



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Építőmérnöki Kar

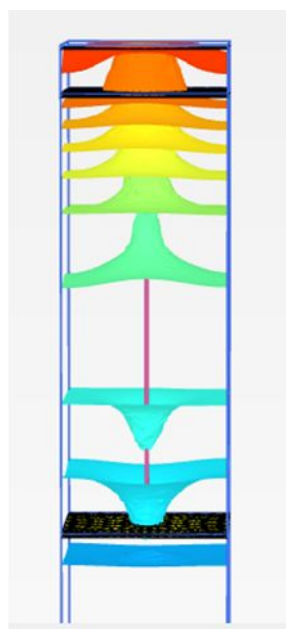
Geotechnika és Mérnökgeológia szekció

Merev erősítő betétek talajjavító hatásának

numerikus vizsgálata

numerikus vizsgálata

numerikus vizsgálata



Készítette: Topalidisz Márkosz

Konzulens: Dr. Mahler András

2016, Budapest

1.Bevezetés	3
2. Irodalmi áttekintés.....	4
2.1 Rigid inclusion általános ismertetése.....	4
2.2 Rigid inclusion részei.....	5
2.3 Rigid inclusion működése	7
3. Végeselemes modell felépítése	22
3.1 Plaxis bemutatása.....	22
3.2 Alkalmazott modell, anyagjellemzők.....	26
4. Numerikus vizsgálat.....	29
4.1 Alapkonceptió, kiindulási eljárás.....	29
4.2 Megfontolások az alkalmas grafikon, összefüggés megalkotásához	32
4.3 A tényleges összefüggés megfogalmazása	49
4.4 Az összefüggés pontossága.....	50
5. Alkalmazhatóság	53
6. Összefoglalás	59
Köszönetnyilvánítás	61
7.Ábrajegyzék	62
8.Táblázatjegyzék.....	64
9. Irodalomjegyzék.....	65
10. Számítási melléklet.....	66

1.Bevezetés

Amennyiben erősen kompresszibilis, gyenge altalajra építkezünk, magával vonhatja speciális alapozási módszerek alkalmazását, a nagy mértékű süllyedések elkerülése végett. Egyik ilyen módszer, mely napjainkban egyre nagyobb teret hódít a rigid inclusion talajjavító eljárás. Ennek lényege, hogy vasalatlan cölöpöket juttatunk a talajba, melyek az épülettel nincsenek összekötöttesben, a két szerkezeti elem között egy szemcsés teherközvetítő réteg biztosítja a kapcsolatot.

A módszer egyediségéből és relatíve újszerűségéből adódóan kevés méretezési eljárás áll még a tervező rendelkezésére. Természetesen 3D-s végelelemes programmal megbízható eredményekhez juthatunk, ám ezen szoftverek rendkívül költségesek, ugyanakkor a számítás igen időigényes is lehet. Bsc diplomamunkám során már vizsgáltam a rigid inclusion talajjavító hatását különböző talajtípusokra, különböző rendszertulajdonságok kombinációjában, megfigyelve hogy az egyes paraméterek milyen mértékben befolyásolják a kialakuló süllyedéseket. TDK dolgozatom során ezen ismeretekre támaszkodva, és kibővítvé további változóval, igyekszem egy numerikus összefüggés megalkotására, mely egy esetleges kézi számítást tesz lehetővé.

A képlet a változókat figyelembe véve egy javulási tényezőt eredményez, mely a fajlagos összenyomódások relatív hányadosa abban az esetben, ha az alapozási rendszer magába foglal merev erősítő betéteket, azzal szembeállítva, ha nem tartalmaz azt. Ez egy gyors eredményt szolgáltatva képet ad az adott paraméterek mellett használt rigid inclusion alapozási rendszer várható hatékonyságáról, így számítási időt spórolva végelelemes programokban különböző opciók modellezésében vagy akár a VEM elhanyagolását is lehetővé teszi.

TDK dolgozatomat szakirodalmi áttekintéssel kezdem, melynek rendeltetése a rigid inclusion alapozási rendszer bemutatása, működési elve, egyedi erőjátékának bemutatása. Ennek folytán megismerve a működését, a rendszer viselkedését is röviden ismertetem.

A numerikus vizsgálat a Plaxis végelelemes programon kapott eredményeken nyugszik. Így a következő fejezet a modell megalkotását taglalná, ismertetve a rendszer egyediségéből adódó szükséges intézkedéseket.

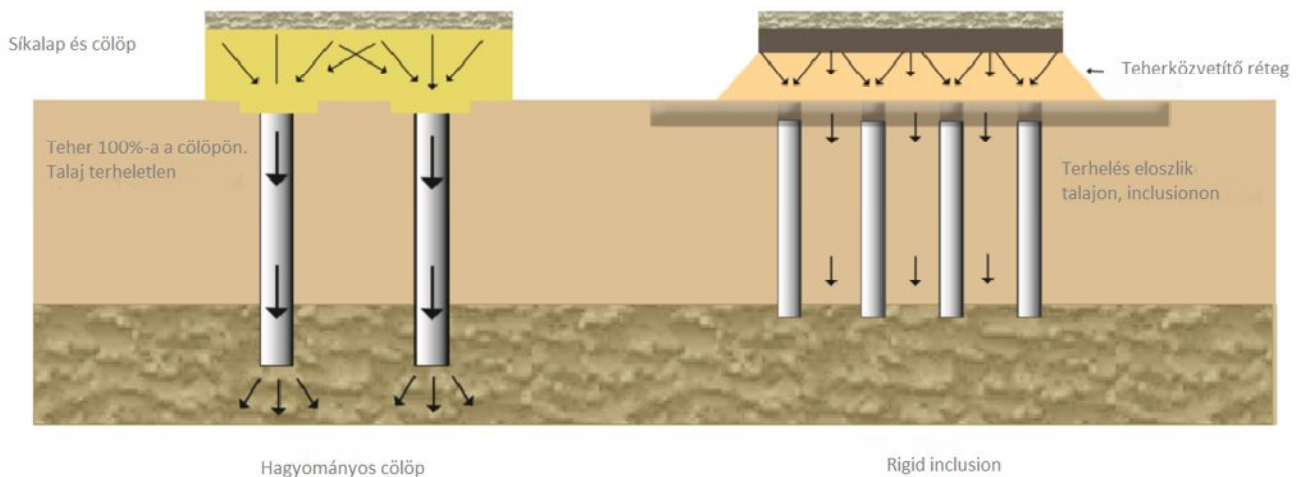
Ezt követően a numerikus vizsgálat részleteire térnék ki, milyen megfontolások útján jutottam el az adott következtetésig, a képlet egyes elemeiig.

Végül a dolgozatomat összefoglalással egybekötött alkalmazhatósággal zárnám, melyben igyekszem bemutatni a kutatómunka relevanciáját a valós tervezési életben.

2. Irodalmi áttekintés

2.1 Rigid inclusion általános ismertetése

A Rigid inclusion annak ellenére, hogy fő alkotóeleme egy leggyakrabban beton anyagú cölöp, nem a mélyalapozás kategóriájába esik, hanem egy talajjavító eljárásnak tekintjük, mely nem a talaj fizikai paramétereit javítja, hanem a szerkezetből adódó terhelések viselésében segíti azt. Ennek oka, hogy a cölöp és a szerkezet között egy jó minőségű, szemcsés talajközvetítő réteg helyezkedik el, mely a terhek egy részét a merev erősítő betétre, másik részét a gyenge altalajra juttatja, tehát nincs konkrét mechanikai kapcsolat a cölöp és a síkalap között. Elméleti megközelítésből elmondható, hogy a Rigid Inclusion olyan gyámolított lemezalap, melynél az elemek közötti kapcsolat nem merev [1].



1. ábra Teherközvetítés hagyományos cölöp, illetve Rigid inclusion esetén.
Balfour Beatty: PENCOL Rigid Inclusion

A hagyományos mélyalapozás és a Rigid inclusion közötti különbséget az 1. ábra szemlélteti. Jól látható, hogy első esetben a merev mechanikai kapcsolat folytán a szerkezet a cölöpre adja át a teljes terhelést, míg Rigid inclusion esetén a cölöp mellett a gyenge altalaj is kiveszi a részét a teherviselésben.

Ez a tény egy későbbiekben nagyon fontos következtetést von maga után. Miszerint cölöpalap esetén, méretezés során, ha terhek és a cölöp ellenállása függvényében nézzük a kihasználtságot, és ez a hányados 1 felé esik, az a szóban forgó cölöp tönkremenetelét, és így az alapozási rendszer nem megfelelőségét vonja maga után. Rigid inclusion esetén ez nem lesz igaz, abból a megfontolásból kiindulva, hogy a rendszernek nem rendeltetése a teljes terhelés viselése. Ha ezen terhelések meg is haladják

a merev erősítő betét ellenállását is, az nem jelent tönkremenetelt, „csupán” megnövekedett mértékű süllyedéseket, hiszen a gyenge altalaj is ugyanúgy egy teherviselő eleme a rendszernek.

A másik szerkezeti kapcsolatból adódó különbség, hogy a Rigid inclusionben közvetlen kontakt hiányában nem keletkeznek hajlítónyomatéki igénybevételek a merev erősítő betétekben, hagyományos cölöpökkel ellentétben. Ez azt vonja maga után, hogy az inclusionre csak nyomás hat, mellyel szemben a beton igen nagy ellenállással bír, így nincs szükség annak vasalására.

2.2 Rigid inclusion részei

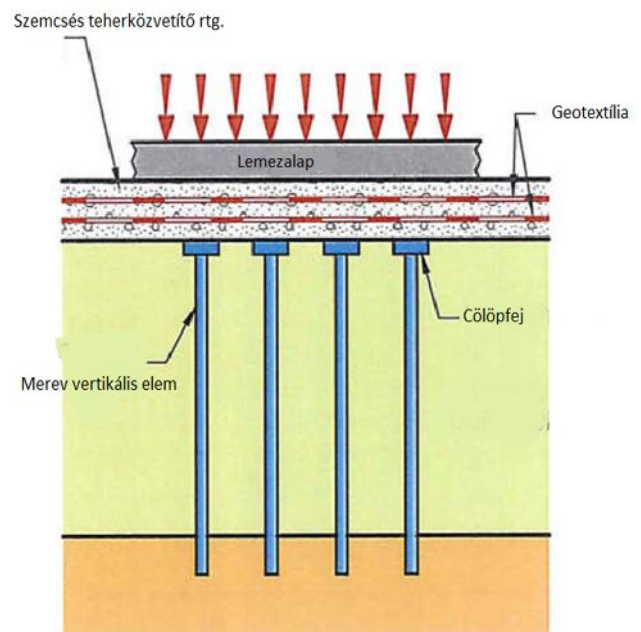
A Rigid inclusion talajjavító rendszer részei a következők (2.ábra:) :

- ❖ Merev erősítő betét
- ❖ Cölöpfej
- ❖ Szemcsés teherközvetítő réteg
- ❖ Geotextília

Merev erősítő betét

A rendszernek ez a fentebb említett vasalatlan cölöp eleme. Ebből adódóan karcsú, geometriailag folytonos, vízszinthez képest merőleges vezetésű, többnyire raszteres elrendezésű, bár végeelemes vizsgálatok kimutatták, hogy a rendszer akkor a leghatékonyabb, ha (pl sáv alap esetén) a geometriailag szabályos elrendezés helyett, az alapozás mentén helyezük el az egyes elemeket [3].

Anyagát tekintve többnyire beton, ám előfordulhat acél, meszes cölöp vagy akár a kavicscölöpök is ide tartozhatnak, amennyiben cementzagy, habarcs vagy beton hozzáinjektálásával készül. A betét lényege, hogy merevsége szignifikánsan, több nagyságrenddel meghaladja a környező talajét, így „magára húzva” a teherközvetítő rétegről átadódó erőket, átboltozódás útján.



