res} = 1118,53 \text{ kNm/m}$
Borító nyomaték $M_{ovr} = 553,26 \text{ kNm/m}$

A fal borulásra MEGFELELŐ

Elcsúszás ellenőrzése

Vízszintes ellenőrző $H_{res} = 285,67 \text{ kN/m}$
Aktív vízszintes erő $H_{act} = 276,30 \text{ kN/m}$

A fal elcsúszásra MEGFELELŐ

Teljes ellenőrzés - FAL MEGFELELŐ



Nem üzleti célú felhasználásra



Maximálisfeszültség az alaptest alján: 191,61 kPa

Az altalaj teherbíró-képessége

A tervezési teher az alap aljának középpontjában hat

Sz.	Nyomaték [kNm/m]	Normálerő [kN/m]	Nyíróerő [kN/m]	Külpontosság [-]	Feszültség [kPa]
1	186,32	722,92	206,93	0,105	191,61
2	234,19	601,70	263,38	0,148	178,76

Az üzemi teher az alaptest aljának középpontjában hat

Sz.	Nyomaték [kNm/m]	Normálerő [kN/m]	Nyíróerő [kN/m]
1	155,36	539,29	170,93

Altalaj ellenőrzése

Külpontosság ellenőrzése

Normálerő max. külpontossága $e = 0,148$

Maximális megengedhető külpontosság $e_{alw} = 0,333$

A normálerő külpontossága MEGFELELŐ

Teherbírás ellenőrzése

Altalaj teherbírásának tervezése $R = 0,00$ kPa

Teherbírás parciális tényezője $\gamma_{Rv} = 1,40$

Max. feszültség az alap aljánál $\sigma = 191,61$ kPa

Az altalaj teherbíró-képessége $R_d = 0,00$ kPa

Az altalaj teherbíró-képessége NEM MEGFELELŐ

Teljes ellenőrzés - Az altalaj teherbíró-képessége NEM MEGFELELŐ

Méretezés Sz. 1

Szerkezetre ható erők

Név	F_{hor} [kN/m]	Tám.pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Tám.pt. x [m]	Tény. nyomaték	Tény. normálerő	Tény. nyíróerő
Súly - fal	0,00	-0,05	2,32	0,51	1,000	1,350	1,000
Aktív földnyomás	0,00	-0,10	0,00	1,02	1,000	1,000	1,000
Víznyomás	0,00	-0,10	0,00	1,02	1,000	1,000	1,000
q	0,00	-0,10	0,17	1,02	1,000	1,350	1,000

A fal ellenőrzése a szerkezeti km.-nél 0,10 m a falgerintőtől

Keresztmetszet mélysége $h = 1,02$ m

Határ nyomóerő $N_{Rd} = 1778,78$ kN/m $> 2,49$ kN/m $= N_{Ed}$

Határnyomaték $M_{Rd} = 1,27$ kNm/m $> 0,10$ kNm/m $= M_{Ed}$

Keresztmetszet teherbírása MEGFELELŐ



Nem üzleti célú felhasználásra



Rézsúállékonyság számítás**Adatbev.****Projekt****Beállítások**

Magyarország - EN 1997

Stabilitás vizsgálat

Földrengés számítás : Szabványos

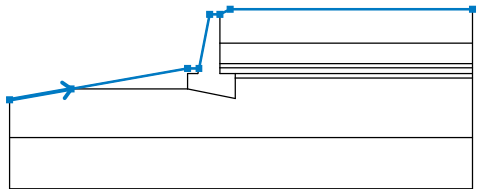
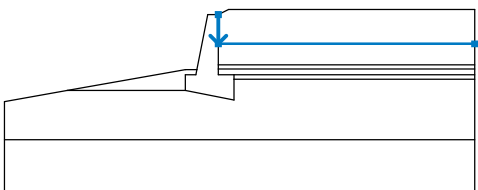
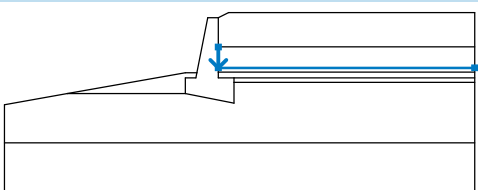
Ellenőrzési módszer : EN 1997 szerint

Tervezési módszer : 3 - hatások (GEO, STR) és talajparaméterek csökkentése

Hatások (A) parciális tényezői					
Tartós tervezési állapot					
		STR állapot		GEO állapot	
		Kedvezőtlen	Kedvező	Kedvezőtlen	Kedvező
Állandó hatások :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
Esetleges hatások :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Vízből adódó teher :	$\gamma_w =$			1,00 [-]	

Talajparaméterek (M) parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
Belső surlódás parciális tényezője :	$\gamma_\phi =$	1,35 [-]	
Hatékony kohézió parciális tényezője :	$\gamma_c =$	1,35 [-]	
Drénezetlen nyírószilárdság parciális tényezője :	$\gamma_{cu} =$	1,50 [-]	

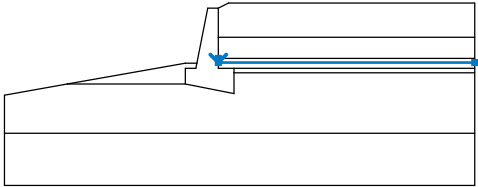
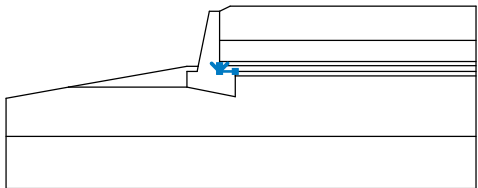
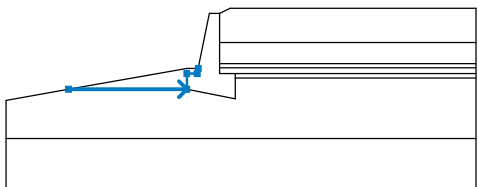
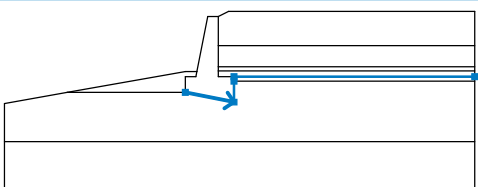
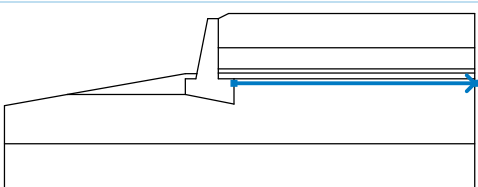
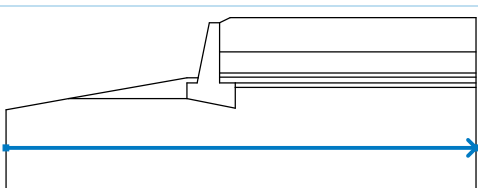
Felület

Sz.	Felület helye	Felület pontjainak koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-20,50	-8,33	-14,49	-7,27	-3,15	-5,27
		-2,05	-5,27	-1,00	0,00	0,00	0,00
		1,00	0,50	24,60	0,50		
2		0,00	0,00	0,00	-2,80	24,60	-2,80
3		0,00	-2,80	0,00	-4,80	24,60	-4,80



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Felület helye	Felület pontjainak koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
4		0,00	-4,80	0,00	-5,20	24,60	-5,20
5		0,00	-5,20	0,00	-5,77	1,50	-5,77
6		-14,49	-7,27	-3,15	-7,27	-3,15	-5,77
		-2,15	-5,77	-2,05	-5,27		
7		-3,15	-7,27	1,50	-8,20	1,50	-6,20
		1,50	-5,77	24,60	-5,77		
8		1,50	-6,20	24,60	-6,20		
9		-20,50	-12,00	24,60	-12,00		

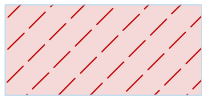
Talaj paraméterek - hatékony feszültségállapot

Sz.	Név	Mintázat	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Gyúrható kövér agyag		12,00	25,00	20,00
2	Kavicsos homokos agyag		20,00	25,00	20,00

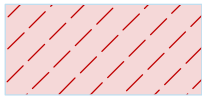


Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Név	Mintázat	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
3	Kemény közepes agyag		16,00	45,00	20,00
4	Homokos kavicsos agyag		16,00	35,00	20,00
5	Szürke kemény közepes agyag		16,00	22,00	20,00

Talaj paraméterek - felhajtóerő

Sz.	Név	Mintázat	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [–]
1	Gyúrható kövér agyag		22,00		
2	Kavicsos homokos agyag		22,00		
3	Kemény közepes agyag		22,00		
4	Homokos kavicsos agyag		22,00		
5	Szürke kemény közepes agyag		22,00		

Talajparaméterek**Gyúrható kövér agyag**

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 12,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kavicsos homokos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 20,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony



Nem üzleti célú felhasználásra



Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 45,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

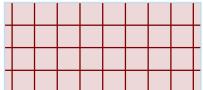
Homokos kavicsos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 35,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

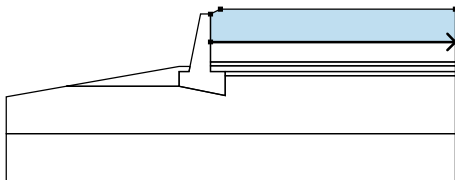
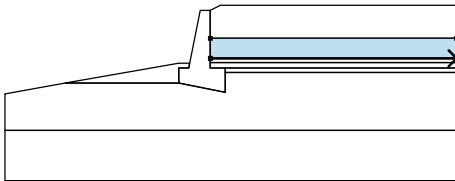
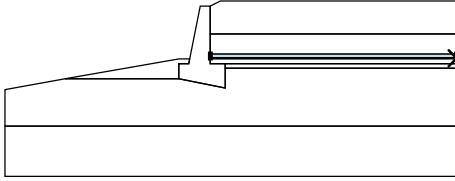
Szürke kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 22,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Merev testek

Sz.	Név	Mintázat	γ [kN/m ³]
1	Fal anyaga		23,00

Hozzárendelések és felületek

Sz.	Felszín pozíciója	Felszín pontjainak koordinátái [m]				Hozzárendelt talaj
		x	z	x	z	
1		0,00	-2,80	24,60	-2,80	Gyúrható kövér agyag 
		24,60	0,50	1,00	0,50	
		0,00	0,00			
2		0,00	-4,80	24,60	-4,80	Kavicsos homokos agyag 
		24,60	-2,80	0,00	-2,80	
3		0,00	-5,20	24,60	-5,20	Kemény közepes agyag 
		24,60	-4,80	0,00	-4,80	



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Felszín pozíciója	Felszín pontjainak koordinátái [m]				Hozzárendelt talaj
		x	z	x	z	
4		24,60	-5,77	24,60	-5,20	Homokos kavicsos agyag
		0,00	-5,20	0,00	-5,77	
		1,50	-5,77			
5		24,60	-6,20	24,60	-5,77	Homokos kavicsos agyag
		1,50	-5,77	1,50	-6,20	
6		-3,15	-7,27	-3,15	-5,77	Szürke kemény közepes agyag
		-2,15	-5,77	-2,05	-5,27	
		-3,15	-5,27	-14,49	-7,27	
7		1,50	-8,20	1,50	-6,20	Fal anyaga
		1,50	-5,77	0,00	-5,77	
		0,00	-5,20	0,00	-4,80	
		0,00	-2,80	0,00	0,00	
		-1,00	0,00	-2,05	-5,27	
		-2,15	-5,77	-3,15	-5,77	
8		24,60	-12,00	24,60	-6,20	Szürke kemény közepes agyag
		1,50	-6,20	1,50	-8,20	
		-3,15	-7,27	-14,49	-7,27	
		-20,50	-8,33	-20,50	-12,00	
9		-20,50	-12,00	-20,50	-17,00	Szürke kemény közepes agyag
		24,60	-17,00	24,60	-12,00	

Teher

Sz.	Típus	Erőhatás típusa	Hely z [m]	Origó x [m]	Hossz l [m]	Szél. b [m]	Lejtés α [°]	Intenzitás	
1	sávós	állandó	terepen	x = 0,00	l = 24,60		0,00	q, q ₁ , f, F	q ₂ egység
								20,00	kN/m ²

Terhek

Sz.	Név
1	q

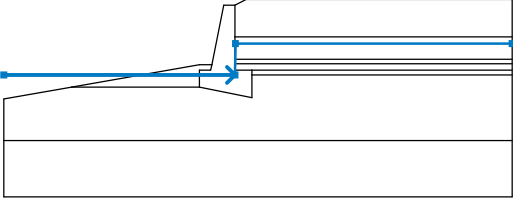
Víz

Víz típusa : TVSZ



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	TVSZ elh.	TVSZ pontok koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-20,50	-6,20	0,00	-6,20	0,05	-3,40
		24,60	-3,40				

Felszíni repedés

Felszíni repedés nincs megadva.

Földrengés

Földrengést nem tartalmazza

Kivitelezési fázis beállításai

Tervezési állapot : állandó

Eredmények (Kivitelezési fázis 1)**Számítás 1****Köríves csúszólap**

Csúszólap paraméterei					
Középpont :	x =	-4,47	[m]	Szögek :	$\alpha_1 =$ -36,56 [°]
	z =	3,95	[m]		$\alpha_2 =$ 75,24 [°]
Sugár :	R =	13,54	[m]		
Csúszólap az optimalizálás után.					

Rézűállékonyság ellenőrzés (Bishop)Aktív erők összege : $F_a = 806,79$ kN/mPasszív erők összege : $F_p = 855,66$ kN/mElcsúszási nyomaték : $M_a = 10923,98$ kNm/mEllennyomaték : $M_p = 11585,64$ kNm/m

Kihasználtság : 94,3 %

Rézűállékonyság MEGFELELŐ

Nem üzleti célú felhasználásra



Szögtámfal számítás**Adatbev.****Projekt**

Munka : Rézsúállékonyság pontos alapok szögtámfal HK
 Rész : Szakdolgozat
 Szerző : Lőrinczi Bálint
 Dátum : 2015.05.27.

Beállítások

Magyarország - EN 1997

Anyagok és szabványok

Beton szerkezetek : EN 1992-1-1 (EC2)
 EN 1992-1-1 szerinti tényezők : szabványos

Fal számítás

Aktív földnyomás számítás : Coulomb
 Passzív földnyomás számítás : Caquot-Kerisel
 Földrengés számítás : Mononobe-Okabe
 Földék alakja : Számítás ferdeként
 Homlokfal : Az alap homlokfala mint ferde alapsík van figy. véve
 Megengedhető külpontosság : 0,333
 Ellenőrzési módszer : EN 1997 szerint
 Tervezési módszer : 2 - hatások és ellenállások csökkentése

Hatások (A) parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
		Kedvezőtlen	Kedvező
Állandó hatások :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Esetleges hatások :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Vízből adódó teher :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

Ellenállások (R) parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
Borulás parciális tényezője :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]	
Elcsúszási ellenállás parciális tényezője :	$\gamma_{Rh} =$	1,10 [-]	
Teherbírás parciális tényezője :	$\gamma_{Rv} =$	1,40 [-]	

Esetleges hatások parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
Kombinációs tényező értéke :	$\psi_0 =$	0,70 [-]	
Gyakori érték tényező :	$\psi_1 =$	0,50 [-]	
Kvázi-állandó érték tényező :	$\psi_2 =$	0,30 [-]	

Szerkezet anyaga

Térfogatsúly $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

A betonszerkezet számítása az alábbi szabványnak megfelelően történt EN 1992-1-1 (EC2) .

Beton : C 25/30

Hengeres próbatest nyomószilárdsága $f_{ck} = 25,00 \text{ MPa}$

Szakítószilárdság $f_{ctm} = 2,60 \text{ MPa}$

Hosszvas : B500



Nem üzleti célú felhasználásra



Képlékeny határ

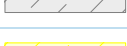
$f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Szerkezet geometriája

Sz.	Koordináta X [m]	Mélység Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	5,00
3	3,00	5,00
4	3,00	5,77
5	3,00	5,90
6	2,50	5,90
7	2,50	5,77
8	-2,40	5,77
9	-2,40	5,00
10	-0,90	5,00
11	-0,50	0,00

Az origó [0,0] a fal jobb legfelső pontján van.

Fal metszet területe = 7,72 m².**Alap talaj paraméterek**

Sz.	Név	Mintázat	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Gyúrható kövér agyag		12,00	25,00	20,00	12,00	5,00
2	Kavicsos homokos agyag		20,00	25,00	20,00	12,00	5,00
3	Kemény közepes agyag		16,00	45,00	20,00	12,00	5,00
4	Homokos kavicsos agyag		16,00	35,00	20,00	12,00	5,00
5	Szürke kemény közepes agyag		16,00	22,00	20,00	12,00	5,00
6	Homokos kavics		36,00	0,00	19,70	11,80	5,00

A nyugalmi földnyomás számításhoz az összes talajt kohéziómentesnek feltételezi.

Talajparaméterek**Gyúrható kövér agyag**

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 12,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kavicsos homokos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$



Nem üzleti célú felhasználásra



Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 20,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 45,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Homokos kavicsos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 35,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Szürke kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 22,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Homokos kavics

Térfogatsúly : $\gamma = 19,70 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 36,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 21,80 \text{ kN/m}^3$

Geológiai profil és hozzárendelt talajok

Sz.	Réteg [m]	Hozzárendelt talaj	Mintázat
1	6,20	Homokos kavics	
2	5,80	Szürke kemény közepes agyag	



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Réteg [m]	Hozzárendelt talaj	Mintázat
3	-	Szürke kemény közepes agyag	

Alap

Alapozás típusa : alap-talak kapcsolati paraméterek megadása

Paraméterek

Alap-talaj súrlódási szög $\psi = 25,00^\circ$

Alap-talaj kohézió $a = 10,00 \text{ kPa}$

Terep profil

A szerkezet mögötti terep lejtése 1: 2,00 (lejtő szöge $26,57^\circ$).