2. ábra Rigid inclusion részei.
ASIRI National Project

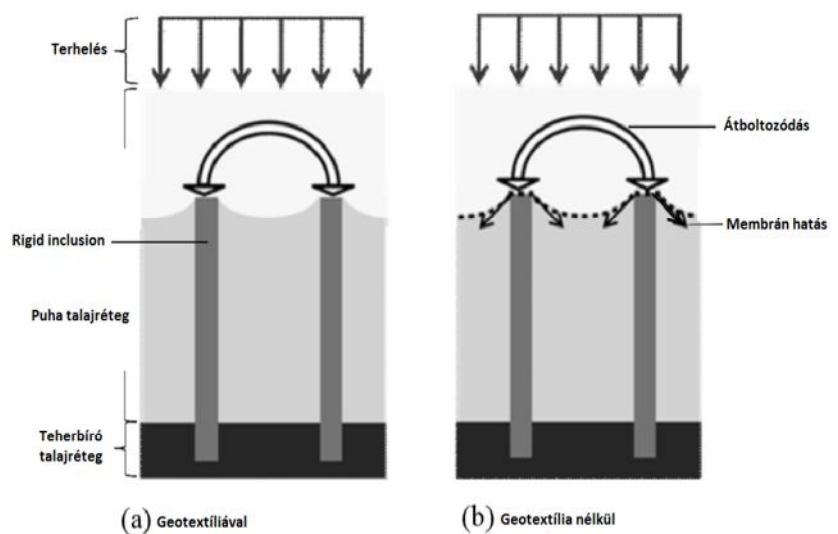
Teherkövetítő réteg

A terhek a cölöpfejre a teherkövetítő rétegen keresztül jutnak, valamint a tervezett épület is közvetlenül ezen nyugszik. Rendeltetése a terhek átboltozódásának biztosítása az elhelyezett merev erősítő betétre, ezzel tehermentesítve a gyengébb altalajt és növelve a rendszer hatékonyságát. Ahhoz hogy ez ki tudjon alakulni megfelelő rétegvastagság valamint megfelelő minőségű talaj alkalmazása szükséges. Ez a vastagság általában 40 – 80cm-t jelent, de értéke függ a cölöpök tengelytávolságától és az alkalmazott átmérőtől is.

Minél vastagabb a teherkövetítő réteg, annál nagyobb mértékű teher adódik át a cölöpfejre, minek következtében az egyenlőtlen süllyedések csökkennek a cölöp feletti régió és a két cölöp közötti régió között. Ám a réteg vastagítása folytán a terepszinten ugyanakkor a maximális süllyedések értéke megnő, így az alkalmazott rétegmagasságot ezen szempontok figyelembe vételével kell kialakítani.

Geotextília

Geotextília alkalmazása nem feltétlen szükségszerű. Egy vagy akár több rétegben is elhelyezhető, legtöbbször a cölöpfej felett. Rendeltetése a teherkövetítés hatékonyságának növelése. Ezt annak köszönhetően képes elérni, hogy az épület súlyából keletkező terhek hatására a talaj összenyomódik, a cölöpfej környezetében kevésbé, mint két cölöp között, minek hatására a geotextília megfeszül, mely egy membrán effektust indukál abban a kialakuló húzóerők hatására. E folyamat közvetlenül nem okoz javulást, ám segít a terhek cölöpfejre való koncentrálásában. [4]



3. ábra :Membrán effektus geotextília hatására
M. Blanc, G. Rault, L. Thorel: Centrifuge investigation of the load transfer mechanism above rigid inclusions

Megerősített talaj:

A Rigid inclusion talajjavító eljárást gyakorlatilag bármilyen esetben lehet alkalmazni. Ám minél jobb minőségű altalajról lévén szó, annál nagyobb terhelés mellett működik hatékonyan a rendszer, abból az okból kifolyólag, hogy kis terhelés mellett kis összenyomódások jönnek létre a jó minőségű talajban, így az inclusion is kevésbé dolgozik. Ennek részletesebb okai a negatív köpenysúrlódásban keresendő, melyet későbbiekben ismertettek. Tehát hagyományosan eme talajjavító rendszert gyenge altalajokban alkalmazzák pl iszap, puha agyag, tőzeg.

2.3 Rigid inclusion működése

Ahhoz, hogy megfelelő numerikus következtetéseket lehessen levonni a teherközvetítő rendszerrel kapcsolatban, fontos megismerni a mechanikai folyamatokat, melyek az erőjáték alakulását meghatározzák. Ezek a következők:

- ❖ Teherközvetítő réteg és cölöpfej közötti interakció
- ❖ Gyenge altalaj és merev erőtávbetét közötti interakció
- ❖ Teherátadás mechanizmusa

Teherközvetítő réteg és cölöpfej közötti interakció

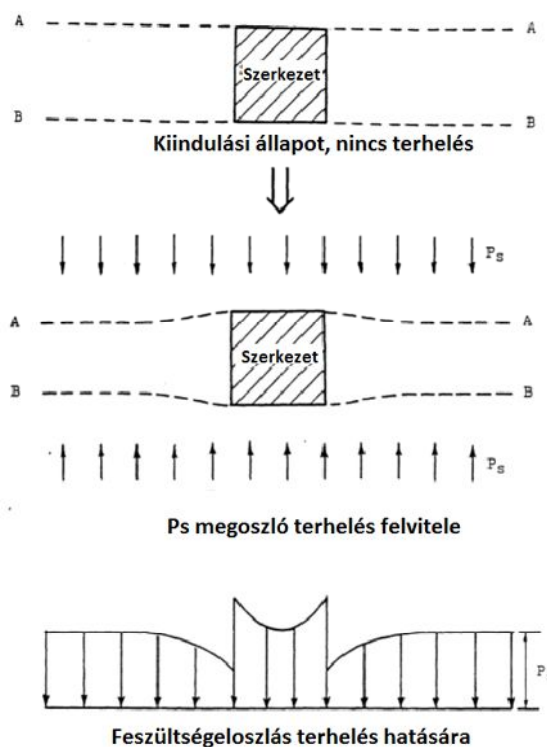
Ahogy fentebb említettem a cölöpfej síkjától felfele egy bizonyos vastagságú teherközvetítő talajréteget hordunk fel, melynek rendeltetése, minél nagyobb terhelés eljuttatása a szóban forgó cölöpfejre. Ez abból az okból jöhet létre, hogy a merev erősítő betét több nagyságrenddel merevebb a talajkörnyezetnél, így képes magára vonzani a terheket átboltozódás útján a teherközvetítő rétegen keresztül.

Az átboltozódás jelenségét Terzaghi úgy írta le, hogy ha egy talajtömeg egy része megrohad, míg a környezetében lévő megtartja kiindulási helyzetét, az elmozdult és a maradó egység határfelületén lévő talaj eredeti pozíciójából kimozdul. Az így keletkező relatív elmozdulást a talaj nyírási ellenállása akadályozza végig az említett határfelület mentén. Ez a nyíróerő igyekszik az elmozduló talajtömeget a kiindulási helyzetében tartani, így az abban lévő feszültségek csökkennek, míg a maradó egységben megnövekednek. A feszültségek ily módon átvitelét, süllyedő részről szomszédos stabil részre, nevezzük átboltozódásnak. [5]

A talajtömeg relatív merevségének függvényében megkülönböztetünk aktív és passzív átboltozódást.

Aktív átboltozódásról akkor beszélünk, ha a szerkezet kompresszibilisabb az őt körülvevő talajkörnyezetnél. Ilyen esetben, ha a rendszer terhelést kap, a keletkező feszültségeloszlás a jelenségnek megfelelően nem egyenletes lesz. A végeredmény a szerkezetenél lecsökkent, míg a határfelületen a talajban megugró feszültségek lesznek, melyek fokozatosan csökkennek távolodva a kritikus területtől.

Ha passzív átboltozódásról van szó, a környező talaj és nem a szerkezet a kompresszibilisabb. Ez

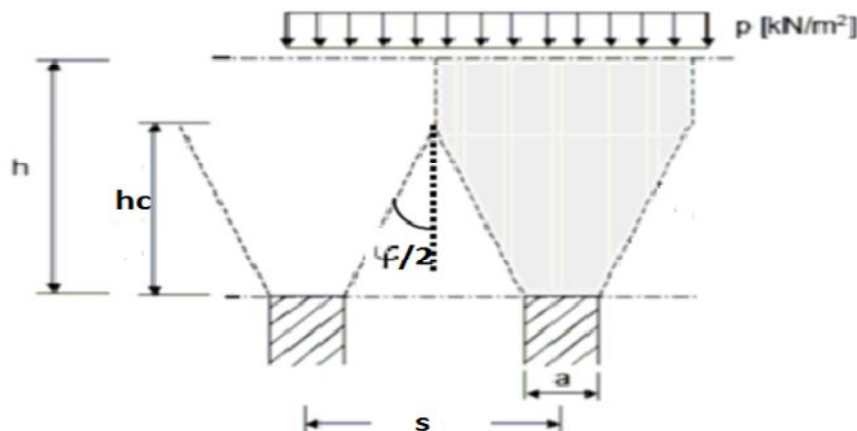


4. ábra Passzív átboltozódás feszültségátrendeződése
Hsien-Jen Tien: A Literature Study of the Arching Effect

az eset jellemző inkább a valóságban, hisz a szerkezetek (legyen az acél, beton, cementhabarcs) a talajnál általában több nagyságrenddel merevebbek. Ilyenkor ha a talaj nagy süllyedéseket végez, mobilizálódnak a nyírófeszültségek, melyek növelik a nyomást a szerkezeten, míg ezzel ellentétben csökkentik azt a talajban. Egyenletes terhelés esetén eme feszültségek az élek mentén lesznek a legnagyobbak, míg közepén lecsökkennek (4. ábra:). [6] Rigid inclusionok végeelemes vizsgálata esetén, a modell középső keresztmetszetét vizsgálva is ilyen feszültségeloszlást kapunk eredményül.

Pusztán elméleti megfontolásból előfordulhat, az az eset, hogy mind a szerkezet, mind a talajkörnyezet azonos merevségi paraméterekkel rendelkeznek. Ilyenkor átboltozódás nem jön létre, egyenletes terhelés esetén ennek megfelelően egyenletes a feszültségeloszlás is. Ebből és a passzív opcióból következik, hogy minél merevebb a megtámasztó elemünk, annál hatékonyabb az átboltozódás hatása.

Tehát a cölöpfej az átboltozódásból adódóan magához vonzza a terheket, melyet a szemcsés teherközvetítő rétegben keletkező nyíróerők mobilizálása indukál. Ennek hatására egy, a cölöp éleiből induló kúp alakul ki, mely meghatározza lényegében az átboltozódás területét. E kúpon belül a terhek a cölöpre adódnak, melynek hajlásszöge a szemcsés talaj súrlódási szögével egyezik meg. Minél vastagabb a teherközvetítő réteg, annál nagyobb területről vonzza magához a terheket a cölöp, így annál nagyobb lesz a hatékonysága, hisz az összes terhelésből a megerősítendő talajra annál kisebb hányad jut az erőkből.