Feltöltés magassága 0,50 m, feltöltés hossza 1,00 m.

Víz hatása

TVSZ mélysége a szerkezet mögött 3,40 m

TVSZ mélysége a szerkezet előtt 5,20 m

Az ágyazat a talpnál nem vízáteresztő.

Felhajtóerő az alap alján a kül. nyomásokból nincs figyelembe véve.

Felszíni terhelés megadása

Sz.	Meg. Teher Új	vált.	Erőhatás	Int.1 [kN/m ²]	Int.2 [kN/m ²]	Ord.x x [m]	Hossz l [m]	Mélység z [m]
1	IGEN		állandó	20,00				terepen
Sz.	Név							
1	q							

Ellenállás a szerkezet elülső felületén

Ellenállás a szerkezet elülső felületén: nyugalmi

Talaj a szerkezet elülső felületén - Szürke kemény közepes agyag

Talaj vastagság a szerkezet előtt $h = 1,00 \text{ m}$

Talaj rézsú a szerkezet előtt $\beta = -10,00^\circ$

Kivitelezési fázis beállításai

Tervezési állapot : állandó

A fal szabadon elmozdulhat. Ezért aktív földnyomás feltételezett.

Ellenőrzés Sz. 1**Szerkezetre ható erők**

Név	F_{hor} [kN/m]	Tám.pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Tám.pt. x [m]	Tény. borul.	Tény. elcsúszás	Tény. feszültség
Súly - fal	0,00	-1,86	146,20	2,35	1,000	1,000	1,350
EF ellenállás	-5,62	-0,35	0,04	1,41	1,000	1,000	1,000
Súly - földék	0,00	-3,03	147,18	3,37	1,000	1,000	1,350
Aktív földnyomás	94,79	-2,03	134,19	4,56	1,000	1,350	1,350
Víznyomás	28,80	-0,75	0,00	2,91	1,350	1,350	1,000
Felhajtóerő	0,00	-5,77	0,00	2,40	1,000	1,000	1,000
q	31,72	-2,96	50,29	4,16	1,350	1,350	1,350
q	0,00	-5,90	10,17	2,65	1,000	1,000	1,350



Nem üzleti célú felhasználásra



A teljes fal ellenőrzése**Kiborulási stabilitás ellenőrzése**Ellennyomaték $M_{res} = 1257,44 \text{ kNm/m}$ Borító nyomaték $M_{ovr} = 346,97 \text{ kNm/m}$ **A fal borulásra MEGFELELŐ****Elcsúszás ellenőrzése**Vízszintes ellenerő $H_{res} = 285,39 \text{ kN/m}$ Aktív vízszintes erő $H_{act} = 190,68 \text{ kN/m}$ **A fal elcsúszásra MEGFELELŐ****Teljes ellenőrzés - FAL MEGFELELŐ**

Maximális feszültség az alaptest alján : 122,81 kPa

Az altalaj teherbíró-képessége**A tervezési teher az alap aljának középpontjában hat**

Sz.	Nyomaték [kNm/m]	Normálerő [kN/m]	Nyíróerő [kN/m]	Külpontosság [-]	Feszültség [kPa]
1	-91,76	663,36	177,94	0,000	122,81
2	-48,12	510,44	191,70	0,000	94,35

Az üzemi teher az alaptest aljának középpontjában hat

Sz.	Nyomaték [kNm/m]	Normálerő [kN/m]	Nyíróerő [kN/m]
1	-62,84	491,54	137,81

Altalaj ellenőrzése**Külpontosság ellenőrzése**Normálerő max. külpontossága $e = 0,000$ Maximális megengedhető külpontosság $e_{alw} = 0,333$ **A normálerő külpontossága MEGFELELŐ****Teherbírás ellenőrzése**Altalaj teherbírásának tervezése $R = 0,00 \text{ kPa}$ Teherbírás parciális tényezője $\gamma_{Rv} = 1,40$ Max. feszültség az alap aljánál $\sigma = 122,81 \text{ kPa}$ Az altalaj teherbíró-képessége $R_d = 0,00 \text{ kPa}$ **Az altalaj teherbíró-képessége NEM MEGFELELŐ****Teljes ellenőrzés - Az altalaj teherbíró-képessége NEM MEGFELELŐ****Méretezés Sz. 1****Szerkezetre ható erők**

Név	F_{hor} [kN/m]	Tám.pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Tám.pt. x [m]	Tény. nyomaték	Tény. normálerő	Tény. nyíróerő
Súly - fal	0,00	-2,26	80,47	0,54	1,000	1,350	1,000
EF ellenállás	-0,34	-0,08	0,04	0,01	1,000	1,350	1,000
Nyugalmi földnyomás	114,74	-1,78	0,00	0,90	1,350	1,000	1,350
Víznyomás	12,78	-0,53	0,00	0,90	1,350	1,000	1,350



Nem üzleti célú felhasználásra



Név	F_{hor} [kN/m]	Tám.pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Tám.pt. x [m]	Tény. nyomaték	Tény. normálerő	Tény. nyíróerő
Felhajtóerő	0,00	-5,00	0,00	0,90	1,000	1,000	1,000
q	45,33	-2,66	0,00	0,90	1,350	1,000	1,350

Fal törzs ellenőrzés

A keresztmetszvény megerősítése (vasalása) és méretei

Vasátmérő = 20,0 mm

Vasak száma = 8

Betontakarás = 30,0 mm

Keresztmetszet szélessége = 1,00 m

Keresztmetszet mélysége = 0,90 m

Vashányad ρ = 0,29 % > 0,14 % = ρ_{min} Semleges tengely helye x = 0,08 m < 0,53 m = x_{max} Határ nyíróerő V_{Rd} = 296,80 kN > 233,01 kN = V_{Ed} Határnyomaték M_{Rd} = 903,82 kNm > 441,13 kNm = M_{Ed} **Keresztmetszet MEGFELELŐ.****Rézsúállékonyság számítás****Adatbev.****Projekt****Beállítások**

Magyarország - EN 1997

Stabilitás vizsgálat

Földrengés számítás : Szabványos

Ellenőrzési módszer : EN 1997 szerint

Tervezési módszer : 3 - hatások (GEO, STR) és talajparaméterek csökkentése

Hatások (A) parciális tényezői					
Tartós tervezési állapot					
		STR állapot		GEO állapot	
		Kedvezőtlen	Kedvező	Kedvezőtlen	Kedvező
Állandó hatások :	γ_G =	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
Esetleges hatások :	γ_Q =	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Vízből adódó teher :	γ_w =			1,00 [-]	

Talajparaméterek (M) parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
Belső surlódás parciális tényezője :	γ_ϕ =	1,35 [-]	
Hatékony kohézió parciális tényezője :	γ_c =	1,35 [-]	
Drénezetlen nyírószilárdság parciális tényezője :	γ_{cu} =	1,50 [-]	



Nem üzleti célú felhasználásra



Felület

Sz.	Felület helye	Felület pontjainak koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-14,75	-6,95	-10,50	-6,20	-8,07	-5,77
		-2,40	-4,77	-0,88	-4,77	-0,50	0,00
		0,00	0,00	1,00	0,50	17,70	0,50
2		0,00	0,00	0,00	-5,00	3,00	-5,00
3		-8,07	-5,77	-2,40	-5,77	-2,40	-5,00
		-0,90	-5,00	-0,88	-4,77		
4		-2,40	-5,77	2,50	-5,77	2,50	-5,90
		3,00	-5,90	3,00	-5,77	3,00	-5,00
		17,70	-5,00				
5		-10,50	-6,20	17,70	-6,20		
6		-14,75	-12,00	17,70	-12,00		

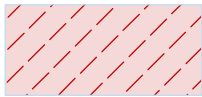
Talaj paraméterek - hatékony feszültségállapot

Sz.	Név	Mintázat	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Gyúrható kövér agyag		12,00	25,00	20,00
2	Kavicsos homokos agyag		20,00	25,00	20,00

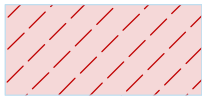


Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Név	Mintázat	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
3	Kemény közepes agyag		16,00	45,00	20,00
4	Homokos kavicsos agyag		16,00	35,00	20,00
5	Szürke kemény közepes agyag		16,00	22,00	20,00
6	Homokos kavics		36,00	0,00	19,70

Talaj paraméterek - felhajtóerő

Sz.	Név	Mintázat	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [–]
1	Gyúrható kövér agyag		22,00		
2	Kavicsos homokos agyag		22,00		
3	Kemény közepes agyag		22,00		
4	Homokos kavicsos agyag		22,00		
5	Szürke kemény közepes agyag		22,00		
6	Homokos kavics		21,80		

Talajparaméterek**Gyúrható kövér agyag**

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 12,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kavicsos homokos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony



Nem üzleti célú felhasználásra



Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 20,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 45,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Homokos kavicsos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 35,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

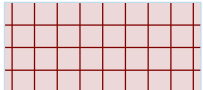
Szürke kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 22,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