5. ábra átboltozódás hatására kialakuló kúp

Ramesh Gangatharan: Comparison between piled embankment and load transfer platform – Rigid inclusion for soft soil

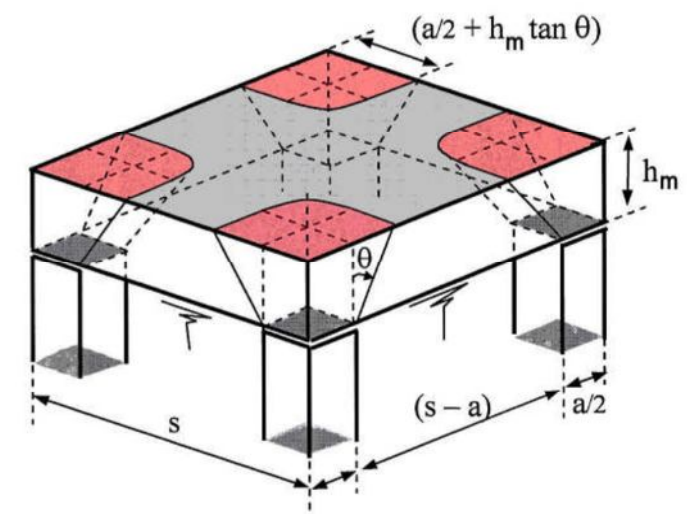
E cölöphatékonyság folyamatosan növekszik, míg el nem ér egy határértéket, melyet kritikus vastagságnak (h_c) nevezünk. Ez az a vastagság, ahol két szomszédos cölöp átboltozódásból adódó kúpja találkozik, így ez lehatárolja annak kiterjedését (5. ábra). E találkozási pont függ az ágyazat mechanikai tulajdonságaitól, mint az alakváltozási modulusai és a belső súrlódási szöge, valamint a geometriai paramétereitől.[1] Pusztán a geometriai paraméterekből kiindulva, centrifuga kísérletekkel igazolták, hogy e kritikus vastagság négyzetes raszter esetén az alábbi összefüggésből fejezhető ki:

$$\frac{h}{(s - a)} = \frac{2}{3} \quad [1] \text{ ahol: } - s: \text{ cölöpök tengelyvonala közti távolság}$$

- a: alkalmazott cölöp átmérője

- h: teherközvetítő réteg vastagsága

Kritikus vastagságtól eltérő esetben is egy egyszerű geometriai képletből kiindulva kaphatunk képet az ágyazatvastagságban kialakult súrlódási kúpok által lefedett területre, mely egyúttal a rendszer hatékonyságáról is képet ad.



6. ábra Teherátadás mechanizmusához szolgáló geometria
ASIRI National Project

➤ Négyzet alakú cölöp esetén

$$Q_p = q \left(a^2 + 4 a h_m \tan \theta + \pi h_m^2 \tan^2 \theta \right) \text{ ha } h_m \leq h^* = \frac{s - a}{2 \tan \theta}$$

Ahol: -h*: kritikus mélység

-h_m: ágyazat vastagsága

-q: szerkezetből adódó terhelés

$$W_p = \gamma \left[a^2 h_m + 2 a h_m^2 \tan \theta + \frac{\pi}{3} h_m^3 \tan^2 \theta \right] \text{ ha } h_m \leq h^* = \frac{s - a}{2 \tan \theta}$$

[2] -γ: ágyazat térfogatsúlya

-θ: cölöpkúp hajlásszöge

-Q_p: cölöpfejre jutó erő teher hatására

-W_p: cölöpfejre jutó erő a talaj súlyából adódóan

-E: Cölöphatékonyság

$$E = \frac{W_p + Q_p}{s^2 (\gamma h_m + q)}$$

➤ Kör alakú cölöp esetén:

$$W_p = \frac{\gamma \pi h_m}{3} \left[(a/2)^2 + (a/2 + h_m \tan \theta)^2 + a (a/2 + h_m \tan \theta) / 2 \right]$$

$$Q_p = q \pi (a/2 + h_m \tan \theta)^2 \quad \text{ha} \quad h_m \leq h^* = \frac{s-a}{2 \tan \theta}$$

$$E = \frac{W_p + Q_p}{s^2 (\gamma h_m + q)}$$

[1]

A képlet egyszerű geometriai megfontolásokon alapszik. Segítségével „E” rendszer hatékonyság meghatározható, tehát hogy a teljes terhekből mekkora hányad jut a cölöpfejre elméletben. Fontos megjegyezni, hogy a valóságban h_c magasságú ágyazatvastagság esetén sem tisztán a cölöpfejre adódnak a terhelések, a merev erősítő betétek egyéb módon is vesznek fel terhelést, melyet a következő fejezetben ismertetek.

Gyenge altalaj és merev erősítő betét közötti interakció

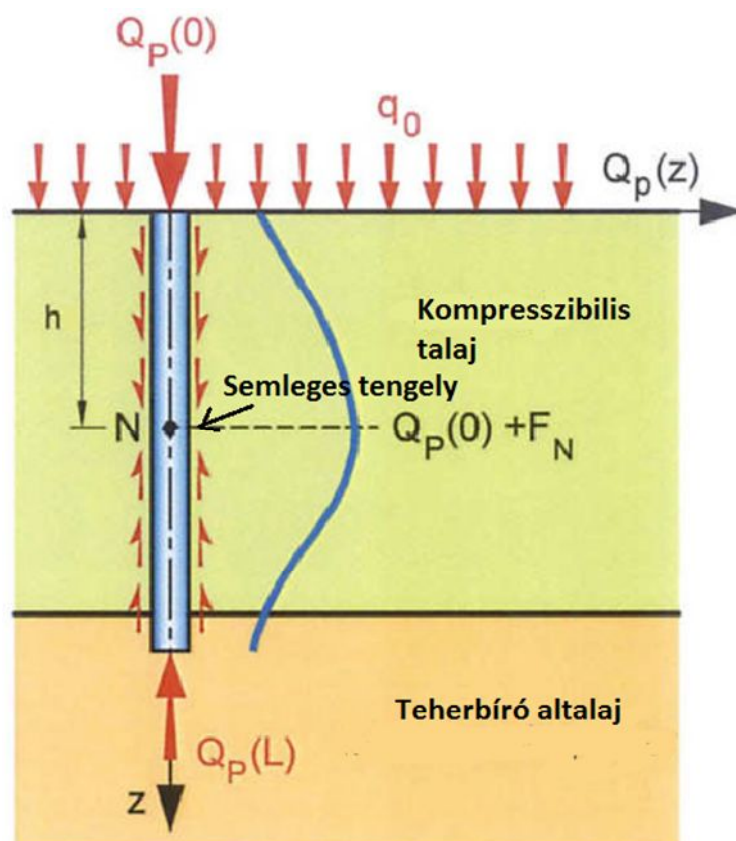
Rigid inclusion esetén a gyenge altalaj és a cölöp közötti interakció igen összetett abból az okból kifolyólag, hogy mind a szerkezeti elem, mind a szóban forgó talajréteg terhelést vesz fel és ad le az interakció során párájától. Ez az interakció főként két részből áll: teherátadás talpellenállás útján, mely esetben csak a merev erősítő betét ad át terhelést, valamint teherátadás cölöpről a talajra és talajról a cölöpre.

A merev erősítő betétnek is a rendeltetése, mint cölöpalapozás esetén egy hagyományos cölöpnek, hogy bármilyen a létesítmény okozta terhelést egy mélyebben fekvő nagyobb teherbírással rendelkező talajra közvetítse, vagy olyan mélységig juttassa el a gyenge altalajban, ami már nincs kitéve annak felszínén működő erőknek, így az ebből származó süllyedéseknek. Ez magával vonja a talaj teherbírásának növekedését és a süllyedések csökkenését.

Ezt, ahogy fentebb is említettem, az által tehetjük lehetővé, hogy egy olyan teherközvetítő réteget képezzünk a cölöpfej felé, mely képes az erők minél nagyobb hányadát arra juttatni. Ám abból adódóan, hogy nem tudjuk ily módon az összes terhelést rájuttatni a cölöpre, a kompresszibilis altalaj is jelentős nyomásnak lesz kitéve. Ez süllyedéseket fog eredményezni. A cölöp talpellenállása révén a mélyebben lévő rétegekben képes megtámaszkodni, valamint egy bizonyos régióban a köpenysúrlódása által szintén nagyon jelentős terhelést vesz fel. Ez azt vonja maga után, hogy a cölöpfej síkjában a merev erősítő betét nagyobb terhekkal szembeni ellenállása révén kisebb mértékben süllyed meg, mint a gyenge altalaj. E jelenség meghatározó következményeket von maga után, így viselkedését alább mutatom be.

Ha megvizsgáljuk a cölöp és a talaj találkozási felületét, és figyelembe vesszük az előbb elhangzottakat, miszerint a cölöp a felső régióban kevésbé mozdul el, mint a talajkörnyezet, könnyen beláthatjuk, hogy a relatív süllyedéskülönbség a határfelületen súrlódást okoz. Ám pont abból kifolyólag, hogy ez esetben klasszikus mélyalapozással ellentétben ahol csak a cölöp veszi fel a terheléseket, a talaj süllyed meg jobban, az fog a merev erősítő betétre súrlódás útján terhet átadni és nem fordítva. Az alsó régióban azonban a helyzet ezzel ellentétes, hiszen minél nagyobb mélységben vizsgálódunk, annál jobban lecsengenek a gyenge altalajban a süllyedések, a cölöppel ellentétben. Tehát itt a határfelületen súrlódás útján a merev erősítő betét vesz fel terhelést.

E két eset egymás ellentétje, tehát kell lennie a cölöp mentén egy olyan síknak, ahol se a szerkezeti elem, se a gyenge altalaj nem ad át és nem vesz fel terhelést a másiktól. Ezt semleges tengelynek hívjuk, aminek további jellegzetessége, hogy a cölöp köpenysúrlódása itt zérus, valamint a benne keletkező normálfeszültségek értéke (és így a felvett terhelés nagysága) itt éri el a maximumot. Ezt szemléletesen a 7. ábra szemlélteti.



7. ábra Negatív köpenysúrlódás

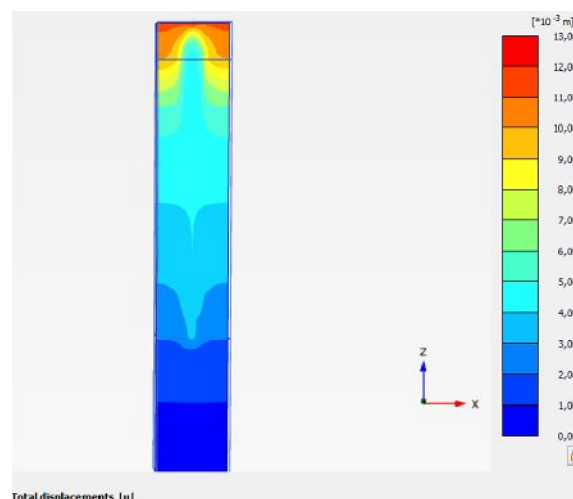
Az ábrán a neutrális tengelyt az „N” jelöli, mely „h” mélységben helyezkedik el a terepszinttől mérve. Ahogy lehet látni, ettől felfele negatív, míg ettől lefele pozitív súrlódás működik a köpenyen. A cölöpfejen az inclusion $Q_p(0)$ terhelést vesz fel.

A semleges tengelynél ez a $Q_p(0)$ terhelés kiegészül a negatív köpenysúrlódásból adódó teherrel F_N -el, melyet a talajkörnyezet ad át, és a következőképp számíthatunk közelítően, ahol „ τ ” a fajlagos súrlódási erőre utal „D” pedig a cölöp átmérőjére:

$$F_N = \int_0^h \tau(z) \cdot \pi \cdot D \, dz \quad [1]$$

A két súrlódástípus között különbséget teszünk. A semleges tengely felett negatív, míg alatta pozitív köpenysúrlódásról beszélünk.

Ennek megfelelően a tengely irányú erők a cölöpben folyamatosan nőnek a cölöpfej és a semleges tengely között, súrlódás útján. Ám ugyanakkor e mellett a hatékony függőleges feszültség a gyenge altalajban a mélység növekedtével egyre csökken (szintúgy a semleges tengelyig), hisz a cölöp súrlódás útján a talajtömegre jutó terhelés egy részét felveszi. A jelenséget úgy lehetne szemléltetni, mintha a gyenge altalaj súrlódás révén a cölöpbe „belekapaszzkodna”. Ebből adódik, hogy a neutrális tengely felett lévő negatív köpenysúrlódás terhelésként jelentkezik az inclusionon, ám ez nem tekinthető egy negatív jelenségnek, ugyanis ez szintúgy hozzájárul a gyenge altalaj tehermentesítéséhez. Ezt a jelenséget „down drag effect”-nek, vagyis lehúzó effektusnak nevezik, melyet végeelemes modellen is könnyen szemléltethetünk egy metszet elmozdulás ábrája útján.



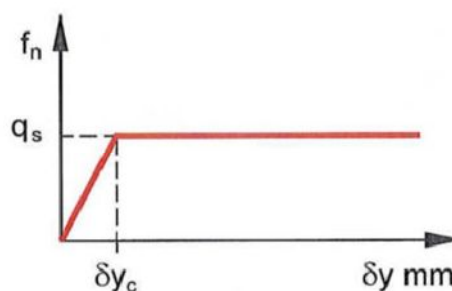
8. ábra Negatív köpenysúrlódás szemléltetése süllyedések útján, Plaxis végeelemes programmal

A 9. ábrán megfigyelhető, hogy a terepszint közelében a talaj, míg az alsóbb régiókban a cölöp vége nagyobb süllyedéseket.

A negatív köpenysúrlódás maximális értéke a következő tényezőktől függ:

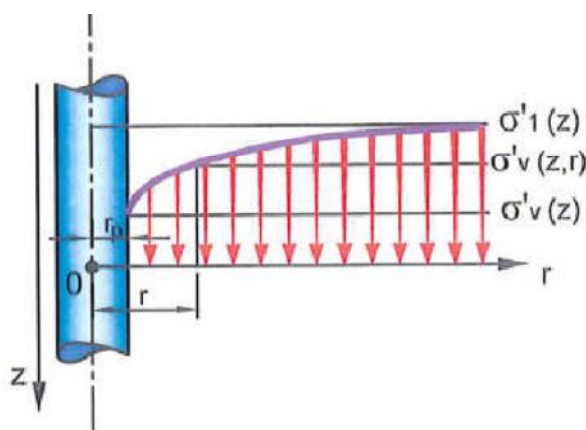
- Talaj süllyedése (kompresszió és konszolidáció függvényében)
- Cölöp süllyedése
- Túlterhelés a kiindulási helyzethez mérve
- Cölöp-talaj határfelület tulajdonsága
- Peremfeltételek (pl. egyedülálló cölöp, cölöpcsoportok) [1]

A negatív köpenysúrlódási feszültség „ f_n ” viselkedését tekintve nem tér el a többi súrlódási fajtától, tehát az elemek egymáshoz képesti elmozdulásának hatására mobilizálódik és értéke annál nagyobb, minél jobban növekszik a relatív elmozdulás (10. ábra:). Ez az érték egy határérték felé tendál, melyet elérve konstans értéket vesz fel, további elmozdulás hatására sem nő. (a súrlódási erő maximumát kiváltó relatív elmozdulás pár milliméterben mérendő). Ám e mellett a súrlódási erő nem épül le, hisz marad, a hatékony feszültségeknél figyelembe veendő érték.



9. ábra Negatív köpenysúrlódás mobilizációja, a relatív elmozdulás függvényében
ASIRI National Project

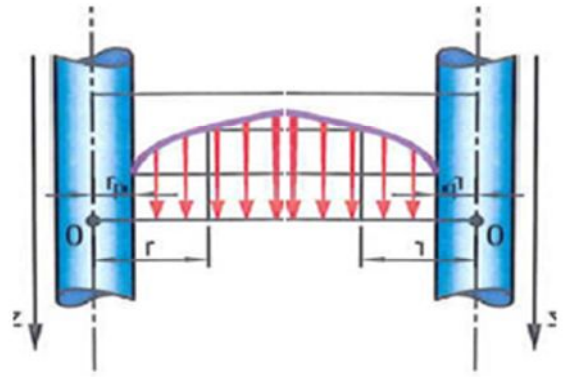
Mint látható a negatív köpenysúrlódás az inclusion teherbírásában kulcsfontosságú szerepet játszik, sőt a végeelemes vizsgálatok azt bizonyítják, hogy a terhelés nagyobbik része a downdrag effecten keresztül adódik át a cölöpre.



10. ábra : Feszültségek változása a cölöptől távolodva a lehúzó effektus figyelembevételével
ASIRI National Project

E lehúzó effektus hatása a cölöptől távolodva, radiális irányban egyre csökken. Tehát a merev erősítő betét súrlódás útján átvesz egy bizonyos mértékű terhelést a gyenge altalajtól, minek hatására a függőleges, vízszintes feszültségek adott mértékben lecsökkennek. Ahogy távolodunk a cölöptől, úgy enyészik el a lehúzó effektus hatása, tehát egyre inkább visszaállnak a feszültségek a negatív köpenysúrlódás nélküli természetes állapotba.

Ám ha a merev erősítő betétek egymáshoz közel helyezkednek el, a downdrag effect sugár irányú befolyásának csökkenése (és így a feszültségek cölöp nélküli állapothoz való tendálása) nem fogja elérni a végértéket, hisz a szomszédos cölöp hatása sem csengett addigra le. Tehát ha a raszterávolság elég sűrűn van elhelyezve, a 11. ábrán látható $\sigma'_1(z)$ cölöp nélküli esetben keletkező feszültség szintet a rendszer sose fogja elérni, így biztosítva akár a legkritikusabb ponton, a merev erősítő betétek között is nagy süllyedések kialakulását.



11. ábra Sugár irányú ráhatás szemléltetése

Negatív köpenysúrlódás esetén a hatékony függőleges feszültségek értéke mind a mélység, mind a cölöptől való távolság függvényében a következő ($r > r_p$ esetén):

$$\sigma'_v(z, r) = \sigma'_v(z) + (\sigma'_1(z) - \sigma'_v(z)) \left(1 - e^{-\lambda \frac{r-r_p}{r_p}} \right) \quad [1]$$

Ahol:

- $\sigma'_1(z)$: Hatékony függőleges feszültség végértéke, természetes állapotban, amikor a cölöp jelenlétét nem vesszük számításba
- $\sigma'_v(z)$: Hatékony függőleges feszültség végértéke a határfelületen, amikor a cölöp jelenlétét számításba vesszük
- $\sigma'_v(z, r)$: Hatékony függőleges feszültség tényleges végértéke r távolságra a cölöptől, amikor annak jelenlétét számításba vesszük
- r_p : cölöpsugár
- r : cölöp tengelyétől való távolság
- λ : lehúzási (downdrag) együttható, mely a lehúzó effektus hatásának nagyságát határozza meg. Értékét grafikon leolvasásából kapjuk, melyet kísérletek sorozatával állítottak elő

Innen vezethető le különböző differenciálegyenletek segítségével, F_N negatív köpenysúrlódási erő is, arra az esetre, ha $h_c > h$ (ahol h_c a semleges tengely mélysége)

$$F_N = \frac{2\pi \cdot r_p \cdot K \cdot \tan \delta}{\mu(\lambda)} \cdot q \quad [1] \text{ ahol: } \mu(\lambda) = \frac{\lambda^2}{1 + \lambda} \frac{K \tan \delta}{r_p}$$

-K: vízszintes földnyomási tényező

-tan δ: falsúrlódási szög

E képlet abban az esetben érvényes, ha egy egyedülálló cölöpöt vizsgálunk, mely nagy rasztertávolságok esetén megfelelhet a valóságnak. Ám ha a merev erősítő betétek szoros elrendezésbe helyezkednek el, a 12. ábrán látható eset léphet fel, tehát ha a cölöpök közötti távolság elég kicsi, hogy egymásra hassanak. Egy cölöp hatásterületét az:

$R = \sqrt{\frac{a \cdot b}{\pi}}$ [1] képlet számolja, ahol „a” a hosszirányú, „b” a keresztirányú távolság a cölöpök tengelyei között.

Az egyedülálló cölöppel ellentétben a másik szélsőséget vizsgálva, végtelen számú, sűrűn elhelyezett cölöpök esetén a hatékony függőleges feszültségek a következőképp alakulnak:

$$\sigma_v^*(z) = \sigma'_1(z) - \left[\sigma'_1(z) - \sigma'_v(z, r_p) \right] \frac{2 K \tan \delta r_p}{(R^2 - r_p^2) \mu(\lambda, \frac{R}{r_p})}$$

Jól látható, hogy e képlet figyelembe veszi a sugár irányú ráhatás befolyását is a feszültségekben, melynek segítségével számolható a negatív köpenysúrlódási erő maximális értéke abban az esetben is, ha végtelen számú cölöp egy közbenső tagjáról van szó.

A valóságban a végeredményt a két szélsőséges eset kombinációja fogja kiadni, ám hogy a teherátadás mechanizmusába betekintést nyerjünk, fontosnak gondoltam bemutatni a változókat, melyek a rendszer viselkedését definiálják.

Rigid inclusion viselkedése végeeselemes vizsgálatok alapján

Mint említettem, diplomamunkám alatt a rigid inclusion talajjavító rendszer viselkedését vizsgáltam a rendszer különböző paramétereinek elemzése útján. TDK dolgozatom során ezen eredmények kiegészített halmazára támaszkodtam, egy összefüggés megalkotása végett. Az összefüggés alapja egy a Priebe-módszerhez hasonló „n” javulási tényező, melyet a következőképp nyertem ki végeeselemes futtatásaim során:

$$n = \frac{\epsilon_{\text{cölöppel}}}{\epsilon_{\text{cölöp nélkül}}} = \frac{\frac{\Delta u_{z_{\text{cölöp nélkül}}}}{1}}{\frac{\Delta u_{z_{\text{cölöppel}}}}{1}} = \frac{u_{z_{\text{fent cölöp nélkül}}} - u_{z_{\text{lent cölöp nélkül}}}}{u_{z_{\text{fent cölöppel}}} - u_{z_{\text{lent cölöppel}}}}$$

ahol:

- ❖ n : javulási tényező [-]
- ❖ $\varepsilon_{\text{cölöp_nélkül}}$: cölöp nélküli fajlagos összenyomódás [-]
- ❖ $\varepsilon_{\text{cölöppel}}$: cölöppel való fajlagos összenyomódás [-]
- ❖ $\Delta u_{z_{\text{cölöp_nélkül}}}$: elmozdulás különbség cölöp tetejének, illetve aljának síkjában [m]
- ❖ $\Delta u_{z_{\text{cölöppel}}}$: elmozdulás különbség cölöp tetejének, illetve aljának síkjában [m]
- ❖ l : cölöp hossza [m]
- ❖ $u_{z_{\text{fent_cölöp_nélkül}}}$: függőleges elmozdulás a cölöp felső síkjában, cölöp nélkül [m]
- ❖ $u_{z_{\text{lent_cölöp_nélkül}}}$: függőleges elmozdulás a cölöp felső síkjában, cölöp nélkül [m]
- ❖ $u_{z_{\text{fent_cölöppel}}}$: függőleges elmozdulás a cölöp felső síkjában, cölöppel [m]
- ❖ $u_{z_{\text{lent_cölöppel}}}$: függőleges elmozdulás a cölöp felső síkjában, cölöppel [m]

Tehát az „ n ” javulási tényező a cölöp hossza menténi fajlagos összenyomódások hányadosa tekintve a merev erősítő betét jelenléte melletti és a talajjavító rendszer nélküli esetet. Természetesen cölöp nélküli esetben a süllyedések, és így a fajlagos összenyomódások is mindig nagyobbak lesznek, mintha merev erősítő betéteket is alkalmaznánk, minek következtében „ n ” > 1 . Ha meg tudjuk határozni, hogy az adott paraméterekkel rendelkező rigid inclusion rendszer milyen javulási tényezőt produkál a gyenge altalajban a cölöp hosszával megegyező rétegvastagságban, segítségével a 3D-s végeeselemes vizsgálat helyettesíthető kézi számítással. Ezt úgy érhetjük el, hogy az említett gyenge altalaj összenyomódási modulusát felszorozzuk az „ n ” javulási tényező értékével, hiszen a fajlagos összenyomódások ennyiszor kedvezőbbek lesznek a rendszer adaptációja által.