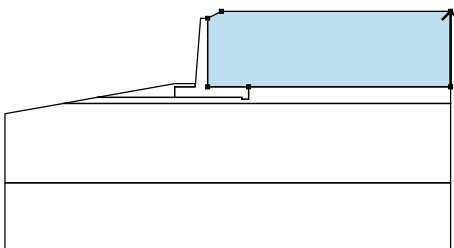
Homokos kavics

Térfogatsúly : $\gamma = 19,70 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 36,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 21,80 \text{ kN/m}^3$

Merev testek

Sz.	Név	Mintázat	γ [kN/m ³]
1	Fal anyaga		23,00

Hozzárendelések és felületek

Sz.	Felszín pozíciója	Felszín pontjainak koordinátái [m]				Hozzárendelt talaj
		x	z	x	z	
1		17,70	-5,00	17,70	0,50	Homokos kavics 
		1,00	0,50	0,00	0,00	
		0,00	-5,00	3,00	-5,00	



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Felszín pozíciója	Felszín pontjainak koordinátái [m]				Hozzárendelt talaj
		x	z	x	z	
2		-2,40	-5,77	-2,40	-5,00	Szürke kemény közepes agyag
		-0,90	-5,00	-0,88	-4,77	
		-2,40	-4,77	-8,07	-5,77	
3		2,50	-5,77	2,50	-5,90	Fal anyaga
		3,00	-5,90	3,00	-5,77	
		3,00	-5,00	0,00	-5,00	
		0,00	0,00	-0,50	0,00	
		-0,88	-4,77	-0,90	-5,00	
		-2,40	-5,00	-2,40	-5,77	
4		17,70	-6,20	17,70	-5,00	Homokos kavics
		3,00	-5,00	3,00	-5,77	
		3,00	-5,90	2,50	-5,90	
		2,50	-5,77	-2,40	-5,77	
		-8,07	-5,77	-10,50	-6,20	
5		17,70	-12,00	17,70	-6,20	Szürke kemény közepes agyag
		-10,50	-6,20	-14,75	-6,95	
		-14,75	-12,00			
6		-14,75	-12,00	-14,75	-17,00	Szürke kemény közepes agyag
		17,70	-17,00	17,70	-12,00	

Téher

Sz.	Típus	Erőhatás típusa	Hely z [m]	Origó x [m]	Hossz l [m]	Szél. b [m]	Lejtés α [°]	Intenzitás q, q ₁ , f, F	Intenzitás q ₂	egység
1	sávós	állandó	terepen	x = 0,00	l = 17,70		0,00	20,00		kN/m ²

Terhek

Sz.	Név
1	q

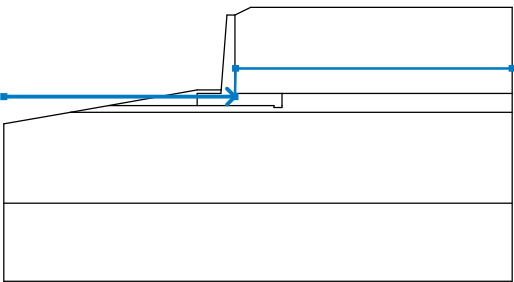


Nem üzleti célú felhasználásra



Víz

Víz típusa : TVSZ

Sz.	TVSZ elh.	TVSZ pontok koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-14,75	-5,20	0,00	-5,20	0,05	-3,40
		17,70	-3,40				

Felszíni repedés

Felszíni repedés nincs megadva.

Földrengés

Földrengést nem tartalmazza

Kivitelezési fázis beállításai

Tervezési állapot : állandó

Eredmények (Kivitelezési fázis 1)**Számítás 1****Köríves csúszólap**

Csúszólap paraméterei							
Középpont :	x =	-2,44	[m]	Szögek :	$\alpha_1 =$	-37,16	[°]
	z =	1,63	[m]		$\alpha_2 =$	83,01	[°]
Sugár :	R =	9,28	[m]				
Csúszólap az optimalizálás után.							

Rézsúállékonyság ellenőrzés (Bishop)Aktív erők összege : $F_a = 521,31$ kN/mPasszív erők összege : $F_p = 554,99$ kN/mElcsúszási nyomaték : $M_a = 4837,79$ kNm/mEllennyomaték : $M_p = 5150,33$ kNm/m

Kihasználtság : 93,9 %

Rézsúállékonyság MEGFELELŐ

Nem üzleti célú felhasználásra



Szögtámfal számítás**Adatbev.****Projekt**

Munka : Rézsűállékonyság pontos alapok szögtámfal
 Rész : Szakdolgozat
 Szerző : Lőrinczi Bálint
 Dátum : 2015.05.27.

Beállítások

Magyarország - EN 1997

Anyagok és szabványok

Beton szerkezetek : EN 1992-1-1 (EC2)
 EN 1992-1-1 szerinti tényezők : szabványos

Fal számítás

Aktív földnyomás számítás : Coulomb
 Passzív földnyomás számítás : Caquot-Kerisel
 Földrengés számítás : Mononobe-Okabe
 Földék alakja : Számítás ferdeként
 Homlokfal : Az alap homlokfala mint ferde alapsík van figy. véve
 Megengedhető külpontosság : 0,333
 Ellenőrzési módszer : EN 1997 szerint
 Tervezési módszer : 2 - hatások és ellenállások csökkentése

Hatások (A) parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
		Kedvezőtlen	Kedvező
Állandó hatások :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Esetleges hatások :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Vízből adódó teher :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

Ellenállások (R) parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
Borulás parciális tényezője :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]	
Elcsúszási ellenállás parciális tényezője :	$\gamma_{Rh} =$	1,10 [-]	
Teherbírás parciális tényezője :	$\gamma_{Rv} =$	1,40 [-]	

Esetleges hatások parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
Kombinációs tényező értéke :	$\psi_0 =$	0,70 [-]	
Gyakori érték tényező :	$\psi_1 =$	0,50 [-]	
Kvázi-állandó érték tényező :	$\psi_2 =$	0,30 [-]	

Szerkezet anyaga

Térfogatsúly $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

A betonszerkezet számítása az alábbi szabványnak megfelelően történt EN 1992-1-1 (EC2) .

Beton : C 25/30

Hengeres próbatest nyomószilárdsága $f_{ck} = 25,00 \text{ MPa}$

Szakítószilárdság $f_{ctm} = 2,60 \text{ MPa}$

Hosszvas : B500



Nem üzleti célú felhasználásra



Képlékeny határ

$f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Szerkezet geometriája

Sz.	Koordináta X [m]	Mélység Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	5,00
3	3,00	5,00
4	3,00	5,77
5	3,00	5,90
6	2,50	5,90
7	2,50	5,77
8	-2,40	5,77
9	-2,40	5,00
10	-0,90	5,00
11	-0,50	0,00

Az origó [0,0] a fal jobb legfelső pontján van.

Fal metszet területe = 7,72 m².**Alap talaj paraméterek**

Sz.	Név	Mintázat	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Gyúrható kövér agyag		12,00	25,00	20,00	12,00	5,00
2	Kavicsos homokos agyag		20,00	25,00	20,00	12,00	5,00
3	Kemény közepes agyag		16,00	45,00	20,00	12,00	5,00
4	Homokos kavicsos agyag		16,00	35,00	20,00	12,00	5,00
5	Szürke kemény közepes agyag		16,00	22,00	20,00	12,00	5,00

A nyugalmi földnyomás számításhoz az összes talajt kohéziómentesnek feltételezi.

Talajparaméterek**Gyúrható kövér agyag**

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 12,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kavicsos homokos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 20,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$



Nem üzleti célú felhasználásra



Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 45,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

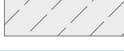
Homokos kavicsos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 35,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Szürke kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{\text{ef}} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{\text{ef}} = 22,00 \text{ kPa}$
 Szerk.-talaj súrlódási szög : $\delta = 5,00^\circ$
 Talaj : kohéziómentes
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{\text{sat}} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Geológiai profil és hozzárendelt talajok

Sz.	Réteg [m]	Hozzárendelt talaj	Mintázat
1	2,80	Gyúrható kövér agyag	
2	2,00	Kavicsos homokos agyag	
3	0,40	Kemény közepes agyag	
4	1,00	Homokos kavicsos agyag	
5	5,80	Szürke kemény közepes agyag	
6	-	Szürke kemény közepes agyag	

Alap

Alapozás típusa : alap-talak kapcsolati paraméterek megadása

Paraméterek

Alap-talaj súrlódási szög $\psi = 25,00^\circ$



Nem üzleti célú felhasználásra



Alap-talaj kohézió $a = 10,00 \text{ kPa}$

Terep profil

A szerkezet mögötti terep lejtése 1: 2,00 (lejtő szöge $26,57^\circ$).
Feltöltés magassága 0,50 m, feltöltés hossza 1,00 m.

Víz hatása

TVSZ mélysége a szerkezet mögött 3,40 m
TVSZ mélysége a szerkezet előtt 5,20 m
Az ágyazat a talpnál nem vízáteresztő.
Felhajtóerő az alap alján a kül. nyomásokból nincs figyelembe véve.