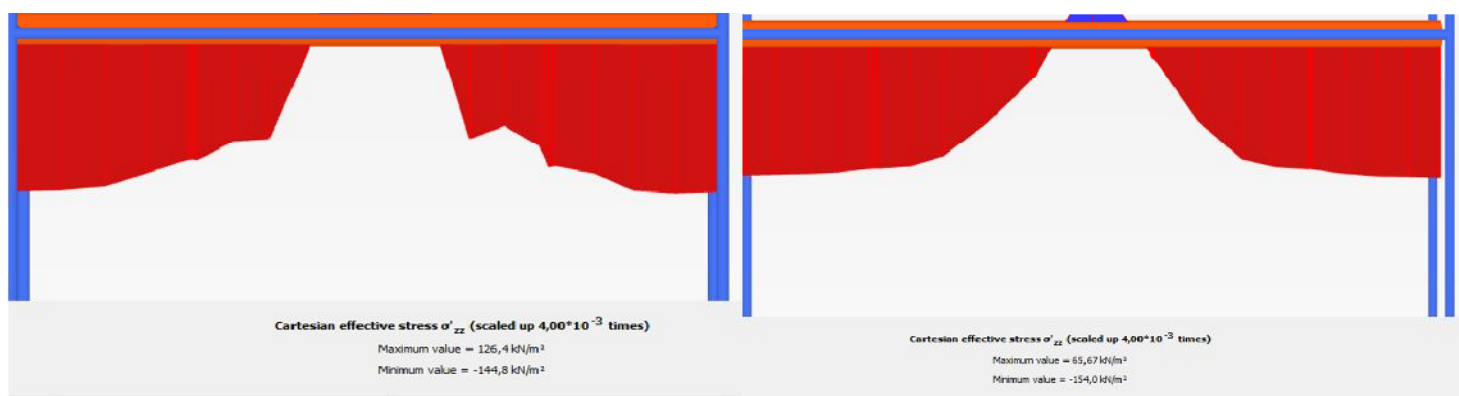
Tehát a kulcs az „ n ” javulási tényező meghatározása. Ehhez ismernünk kell mi mennyire és hogyan befolyásolja ezt a tényezőt, melyet alább ismertetek diplomamunkámból merítve, összefoglaló jelleggel.

A vizsgált változók a következők voltak:

- ❖ Rasztertávolság
- ❖ Ágyazatvastagság
- ❖ Cölöphossz
- ❖ Cölöpátmérő
- ❖ Talajtípus
- ❖ Teherszint

Rasztartávolság hatása:

Minél kisebb a rasztartávolság, annál nagyobb a javulási tényező értéke. Ennek oka a fentebb ismertetett lehúzó effektusban (downdrag effect) keresendő. A merev erősítő betét a negatív köpenysúrlódásnak köszönhetően bizonyos mértékig tehermentesíti a gyenge altalajt, mely hatás radiális irányban egyre csökken, mígnem egy bizonyos távolságban teljesen elenyésczik. Ekkor a talajban ébredő feszültségek a természetes, cölöp nélküli állapotban mért értékkel egyeznek meg.



12. ábra Balra: feszültségeloszlás alakulása 2,2m-es raszter esetén; Jobbra: feszültségeloszlás alakulása 3,0m-es raszter esetén

Erre ad igazolást az alábbi Plaxis végeeselemes programból nyert ábra is, melyen a függőleges feszültségek alakulása látható. Jól kivehető, hogy 3m-es rasztartávolság esetén az ábra meredeksége közel vízszintes a keresztmetszet döntő részén, tehát a lehúzó effektus már nem szignifikáns, míg ez nem mondható el 2,2m-es raszter esetén.

Cölöpátmérő hatása

A javulás oka igen egyszerű: megnövekedett cölöpátmérővel annak köpenyfelülete is megnő, így nagyobb felületen képes súrlódni, növekszik a köpeny menti ellenállás. Ezt az alábbi képlet is alátámasztja, mely a maximális köpenysúrlódásra, tehát a semleges tengely mentén létrejövő erőre ad összefüggést (ahol a cölöpfelületet A_s jelöli):

$$Q_{NP} = Q_d + \int_0^{(\lambda-\omega) \cdot D} A_s \cdot q_{ny} dz + \int_{(\lambda-\omega) \cdot D}^{\lambda \cdot D} A_s \cdot q_{nzm} dz$$

Ahol:

- Q_n : Negatív köpenysúrlódás a semleges tengely mentén
- D : Cölöp behatolási mélysége
- Z_{NP} : Neutrális tengely mélysége
- q_{ny} : Köpenysúrlódás értéke δ_{sy} -nál
- q_{nzm} : Köpenysúrlódás értéke a relatív elmozdulás függvényében (maximális értéke q_{ny})

- Q_d : Cölöpfejen ható terhelés
- A_s : Súrlódó felület nagysága
- Q_{NP} : Tengelyirányú terhelés a neutrális tengelyen
- $(\lambda - \omega) \cdot D$: Átmeneti zóna nagysága, melynél a köpenysúrlódás el jelet vált

Minél nagyobb a negatív köpenysúrlódás, annál nagyobb terhet képes magára venni a cölöp súrlódás útján, így a javulási tényező is ennek megfelelően nő. Mivel a cölöp vizsgálataim során gyenge altalajba végződött, nem érintett nagy összenyomódási modulusú rendelkező teherbíró réteget, ezért a talpellenállás ha nem is elhanyagolható, de döntően kevésbé volt hangsúlyos, mint a köpeny menti ellenállás, így a cölöptátmérő hatása is kevésbé volt erre hatással.

Ágyazatvastagság hatása

Ágyazatvastagság esetén azt a vastagságot vettem alapul, amikor a szakirodalmi ajánlás szerint a súrlódási kúpok két cölöp között összeérnek, valamint ennek a felét. Ez $0,66(s-d)$ és $0,33(s-d)$, ahol „s” a cölöpök tengelytávolsága, „d” pedig az átmérő. Az ágyazatvastagság növelésének hatására kis rasztertávolság esetén szignifikánsan, míg nagy cölöptávolság esetén egyre kisebb mértékben nő a javulási tényező. A javulás oka feltehetően, hogy a feszültségkúp szétterjedésével az átboltozott terület is megnő, így nagyobb kiterjedésű felszíni terhelés kerül a cölöpre, melytől kihasználtabb lesz az. Ugyanakkor ily módon a környező talaj valamelyest tehermentesül, hisz a terhek közvetlen a cölöpfejre adódnak, nem súrlódás útján adódnak át, melytől a semleges tengely is feljebb tolik.

Cölöphosszúság hatása

A cölöp hosszúságának növelésével párhuzamosan nő a súrlódó felület is, melynek köszönhetően a negatív köpenysúrlódás értéke is emelkedik, minek hatására a cölöp hatékonyabban tudja a lehúzó effektus által tehermentesíteni a talajt. Ám az átmérő növelésével ellentétben ez esetben e hatást az idézi elő, hogy a cölöphosszúság növekedtével a semleges tengely (ahol a köpenysúrlódás előjelet vált) lejjebb tolódhat úgy, hogy pozitív köpenysúrlódó hossz is ezzel arányosan nő. Tehát nagyobb hosszon tud negatív köpenysúrlódás révén terheket felvenni és e terheket szintén súrlódás útján ellensúlyozni.

Talajtípus hatása

A rigid inclusion talajjavító eljárás annál hatékonyabb lesz, minél rosszabb az altalaj mechanikai tulajdonsága. Ez azzal a megfontolással támasztható alá, hogy kis merevségű talaj nagyobb összenyomódásokat végez, így a fajlagos alakváltozások hányadosa cölöp nélküli és cölöpöt tartalmazó eset során is nagyobb lesz, mely a javulási tényező meghatározó eleme. Más szemszögből nézve is erre a következtetésre juthatunk, hisz egy jó minőségű talaj önmagában teherviselő, kevésbé szorul rá a merev

erősítő betétek támogatására, kevésbé fog „belekapaszkodni” a cölöpbe, a downdrag effect hatása kisebb lesz.

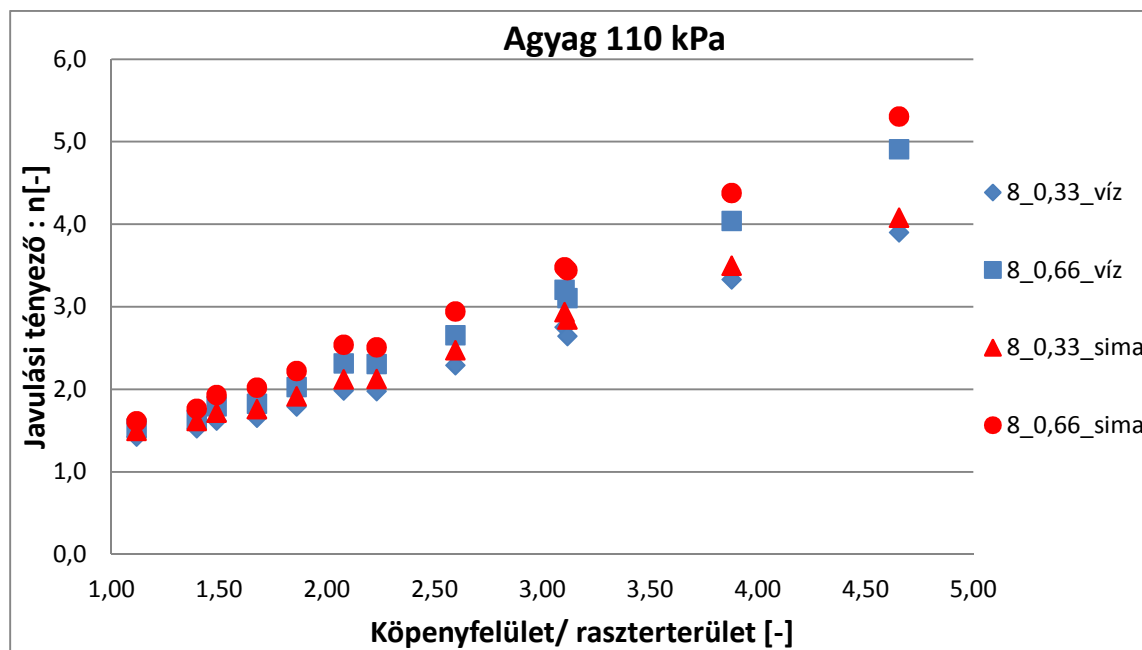
Nagy terhelések esetén azonban a cölöp köpeny menti ellenállása hamar kimerülhet, mely egy határértéket szab meg a javulási tényezőnek. Ebből egyrészt az következik, hogy talajtípustól függetlenül eme javulási tényezőnek egy maximális értéke van, mely a cölöp mechanikai tulajdonságainak és az ágyazatvastagságnak függvénye. Másrészt pedig, hogy jó minőségű talaj esetén is hatékony lehet a merev erősítő betét alkalmazása, csupán nagyobb teherszinten.

Teherszint hatása

A teherszint javulási tényezőre való hatása szerteágazó, hisz a rendszer paramétereinek függvénye mintúgy a cölöp mechanikai tulajdonságaié, mint a talaj jellemzőié. Összességében elmondható, hogy egy bizonyos teherszintig nő „n” értéke, majd ezt elérve, ahogy a merev erősítő betét teherbírása kimerül, fokozatosan csökken, hisz a teher növekedtével nem képes lépést tartani. Hogy milyen teherszint mellett lehet elérni a maximális javulási tényezőt, az a talajtól is függ. Puha altalaj esetén közepes terhelések mellett mutatkozott a leghatékonyabbnak a rendszer, míg merevebb esetén a jelentősebb terhek mellett is még nagy potenciál mutatkozott a teherbírásban.