Felszíni terhelés megadása

Sz.	Meg. Teher Új	vált.	Erőhatás	Int.1 [kN/m ²]	Int.2 [kN/m ²]	Ord.x x [m]	Hossz l [m]	Mélység z [m]
1	IGEN		állandó	20,00				terepen

Sz.	Név
1	q

Ellenállás a szerkezet elülső felületén

Ellenállás a szerkezet elülső felületén: nyugalmi
Talaj a szerkezet elülső felületén - Szürke kemény közepes agyag
Talaj vastagság a szerkezet előtt $h = 1,00 \text{ m}$
Talaj rézsű a szerkezet előtt $\beta = -10,00^\circ$

Kivitelezési fázis beállításai

Tervezési állapot : állandó
A fal szabadon elmozdulhat. Ezért aktív földnyomás feltételezett.

Ellenőrzés Sz. 1

Szerkezetre ható erők

Név	F_{hor} [kN/m]	Tám.pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Tám.pt. x [m]	Tény. borul.	Tény. elcsúszás	Tény. feszültség
Súly - fal	0,00	-1,86	146,20	2,35	1,000	1,000	1,350
EF ellenállás	-5,62	-0,35	0,04	1,41	1,000	1,000	1,000
Súly - földék	0,00	-2,74	122,25	3,33	1,000	1,000	1,350
Aktív földnyomás	79,21	-2,20	83,23	4,55	1,350	1,350	1,350
Víznyomás	28,80	-0,75	0,00	2,47	1,350	1,350	1,000
Felhajtóerő	0,00	-5,77	0,00	2,40	1,000	1,000	1,000
q	56,52	-2,69	59,98	3,95	1,350	1,350	1,350
q	0,00	-5,79	1,45	2,44	1,000	1,000	1,350

A teljes fal ellenőrzése

Kiborulási stabilitás ellenőrzése

Ellennyomaték $M_{res} = 1132,73 \text{ kNm/m}$
Borító nyomaték $M_{ovr} = 468,50 \text{ kNm/m}$

A fal borulásra MEGFELELŐ

Elcsúszás ellenőrzése

Vízszintes ellenerő $H_{res} = 241,91 \text{ kN/m}$
Aktív vízszintes erő $H_{act} = 205,28 \text{ kN/m}$



Nem üzleti célú felhasználásra



A fal elcsúszására MEGFELELŐ**Teljes ellenőrzés - FAL MEGFELELŐ**

Maximális feszültség az alaptest alján : 113,93 kPa

Az altalaj teherbíró-képessége

A tervezési teher az alap aljának középpontjában hat

Sz.	Nyomaték [kNm/m]	Normálerő [kN/m]	Nyíróerő [kN/m]	Külpontosság [-]	Feszültség [kPa]
1	117,10	562,54	192,82	0,043	113,93
2	133,50	468,34	205,16	0,058	98,16

Az üzemi teher az alaptest aljának középpontjában hat

Sz.	Nyomaték [kNm/m]	Normálerő [kN/m]	Nyíróerő [kN/m]
1	91,87	416,85	148,83

Altalaj ellenőrzése**Külpontosság ellenőrzése**

Normálerő max. külpontossága $e = 0,058$
Maximális megengedhető külpontosság $e_{alw} = 0,333$

A normálerő külpontossága MEGFELELŐ**Teherbírás ellenőrzése**

Altalaj teherbírásának tervezése $R = 0,00$ kPa
Teherbírás parciális tényezője $\gamma_{Rv} = 1,40$
Max. feszültség az alap aljánál $\sigma = 113,93$ kPa
Az altalaj teherbíró-képessége $R_d = 0,00$ kPa

Az altalaj teherbíró-képessége NEM MEGFELELŐ**Teljes ellenőrzés - Az altalaj teherbíró-képessége NEM MEGFELELŐ****Méretezés Sz. 1****Szerkezetre ható erők**

Név	F_{hor} [kN/m]	Tám.pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Tám.pt. x [m]	Tény. nyomaték	Tény. normálerő	Tény. nyíróerő
Súly - fal	0,00	-2,26	80,47	0,54	1,000	1,350	1,000
EF ellenállás	-0,34	-0,08	0,04	0,01	1,000	1,350	1,000
Nyugalmi földnyomás	205,07	-1,92	0,00	0,90	1,350	1,000	1,350
Víznyomás	12,78	-0,53	0,00	0,90	1,350	1,000	1,350
Felhajtóerő	0,00	-5,00	0,00	0,90	1,000	1,000	1,000
q	74,53	-2,63	0,00	0,90	1,350	1,000	1,350

Fal törzs ellenőrzés

A keresztszelvény megerősítése (vasalása) és méretei

Vasátmérő = 20,0 mm
Vasak száma = 8
Betontakarás = 30,0 mm
Keresztmetszet szélessége = 1,00 m
Keresztmetszet mélysége = 0,90 m



Nem üzleti célú felhasználásra



Vashányad $\rho = 0,29 \% > 0,14 \% = \rho_{\min}$
 Semleges tengely helye $x = 0,08 \text{ m} < 0,53 \text{ m} = x_{\max}$
 Határnyomaték $M_{Rd} = 903,82 \text{ kNm} > 798,76 \text{ kNm} = M_{Ed}$

A keresztmetszetet minimum $1172,1 \text{ mm}^2$ területű vasalással kell ellátni.

Keresztmetszet MEGFELELŐ.

Rézsűállékonyság számítás

Adatbev.

Projekt

Beállítások

Magyarország - EN 1997

Stabilitás vizsgálat

Földrengés számítás : Szabványos

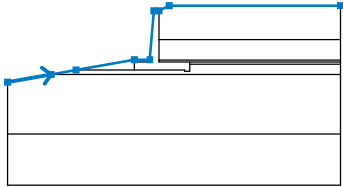
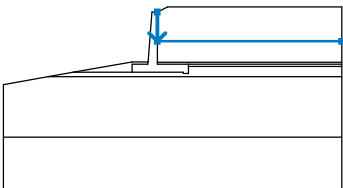
Ellenőrzési módszer : EN 1997 szerint

Tervezési módszer : 3 - hatások (GEO, STR) és talajparaméterek csökkentése

Hatások (A) parciális tényezők					
Tartós tervezési állapot					
		STR állapot		GEO állapot	
		Kedvezőtlen	Kedvező	Kedvezőtlen	Kedvező
Állandó hatások :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
Esetleges hatások :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Vízből adódó teher :	$\gamma_w =$			1,00 [-]	

Talajparaméterek (M) parciális tényezők			
Tartós tervezési állapot			
Belső surlódás parciális tényezője :	$\gamma_\phi =$	1,35 [-]	
Hatékony kohézió parciális tényezője :	$\gamma_c =$	1,35 [-]	
Drénezetlen nyírószilárdság parciális tényezője :	$\gamma_{cu} =$	1,50 [-]	

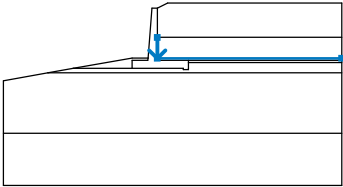
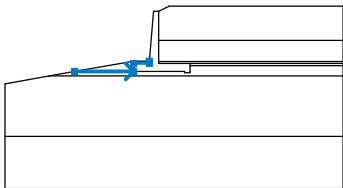
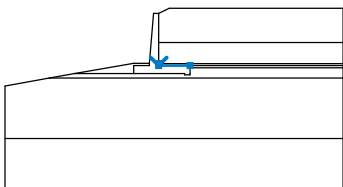
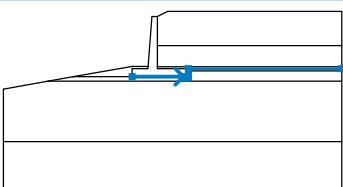
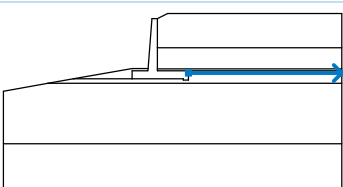
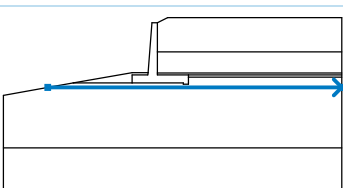
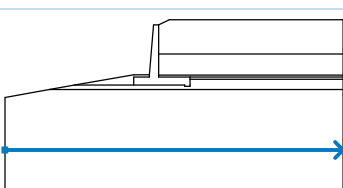
Felület

Sz.	Felület helye	Felület pontjainak koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-14,75	-6,95	-10,50	-6,20	-8,07	-5,77
		-2,40	-4,77	-0,88	-4,77	-0,50	0,00
		0,00	0,00	1,00	0,50	17,70	0,50
2		0,00	0,00	0,00	-2,80	17,70	-2,80



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Felület helye	Felület pontjainak koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
3		0,00	-2,80	0,00	-4,80	17,70	-4,80
4		-8,07	-5,77	-2,40	-5,77	-2,40	-5,00
		-0,90	-5,00	-0,88	-4,77		
5		0,00	-4,80	0,00	-5,00	3,00	-5,00
6		-2,40	-5,77	2,50	-5,77	2,50	-5,90
		3,00	-5,90	3,00	-5,77	3,00	-5,20
		3,00	-5,00	17,70	-5,00		
7		3,00	-5,20	17,70	-5,20		
8		-10,50	-6,20	17,70	-6,20		
9		-14,75	-12,00	17,70	-12,00		



Nem üzleti célú felhasználásra



Talaj paraméterek - hatékony feszültségállapot

Sz.	Név	Mintázat	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Gyúrható kövér agyag		12,00	25,00	20,00
2	Kavicsos homokos agyag		20,00	25,00	20,00
3	Kemény közepes agyag		16,00	45,00	20,00
4	Homokos kavicsos agyag		16,00	35,00	20,00
5	Szürke kemény közepes agyag		16,00	22,00	20,00

Talaj paraméterek - felhajtóerő

Sz.	Név	Mintázat	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [–]
1	Gyúrható kövér agyag		22,00		
2	Kavicsos homokos agyag		22,00		
3	Kemény közepes agyag		22,00		
4	Homokos kavicsos agyag		22,00		
5	Szürke kemény közepes agyag		22,00		

Talajparaméterek

Gyúrható kövér agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 12,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kavicsos homokos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$



Nem üzleti célú felhasználásra



Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 20,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 45,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

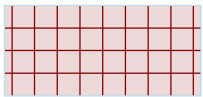
Homokos kavicsos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 35,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

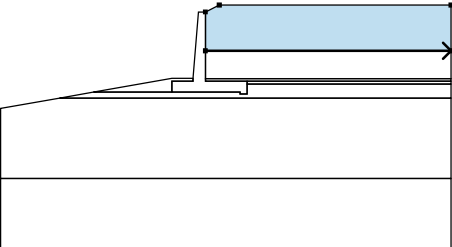
Szürke kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Feszültség állapot : hatékony
 Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
 Talaj kohézió : $c_{ef} = 22,00 \text{ kPa}$
 Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Merev testek

Sz.	Név	Mintázat	γ [kN/m ³]
1	Fal anyaga		23,00

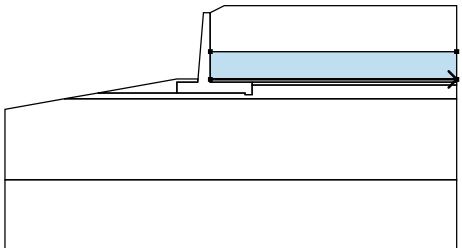
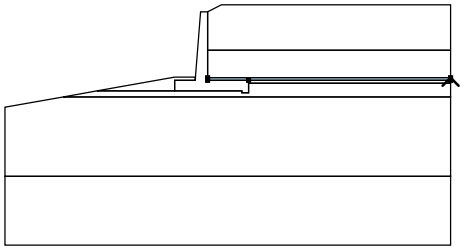
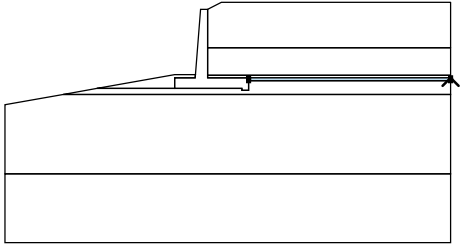
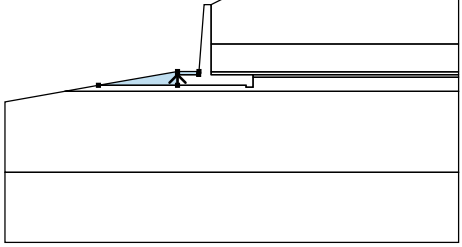
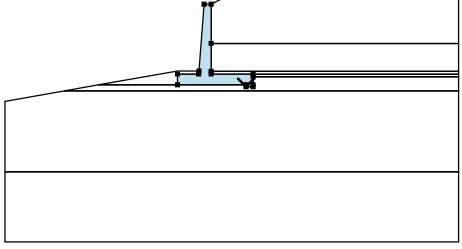
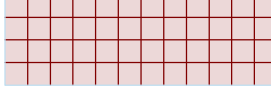
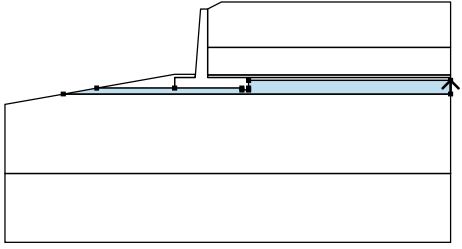
Hozzárendelések és felületek

Sz.	Felszín pozíciója	Felszín pontjainak koordinátái [m]				Hozzárendelt talaj
		x	z	x	z	
1		0,00	-2,80	17,70	-2,80	Gyúrható kövér agyag 
		17,70	0,50	1,00	0,50	
		0,00	0,00			



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Felszín pozíciója	Felszín pontjainak koordinátái [m]				Hozzárendelt talaj
		x	z	x	z	
2		0,00	-4,80	17,70	-4,80	Kavicsos homokos agyag 
		17,70	-2,80	0,00	-2,80	
3		17,70	-5,00	17,70	-4,80	Kemény közepes agyag 
		0,00	-4,80	0,00	-5,00	
		3,00	-5,00			
4		17,70	-5,20	17,70	-5,00	Kemény közepes agyag 
		3,00	-5,00	3,00	-5,20	
5		-2,40	-5,77	-2,40	-5,00	Szürke kemény közepes agyag 
		-0,90	-5,00	-0,88	-4,77	
		-2,40	-4,77	-8,07	-5,77	
6		2,50	-5,77	2,50	-5,90	Fal anyaga 
		3,00	-5,90	3,00	-5,77	
		3,00	-5,20	3,00	-5,00	
		0,00	-5,00	0,00	-4,80	
		0,00	-2,80	0,00	0,00	
		-0,50	0,00	-0,88	-4,77	
		-0,90	-5,00	-2,40	-5,00	
		-2,40	-5,77			
7		17,70	-6,20	17,70	-5,20	Homokos kavicsos agyag 
		3,00	-5,20	3,00	-5,77	
		3,00	-5,90	2,50	-5,90	
		2,50	-5,77	-2,40	-5,77	
		-8,07	-5,77	-10,50	-6,20	



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Felszín pozíciója	Felszín pontjainak koordinátái [m]				Hozzárendelt talaj
		x	z	x	z	
8		17,70	-12,00	17,70	-6,20	Szürke kemény közepes agyag
		-10,50	-6,20	-14,75	-6,95	
		-14,75	-12,00			
9		-14,75	-12,00	-14,75	-17,00	Szürke kemény közepes agyag
		17,70	-17,00	17,70	-12,00	

Teher

Sz.	Típus	Erőhatás típusa	Hely z [m]	Origó x [m]	Hossz l [m]	Szél. b [m]	Lejtés α [°]	q, q ₁ , f, F	Intenzitás q ₂	egység
1	sávós	állandó	terepen	x = 0,00	l = 17,70		0,00	20,00		kN/m ²

Terhek

Sz.	Név
1	q

Víz

Víz típusa : TVSZ

Sz.	TVSZ elh.	TVSZ pontok koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-14,75	-5,20	0,00	-5,20	0,05	-3,40
		17,70	-3,40				

Felszíni repedés

Felszíni repedés nincs megadva.

Földrengés

Földrengést nem tartalmazza

Kivitelezési fázis beállításai

Tervezési állapot : állandó

Eredmények (Kivitelezési fázis 1)**Számítás 1****Köríves csúszólap**

Nem üzleti célú felhasználásra



Csúszólap paraméterei

Középpont :	x =	-3,82 [m]	Szögek :	$\alpha_1 =$	-33,60 [°]
	z =	3,50 [m]		$\alpha_2 =$	75,00 [°]
Sugár :	R =	11,59 [m]	Csúszólap az optimalizálás után.		

Rézsűállékonyság ellenőrzés (Bishop)Aktív erők összege : $F_a = 589,36 \text{ kN/m}$ Passzív erők összege : $F_p = 664,26 \text{ kN/m}$ Elcsúszási nyomaték : $M_a = 6830,63 \text{ kNm/m}$ Ellennyomaték : $M_p = 7698,75 \text{ kNm/m}$

Kihasználtság : 88,7 %

Rézsűállékonyság MEGFELELŐ

Nem üzleti célú felhasználásra



Rézsúállékonyság számítás**Adatbev.****Projekt**

Munka : Rézsúállékonyság pontos alapok

Rész : Szakdolgozat

Szerző : Lőrinczi Bálint

Dátum : 2015.05.19.