Talajvízszint hatása

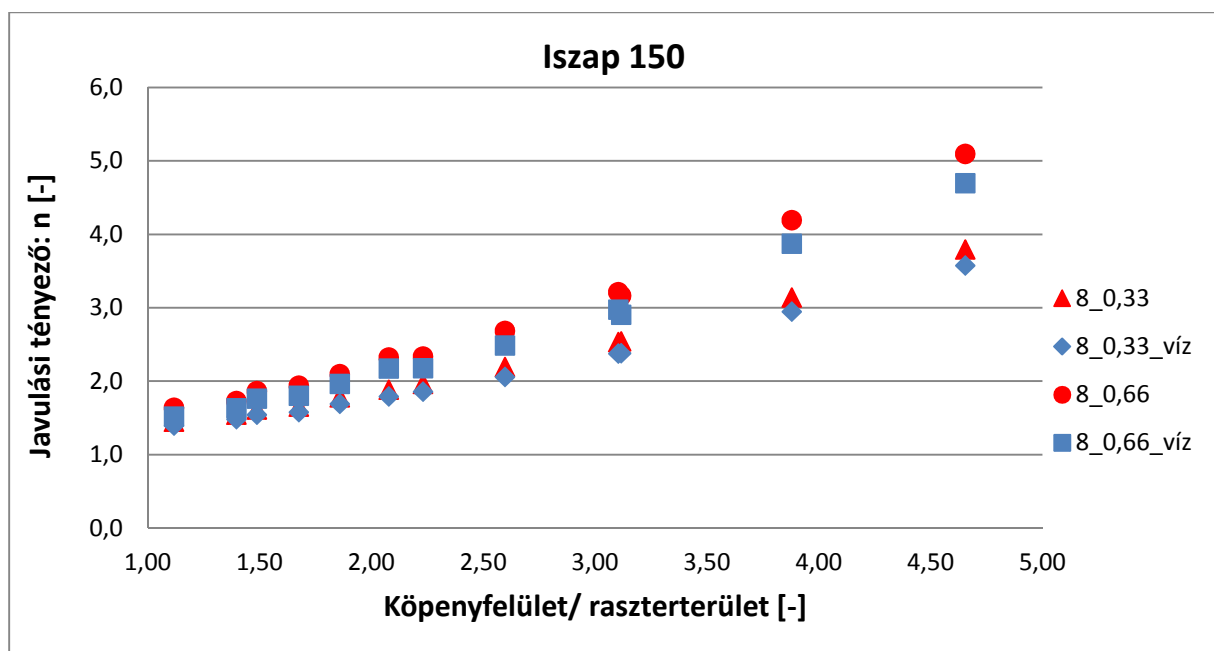
TDK dolgozatom során kiterjesztettem a vizsgált paramétereket a talajvízszintre is, hogy a rigid inclusion viselkedését mennyire befolyásolja, hiszen tervezés során ez is fontos szempont. Az eredmények a futtatások során azt tükrözték, hogy a merev erősítő betétek működését elhanyagolható mértékben változtatja e hatás, ahogy ez az alábbi ábrán is megfigyelhető.



13. ábra Javulási tényezők alakulása agyag esetén 110 kPa mellett, talajvíz jelenlétekor és a nélkül

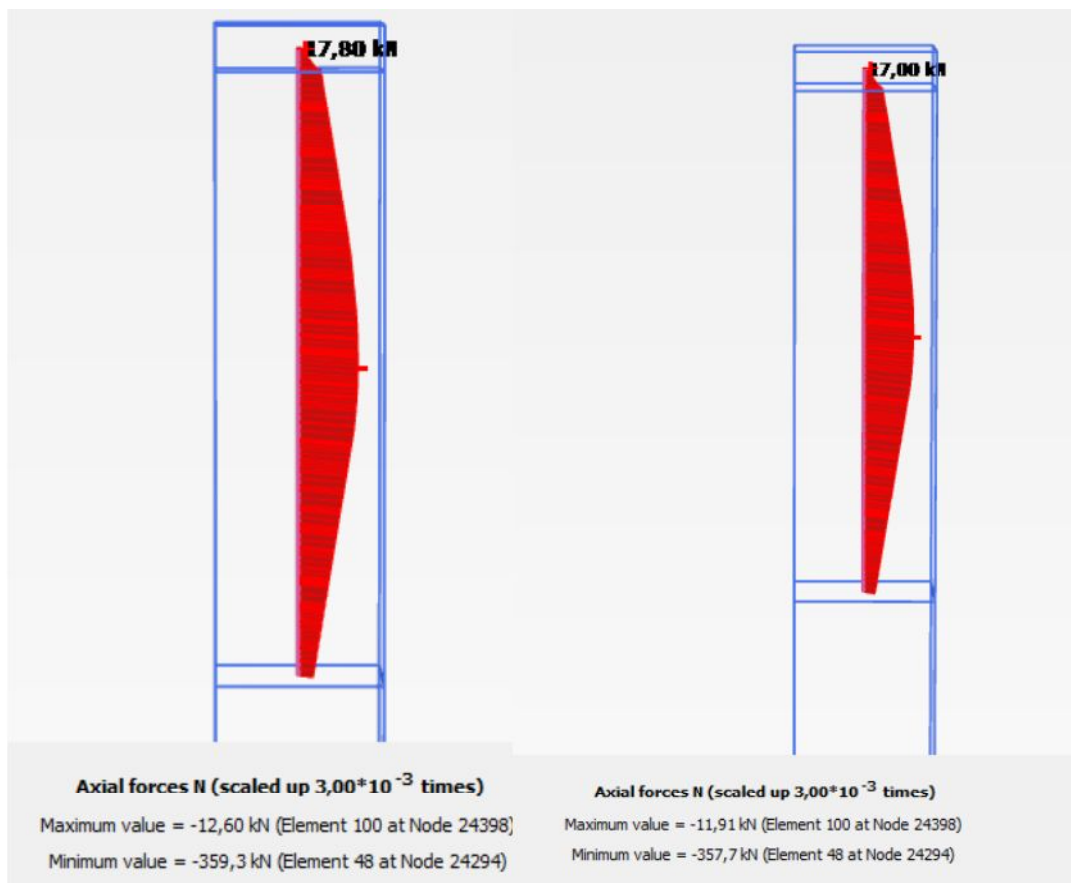
A grafikon agyag talaj, 110 kPa terhelés és 8 méteres cölöphossz esetén szemlélteti az eredményeket, ágyazatvastagság szerint szeparálva. Az egyes pontokat a különböző rasztertávolságok (1,8m; 2,2m; 2,6m; 3,0m) és különböző cölöpátmérők kombinációja adja (0,4m; 0,5m; 0,6m). A javulási tényezők pedig a merev erősítő betét súrlódó köpenyfelülete/ raszterterülete függvényében van ábrázolva, melynek miértjét dolgozatom későbbi fejezetében részletesen kifejtem. Ám a grafikon megértése szempontjából tudni érdemes, hogy az ábra jobb oldalán helyezkednek el a kis rasztertávolságú futtatások, nagy átmérővel, így például az 1,8m-hez tartozóak 0,6m-es átmérőjű, míg az ábra bal oldalán a nagy rasztertávolság mellé rendelt cölöpök kis átmérővel, tehát pl. 3,0m-es rasztertávolság, 0,4m-es átmérővel.

Futtatásaim során a talajvíz szintje a legszélsőségesebb esetet vette fel, tehát a cölöpfej síkjáig, azaz terepszintig ért el. Még ilyen magas talajvíz esetén is, ahogy az látható maximu 5-8% differencia van a javulási tényezők értékeiben. A süllyedések abszolút értéke természetesen megnövekszik, ám a fajlagos összenyomódások hányadosa cölöp nélküli és cölöp használata melletti esetben közel azonos marad, minek következtében a javulási tényező sem változik szignifikáns mértékben. Ez az általam vizsgált legkritikusabb talajtípus esetén is igaz marad, tehát iszap esetén, a legnagyobb 150kPa-os teherszint mellett.



14. ábra Javulási tényezők alakulása iszap esetén 150 kPa mellett, talajvíz jelenlétekor és a nélkül

Lévén a modell kompressziós feszültségállapotban van, a hatékony feszültségek csökkenésével a fajlagos összenyomódások nagyobbak lesznek. Ám ahogy megfigyelhető a végeselemes program eredményeiből, a talajvíz nem befolyásolja a talaj teherátadó mechanizmusát a merev erősítő betét felé (15. ábra), így az ugyanolyan hatékonysággal működik, megtartja a cölöp nélküli, illetve cölöp használata melletti fajlagos összenyomódások arányát.



15. ábra Cölöpben keletkező erőjáték talajvíz meglétele mellett, illetve a nélkül

Ezen eredmények tudatában az összefüggés megalkotásakor a talajvíz hatását elhanyagolhatónak feltételeztem.

3. Végeselemes modell felépítése

3.1 Plaxis bemutatása

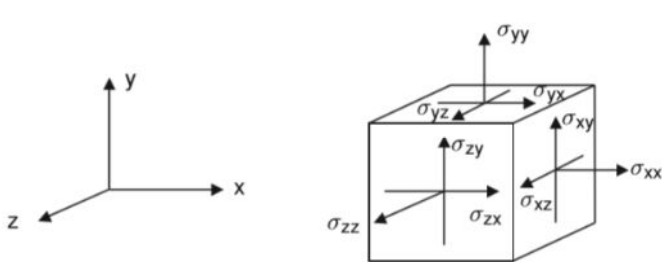
A vizsgálatokhoz szükséges számításokat a Plaxis 3D végeselemes programmal végeztem, hiszen mélyépítési kérdések során ez egy megbízható eredményt biztosít, amennyiben a modellt kellő körültekintéssel alkotjuk meg. A program segítségével feszültségek, süllyedések, erők és szerkezeti elemekben keletkező igénybevételek is számolhatók, tehát mindaz amire vizsgálataim során szükség volt.

A Plaxis a számításokat talajmodellek, illetve a szerkezeti elemek modellje szerint végzi, melyek végtelen kis feszültségnövekmény hatására létrejövő deformációk függvényében vannak kifejezve. Ezekből mátrixegyenleteket ír fel, melyeket egy bizonyos toleranciahatáron belüli pontossággal iterációs úton megold az egyes elemekre.

Ezen mátrixegyenletek az elemi szilárdságtanban használatos egyenleteken alapszik, tehát egyensúlyi, geometriai és az ezeket összekötő összeférhetőségi egyenleteken. Az egyensúlyi egyenleteket a feszültségek, a geometriai egyenleteket az alakváltozások definiálásával érthető meg.

Feszültség definiálása:

A feszültséget a Plaxis egy feszültségtenzornak definiálja derékszögű koordinátarendszerben, mely egy végtelen kicsi elemre vetítve a következőképp adódik.

$$\underline{\underline{\sigma}} = \begin{bmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{yx} & \sigma_{yy} & \sigma_{yz} \\ \sigma_{zx} & \sigma_{zy} & \sigma_{zz} \end{bmatrix}$$


Az általános alakváltozási teóriának megfelelően a tenzor szimmetrikus, így pl. $\sigma_{xy} = \sigma_{yx}$

16. ábra Feszültségtenzor szemléltetése
Plaxis manuals: Material models

A program Terzhagi elve szerint megkülönböztet hatékony $\underline{\underline{\sigma}}'$, illetve semleges feszültségeket $\underline{\underline{\sigma}}_w$, melyek együttes összege adja a teljes feszültséget. Megkülönböztetésük azért fontos, mert a valóságnak megfelelően a program is a pórusokban lévő vízből származtatja a semleges feszültségeket, mely nem képes nyírófeszültség felvételére. Ezen semleges feszültségek izotropikusak, így előjelüket tekintve (pozitív húzás, negatív nyomás) nincs megkülönböztetés.