Beállítások

Magyarország - EN 1997

Stabilitás vizsgálat

Földrengés számítás : Szabványos

Ellenőrzési módszer : EN 1997 szerint

Tervezési módszer : 3 - hatások (GEO, STR) és talajparaméterek csökkentése

Hatások (A) parciális tényezői					
Tartós tervezési állapot					
		STR állapot		GEO állapot	
		Kedvezőtlen	Kedvező	Kedvezőtlen	Kedvező
Állandó hatások :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]
Esetleges hatások :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]	1,30 [-]	0,00 [-]
Vízből adódó teher :	$\gamma_w =$			1,00 [-]	

Talajparaméterek (M) parciális tényezői			
Tartós tervezési állapot			
Belső surlódás parciális tényezője :	$\gamma_\phi =$	1,35 [-]	
Hatékony kohézió parciális tényezője :	$\gamma_c =$	1,35 [-]	
Drénezetlen nyírószilárdság parciális tényezője :	$\gamma_{cu} =$	1,50 [-]	

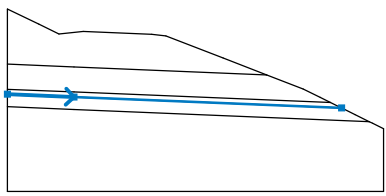
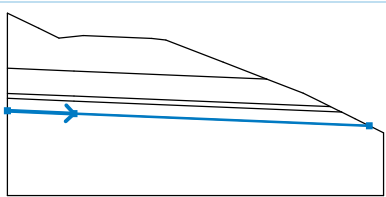
Felület

Sz.	Felület helye	Felület pontjainak koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	20,15	2,50	18,94	4,11	18,16
		6,05	18,37	11,52	18,14	12,65	18,00
		17,22	16,23	20,68	14,89	23,59	13,77
		24,95	13,09	25,78	12,68	26,49	12,33
		26,66	12,25	27,73	11,72	28,87	11,15
		29,14	11,02	30,00	10,59		
2		0,00	15,75	5,31	15,53	20,68	14,89
3		0,00	13,75	5,31	13,53	25,78	12,68



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Felület helye	Felület pontjainak koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
4		0,00	13,35	5,31	13,13	26,66	12,25
5		0,00	12,35	5,31	12,13	28,87	11,15

Talaj paraméterek - hatékony feszültségállapot

Sz.	Név	Mintázat	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Gyúrható kövér agyag		12,00	25,00	20,00
2	Kavicsos homokos agyag		20,00	25,00	20,00
3	Kemény közepes agyag		16,00	45,00	20,00
4	Homokos kavicsos agyag		16,00	35,00	20,00
5	Szürke kemény közepes agyag		16,00	45,00	20,00

Talaj paraméterek - felhajtóerő

Sz.	Név	Mintázat	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [–]
1	Gyúrható kövér agyag		22,00		
2	Kavicsos homokos agyag		22,00		
3	Kemény közepes agyag		22,00		



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	Név	Mintázat	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [–]
4	Homokos kavicsos agyag		22,00		
5	Szürke kemény közepes agyag		22,00		

Talajparaméterek

Gyúrható kövér agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
Feszültség állapot : hatékony
Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 12,00^\circ$
Talaj kohézió : $c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$
Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kavicsos homokos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
Feszültség állapot : hatékony
Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 20,00^\circ$
Talaj kohézió : $c_{ef} = 25,00 \text{ kPa}$
Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
Feszültség állapot : hatékony
Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
Talaj kohézió : $c_{ef} = 45,00 \text{ kPa}$
Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

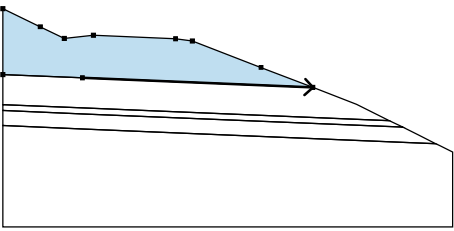
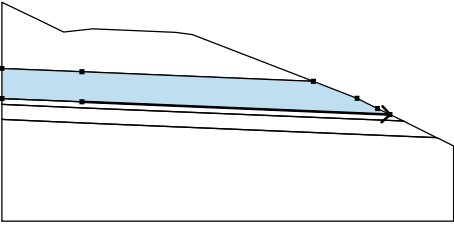
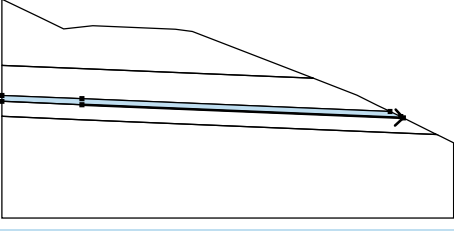
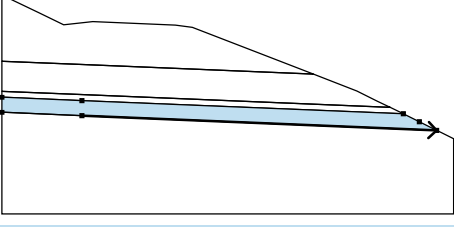
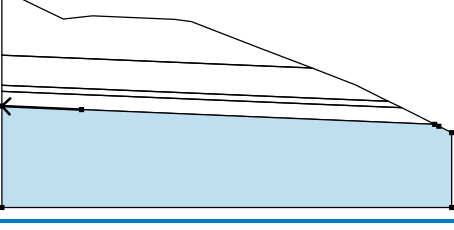
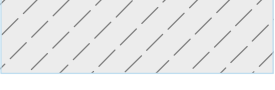
Homokos kavicsos agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
Feszültség állapot : hatékony
Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
Talaj kohézió : $c_{ef} = 35,00 \text{ kPa}$
Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Szürke kemény közepes agyag

Térfogatsúly : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
Feszültség állapot : hatékony
Belső súrlódási szög : $\varphi_{ef} = 16,00^\circ$
Talaj kohézió : $c_{ef} = 45,00 \text{ kPa}$
Telített térfogatsúly : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Hozzárendelések és felületek

Sz.	Felszín pozíciója	Felszín pontjainak koordinátái [m]				Hozzárendelt talaj
		x	z	x	z	
1		5,31	15,53	20,68	14,89	Gyúrható kövér agyag 
		17,22	16,23	12,65	18,00	
		11,52	18,14	6,05	18,37	
		4,11	18,16	2,50	18,94	
		0,00	20,15	0,00	15,75	
2		5,31	13,53	25,78	12,68	Kavicsos homokos agyag 
		24,95	13,09	23,59	13,77	
		20,68	14,89	5,31	15,53	
		0,00	15,75	0,00	13,75	
3		5,31	13,13	26,66	12,25	Kemény közepes agyag 
		26,49	12,33	25,78	12,68	
		5,31	13,53	0,00	13,75	
		0,00	13,35			
4		5,31	12,13	28,87	11,15	Homokos kavicsos agyag 
		27,73	11,72	26,66	12,25	
		5,31	13,13	0,00	13,35	
		0,00	12,35			
5		5,31	12,13	0,00	12,35	Szürke kemény közepes agyag 
		0,00	5,59	30,00	5,59	
		30,00	10,59	29,14	11,02	
		28,87	11,15			

Teher

Sz.	Típus	Erőhatás típusa	Hely z [m]	Origó x [m]	Hossz l [m]	Szél. b [m]	Lejtés α [°]	q, q ₁ , f, F	Intenzitás q ₂	egység
1	sávós	állandó	terepen	x = 6,05	l = 5,50		-2,00	10,00		kN/m ²

Terhek

Sz.	Név
1	felszíni teher

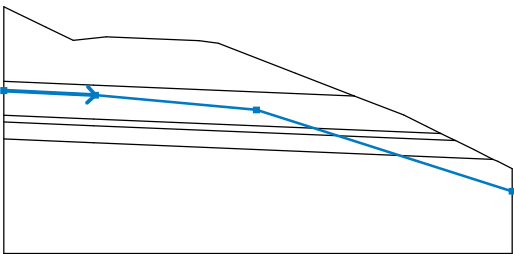
Víz

Víz típusa : TVSZ



Nem üzleti célú felhasználásra



Sz.	TVSZ elh.	TVSZ pontok koordinátái [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0,00	15,20	5,41	14,93	14,91	14,06
		30,00	9,26				

Felszíni repedés

Felszíni repedés nincs megadva.

Földrengés

Földrengést nem tartalmazza

Kivitelezési fázis beállításai

Tervezési állapot : állandó

Eredmények (Kivitelezési fázis 1)

Számítás 1

Köríves csúszólap

Csúszólap paraméterei					
Középpont :	x =	22,53	[m]	Szögek :	α_1 = -52,96 [°]
	z =	28,58	[m]		α_2 = 15,35 [°]
Sugár :	R =	17,15	[m]		
Csúszólap számítása optimalizáció nélkül.					