Ahogy már említettem az anyagmodellek végtelen kicsi feszültségnövekmények és végtelen kicsi deformációk összefüggéseként vannak leírva. Ebben a rendszerben a

hatékony feszültségek végtelen kicsi növekménye feszültségrátákként, a következő vektorban írható fel (mely transzponálást elvégezve szintúgy egy 3x3-as mátrixot ad) :

$$\underline{\dot{\sigma}'} = \left(\dot{\sigma}'_{xx} \quad \dot{\sigma}'_{yy} \quad \dot{\sigma}'_{zz} \quad \dot{\sigma}'_{xy} \quad \dot{\sigma}'_{yz} \quad \dot{\sigma}'_{zx} \right)^T \quad [8]$$

Alakváltozások definiálása:

Az alakváltozásokat Plaxis a feszültségekhez hasonlóan definiálja, így azokkal szinkronban van. Ebből adódóan az alakváltozástenzor a következő:

$$\underline{\underline{\varepsilon}} = \begin{bmatrix} \varepsilon_{xx} & \varepsilon_{xy} & \varepsilon_{xz} \\ \varepsilon_{yx} & \varepsilon_{yy} & \varepsilon_{yz} \\ \varepsilon_{zx} & \varepsilon_{zy} & \varepsilon_{zz} \end{bmatrix}$$

Ezen alakváltozások az elmozdulások deriváltjaiból vannak származtatva, ahol „i” és „j” az x,y vagy z koordinátára, „u” pedig az elmozdulásra utal.

$$\varepsilon_{ij} = 1/2(\partial u_i / \partial j + \partial u_j / \partial i)$$

[8]

Azonban a kis alakváltozási elmélet szerint nyíróerőt csak a kiegészítő alakváltozási komponensek ($\varepsilon_{ij}, \varepsilon_{ji}$) produkálnak, melyeket nyírási alakváltozásoknak nevezünk és γ -nak jelöli a program ($\varepsilon_{xz} = \gamma_{xz}$), így végső soron az alakváltozás összefüggéseit a következőképp írhatjuk fel:

$$\underline{\underline{\varepsilon}} = \left(\varepsilon_{xx} \quad \varepsilon_{yy} \quad \varepsilon_{zz} \quad \gamma_{xy} \quad \gamma_{yz} \quad \gamma_{zx} \right)^T$$

$$\varepsilon_{xx} = \frac{\partial u_x}{\partial x}$$

$$\varepsilon_{yy} = \frac{\partial u_y}{\partial y}$$

$$\varepsilon_{zz} = \frac{\partial u_z}{\partial z}$$

$$\gamma_{xy} = \varepsilon_{xy} + \varepsilon_{yx} = \frac{\partial u_x}{\partial y} + \frac{\partial u_y}{\partial x}$$

$$\gamma_{yz} = \varepsilon_{yz} + \varepsilon_{zy} = \frac{\partial u_y}{\partial z} + \frac{\partial u_z}{\partial y}$$

$$\gamma_{zx} = \varepsilon_{zx} + \varepsilon_{xz} = \frac{\partial u_z}{\partial x} + \frac{\partial u_x}{\partial z}$$

A feszültségekhez hasonlóan a negatív előjel kompresszióra, míg a pozitív expanzióra utal, valamint szintén az anyagmodellekben a végtelen kicsi deformációkat deformáció rátában tünteti fel, egy vektor formájában.

$$\underline{\dot{\epsilon}} = \left(\dot{\epsilon}_{xx} \quad \dot{\epsilon}_{yy} \quad \dot{\epsilon}_{zz} \quad \dot{\gamma}_{xy} \quad \dot{\gamma}_{yz} \quad \dot{\gamma}_{zx} \right)^T \quad [8]$$

Összeférhetőségi egyenletek:

A fentieknek megfelelően a feszültségek végtelen kicsi növekménye (feszültségráta) végtelen kicsi deformáció növekmények (deformációráta) hatására a következőképp írható le, ahol „M” a merevségi mátrix.

$$\underline{\dot{\sigma}'} = \underline{\underline{M}} \underline{\dot{\epsilon}} \quad [8]$$

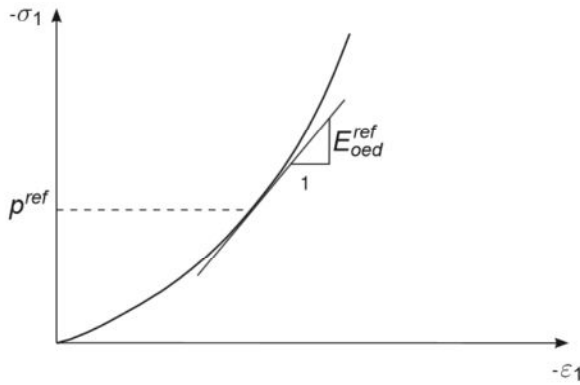
Az egyenlet lineárisan-rugalmas anyagmodell esetén (mely alapja a többinek) az alábbi alakot veszi fel, ahol „E” a hatékony rugalmassági modulus „ν”- pedig a hatékony poisson-tényező.

$$\begin{bmatrix} \dot{\sigma}'_{xx} \\ \dot{\sigma}'_{yy} \\ \dot{\sigma}'_{zz} \\ \dot{\sigma}'_{xy} \\ \dot{\sigma}'_{yz} \\ \dot{\sigma}'_{zx} \end{bmatrix} = \frac{E'}{(1-2\nu')(1+\nu')} \begin{bmatrix} 1-\nu' & \nu' & \nu' & 0 & 0 & 0 \\ \nu' & 1-\nu' & \nu' & 0 & 0 & 0 \\ \nu' & \nu' & 1-\nu' & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2}-\nu' & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2}-\nu' & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2}-\nu' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{\epsilon}_{xx} \\ \dot{\epsilon}_{yy} \\ \dot{\epsilon}_{zz} \\ \dot{\gamma}_{xy} \\ \dot{\gamma}_{yz} \\ \dot{\gamma}_{zx} \end{bmatrix} \quad [8]$$

Ez az egyenlet más néven az anyagegyenlet, mely kapcsolatot teremt mind az egyensúlyi, mind a geometriai egyenletek között.

HS-small talajmodell

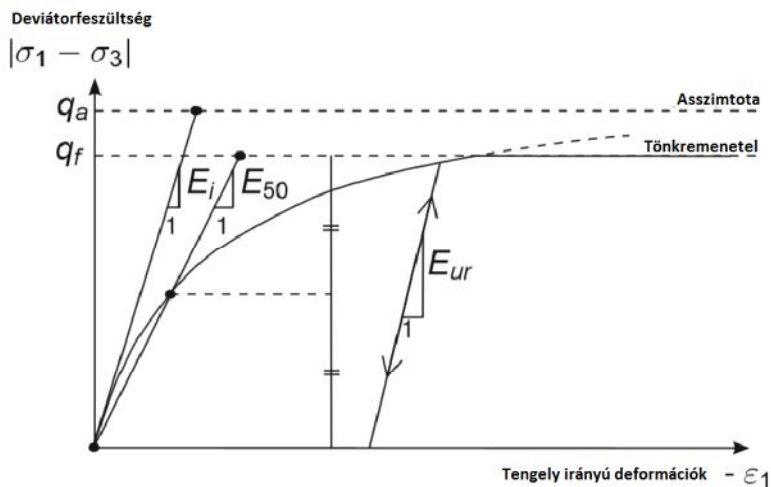
Számításaim során a lineárisan-rugalmas anyagmodellnek egy bonyolultabb társával számoltam, mely a „Hardening soil with small strain stiffness” névre hallgat. A talajmodell igen jól közelíti a valóságot, hisz figyelembe veszi a talaj merevségének feszültségtől való függését. Ezt a talaj ödométeres vizsgálattal meghatározott kompressziós görbéjének, valamint a drénezett triaxiális vizsgálat deviátor feszültség – tengelyirányú alakváltozás görbéjének figyelembe vételével teszi, tehát a nyírési és a kompressziós felkeményedés vizsgálatával. Tehát a talaj különböző merevségeit felhasználva függvényekkel közelíti a talajmodell a görbéket, így szimulálva annak tényleges viselkedését.



Az ödométer görbéjének előállítása során a görbe adott pontjában lévő meredekségét egy hatványfüggvénnyel közelít, melyben „m” hatványkitevő, p^{ref} referencia határoló feszültség (mely az én esetemben 100 kPa) és az ehhez tartozó E_{oed}^{ref} merevség megadása szükséges.

17. ábra E_{oed}^{ref} szemléltetése feszültség-alakváltozás diagrammon
Plaxis Manuals: Material models

A drénezett triaxiális vizsgálat deviátor feszültség – tengelyirányú alakváltozás görbéjét a modell egy hiperbolával közelíti. Ehhez az E_{50}^{ref} a kiindulási pont és a töréshez tartozó deviátor feszültség 50%-hoz tartozó pont között húzott húrmodulus meredeksége szükséges. A talajmodell figyelembe veszi továbbá, hogy a talaj másként viselkedik elsődleges terhelés illetve tehermentesítés vagy újrateherelés esetén. Ez utóbbi folyamat Az E_{50}^{ref} -hez hasonló E_{ur}^{ref} paraméterrel adható meg.



18. ábra Hiperbolikus feszültség-alakváltozás összefüggés drénezett triaxiális kísérlet esetén
Plaxis Manuals: Material models

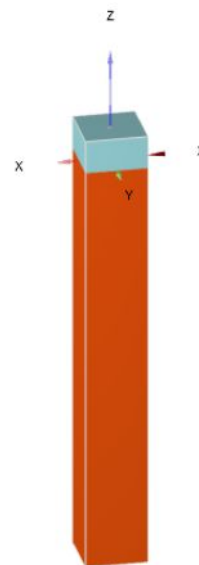
A HS Small további nagy előnye, hogy figyelembe veszi, hogy kis alakváltozási tartományokban a talaj merevsége számottevően nagyobb (akár tízszeres is lehet). Ennek számítását a modell a talaj leromlási görbéje alapján végzi; bemenő paraméterként a rendkívül kis alakváltozási tartományra ($\gamma < 10^{-6}$) jellemző nyírási modulus (G_0) megadása szükséges, a görbe lefutása pedig annak a nyírási alakváltozásnak a megadásával történik, ahol a nyírási modulus a kezdeti érték 0,722 szeresére csökken.

3.2 Alkalmazott modell, anyagi jellemzők

A fentebb jellemzett talajmodellel végeztem a futtatásokat három altalajra, melyek 15 m mélységig értek, valamint egy szemcsés ágyazatra, melynek vastagsága a $0,33(s-d)$, illetve $0,66(s-d)$ függvényében változott(17. ábra). A talaj vízszintje a TDK dolgozat keretein belül elvégzett számítások során a terepszintig ért fel, tehát az ágyazat alsó síkjáig.