Rézsúállékonyság ellenőrzés (Bishop)

Aktív erők összege : F_a = 328,16 kN/m

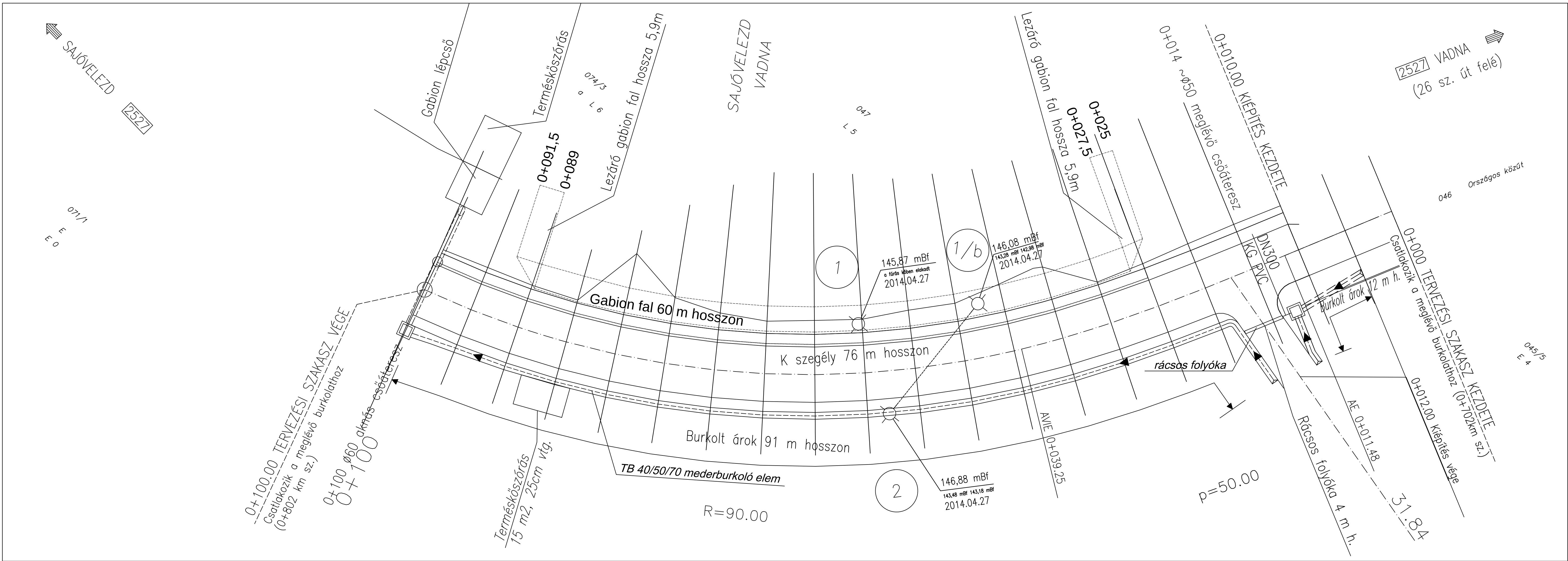
Passzív erők összege : F_p = 692,45 kN/m

Elcsúszási nyomaték : M_a = 5626,99 kNm/m

Ellennyomaték : M_p = 11873,58 kNm/m

Kihasználtság : 47,4 %

Rézsúállékonyság MEGFELELŐ



Jelmagyarázat:

1/b

fúrás terepszintje
nyugalmi talajvízszint, megütött talajvízszint
fúrás időpontja

fúrás helye és jele

Megjegyzések:

- a területen lösszermentesítési vizsgálatot kell végezni a kivitelezés megkezdése előtt
- közmű szolgáltatók nyilatkozata alapján a területen közművezeték nem található
- a magasságok Balti tengerszint felett értendőek

Tervező: Lőrinczi Bálint	Adatlap: G-01	Tétel: 2014/2015
Tér. Végzet: Rézsúcscsúszás helyreállítás	Megjelenítés: SZIE - YMÉK	Féltér. II.
Tétel: Geotechnikai helyszínrajz	Térkép: kiviteli terv	Datum: 2015. 05. 30.
	Méretarány: M=1:200	Rajzszám:

155. 00 mBf

150. 00 mBf

145. 00 mBf

140. 00 mBf

2

146,88 mBf

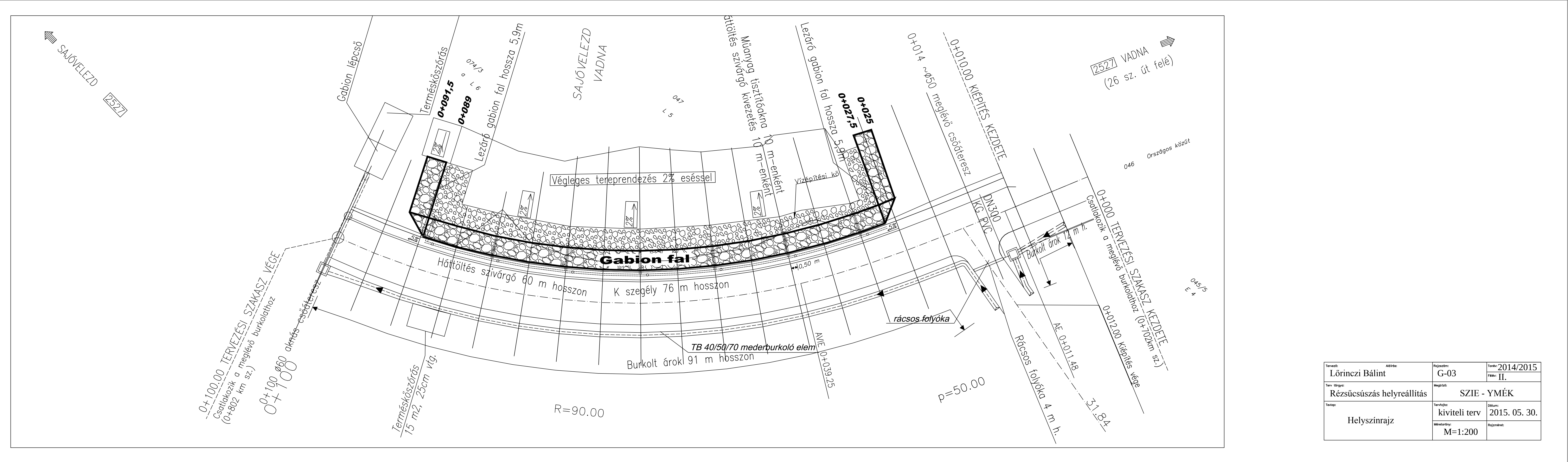
homokos	ZUZOTT KÖ		
világosbarna rozsdáeres gyúrható kövér			
világosbarna agyagcsomós homokos	AGYAG	CI	
3,4 3,7	KAVICS	Gr	
világosbarna kavicsos homokos közepes	AGYAG	CI	
szürke kemény közepes	AGYAG	CI	
világosbarna puha homokos kavicsos	AGYAG	CI	
szürke kemény közepes			
AGYAG	CI		

1/b

146,08 mBf

sötétbarna kavicsos homokos kövér	humuszos	AGYAG	CI
barna merev nagyon kövér		AGYAG	CI
világosbarna szemcsés közepes merev			
nytv. 2010.04.27 mtv. 2010.04.27	2,8 3,1	AGYAG	CI
világosbarna iszapos kavicsos			
szürke márgás homokos közepes		HOMOK	grsi
szürke meszes kövér	merev	AGYAG	CI
kemény		AGYAG	CI

Tervező: Lőrinczi Bálint		Aláírás:	
Terv tárgya: Rézsúcászás helyreállítás		Megerőltető: SZIE - YMÉK	
Tervező: 2-1b fűrés rétegszelvény		Tervező: 2014/2015	
Tervező: II.		Tervező: II.	
Tervező: 2015. 05. 30.		Tervező: 2015. 05. 30.	
Tervező: M=1:100		Tervező: A3	



Tervező: Lőrinczi Bálint	Ábrák: G-03	Tétel: 2014/2015
Tér. Végzet: Részúcászás helyreállítás	Megj.: SZIE - YMÉK	Reviz. II.
Téma: Helyszínrajz	Tartalom: kiviteli terv	Datum: 2015. 05. 30.
	Méret: M=1:200	Ábrák:

1:100

0+053 km sz. tengelytől
jobbra 4,8m

2

146,88 mBf

Konzisztencia határok: $w_L\%$, $w_p\%$
Természetes viztartalom: $w\%$
Szemelosztás



0.2 mm-es ZÚZOTT KÖ

világosbarna rozsdaderes

gyúrnható

kövér

2.8

AGYAG CI

3.4
3.7
3.7

világosbarna agyagsomos
homokos
mív. 2010.04.27

KAVICS Gr

A+I=21%
H=37%
K=42%

$I_p=33\%$

U	I_c	e	S_r	ρ	ρ_d	q_u	φ	c	E_s	I_v	
				g/cm ³	KN/m ²	o	KN/m ²	KN/m ²		%	
	0,59									12,0	
	0,64	0,85 2,78	0,90 0,97	1,91 1,99	1,50 1,57		11,9 12,2	28,8 19,6		11,4	

4.8

AGYAG CI

5.2

szürke kemény közepes AGYAG CI

6.2

világosbarna puha homokos
kavicsos
AGYAG CI

$I_p=25\%$

$I_p=27\%$

	1,05										
	1,14										

szürke kemény közepes

$I_p=27\%$

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI

$I_p=27\%$

	1,02										
	1,07										

AGYAG CI

12.0

szürke kemény közepes

AGYAG CI