1. táblázat Ágyazatvastagságok értékei

Ágyazatvastagságok		d		
$1/3(s-d)$		0,40	0,50	0,60
s	1,8	0,466667	0,433333	0,4
	2,2	0,6	0,566667	0,533333
	2,6	0,733333	0,7	0,666667
	3	0,866667	0,833333	0,8
		d		
$2/3(s-d)$		0,40	0,50	0,60
s	1,8	0,933333	0,866667	0,8
	2,2	1,2	1,133333	1,066667
	2,6	1,466667	1,4	1,333333
	3	1,733333	1,666667	1,6



19. ábra
Talajrétegződés
szemléltetése

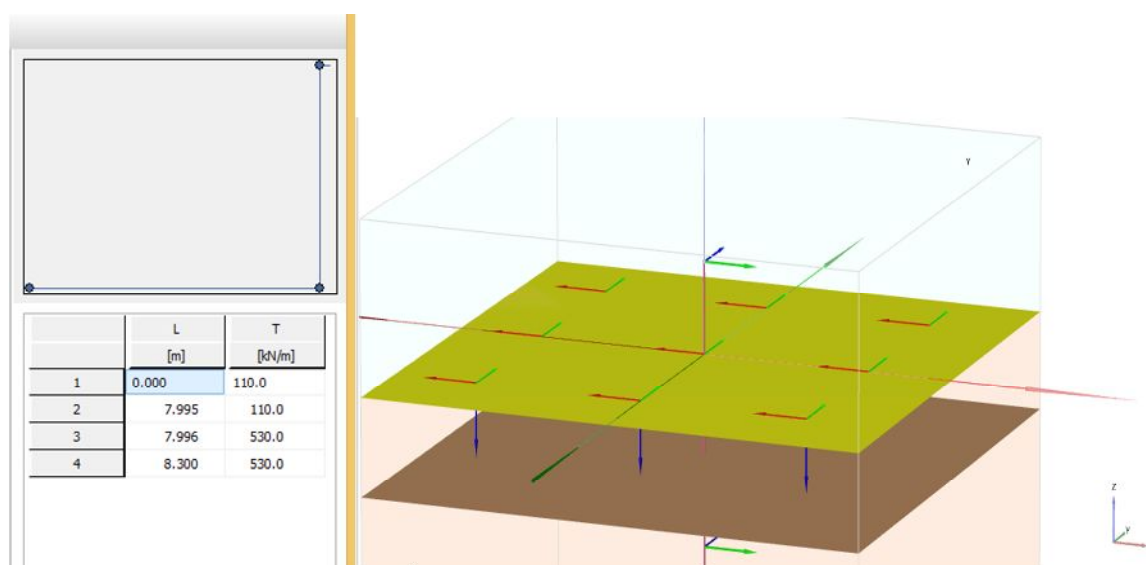
Mindvégig egy merev erősítő betétet vizsgáltam, változó 6;8;10 méter hosszúságon 0,4;05;06 méteres cölöpátmérővel. Tehát a valóságban a modell peremfeltételeiből adódóan ez egy közbenső cölöpnek felelt meg. A cölöpöket az átboltozódás minél hatékonyabb szimulálása érdekében kénytelen voltam először solid elemként bevinni, melynél a beton viselkedését rugalmas-képlékeny anyagmodellel írjuk le. Majd ezek után a solid elemből kinyert adatokkal kiegészítve szerkezeti elemként definiáltam a cölöpöt, mely egy ponttól pontig tartó vonalelem, melynek nincs fizikai kiterjedése. Ám a cölöp környezetében egy bizonyos területet, egy rugalmas zónát figyelembe vesz, ahol a képlékeny viselkedés ki van zárva. Ez a terület a cölöp tényleges kiterjedésével egyezik meg.

2. táblázat Alkalmazott cölöpparaméterek

Modellfajta	Solid elem
Talajmodell	Mohr-Coulomb
Nedves térfogatsúly, γ_{unsat} [kN/m ³]	24,00
Telített térfogatsúly, γ_{sat} [kN/m ³]	24,00
Rugalmassági modulus, E [kPa]	33 000 000
Poisson-tényező, ν [-]	0,25
Nyírási modulus, G [kPa]	13 200 000
Összenyomódási modulus, Eoed [kPa]	39 600 000

Modellfajta	Embedded beam
Mechanikai modell	Lineárisan rugalmas
Térfogatsúly [kN/m ³]	6,00
Rugalmassági modulus, E [kPa]	33 000 000
Nyírási ellenállás a cölöp allján [kN/m]	$q_s \cdot d \cdot \pi$
Nyírási ellenállás a cölöp tetején [kN/m]	$q_s \cdot d \cdot \pi$
Maximális talpellenállás Fmax [kN]	200,00

A cölöp solid elemként való definiálása az indokolja, hogy csupán embedded beam használata esetén a végeelemes program nem számol az átboltozódás hatásával. Ám a solid elemeknek ugyanakkor megvan az a hátránya, hogy igen pontatlanul veszi figyelembe a köpenysúrlódás hatását. Ennek megfelelően a solid elemeket futtattam le először, hogy leolvashassam a cölöpfej felületén keletkező függőleges feszültségeket. Ezt követően ezeket átszámolva egy 0,3m-en működő súrlódási erőre, definiáltam azt az embedded beam szerkezeti elemem. E 0,3m az ágyzatba nyúlik bele.



20. ábra 0,3m-en felvitt súrlódási erő

A modelltér 1,8;2,2;2,6 illetve 3,0 méteres rasztertávolságokat foglalt magába 68kPa;110kPa;150kPa terhelés mellett.

Az alkalmazott talajjellemzőket az alábbi táblázat foglalja magába.

3. táblázat Alkalmazott talajparaméterek

Talajréteg	Ágyazat	Agyag	Iszap	Laza homok
Talajmodell	HS small	HS small	HS small	HS small
Nedves térfogatsúly, γ_{unsat} [kN/m ³]	19,00	18,30	18,30	18,00
Telített térfogatsúly, γ_{sat} [kN/m ³]	20,00	20,60	20,60	19,50
Drénezett triaxiális vizsgálat húr modulusa, E_{50}^{ref} [kN/m ²]	50 000	8 000	5 000	15 000
Összenyomódási modulus, $E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$ [kN/m ²]	50 000	8 000	5 000	15 000
Tehermentesítés, újrateherelés húr modulusa, $E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$	150 000	24 000	15 000	45 000
Hatványkitevő, m [-]	0,5	0,5	0,5	0,7
Kohézió, c [kPa]	1,0	11,0	11,0	2,00
Belső súrlódási szög [°]	38,0	27,0	27,0	29,00
Dilatációs szög [°]	5,0	0,0	0,0	0,0
Nyírási alakváltozás, ahol $G=0,722 G_0$ [-]	5x10 ⁻⁵	2x10 ⁻⁴	2x10 ⁻⁴	3x10 ⁻⁴
Kis alakváltozási tartományban jellemző nyírási modulus, G_0^{ref} [kPa]	400 000	80 000	62 000	120 000
Törési kritérium	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Nyugalmi földnyomás tényezője, K_0 [-]	0,3843	0,546	0,546	0,515
Előterheltségi viszonzszám, OCR [-]	1,00	1,00	1,00	1,00
Előterheltség, POP [-]	0,00	0,00	0,00	0,00

4. Numerikus vizsgálat

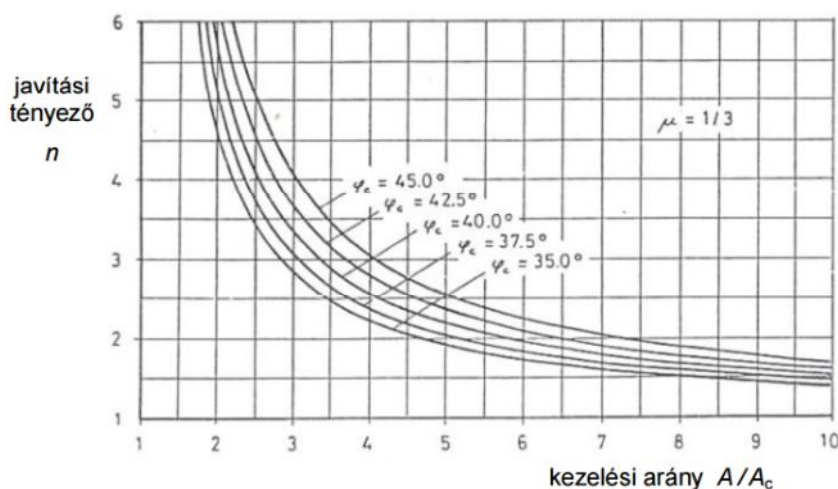
4.1 Alapkonceptió, kiindulási eljárás

Az előbbi fejezetben bemutatott módon több mint 700 futtatást végeztem Plaxis segítségével az alábbi paramétereket figyelembe véve:

- ❖ Raszterávolság (1,8m; 2,2m; 2,6m; 3,0m)
- ❖ Ágyazatvastagság (0,33[s-d]; 0,66[s-d])
- ❖ Cölöphossz (6m; 8m; 10m)
- ❖ Cölöpátmérő (0,4m; 0,5m; 0,6m)
- ❖ Talajtípus (agyag; iszap; laza homok)
- ❖ Teherszint (68kPa; 110kPa; 150kPa)
- ❖ Talajvízszint (terepszintig)

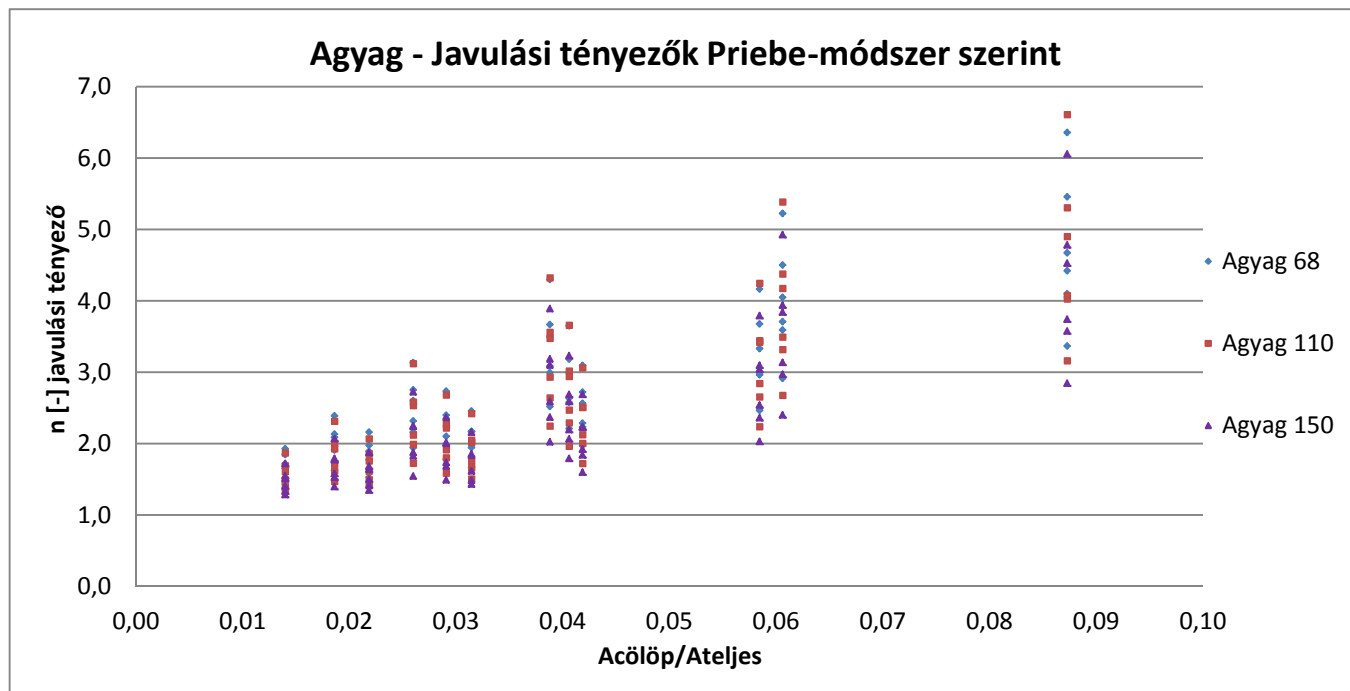
Ezen eredményekre támaszkodva próbáltam megalkotni egy összefüggést, mely közelítőleg leírja a rigid inclusion talajjavító eljárás viselkedését oly módon, hogy az a kézi számítás kritériumának megfeleljen, tehát könnyen alkalmazható, valamint kellően pontos legyen.

Lévén több mint 700 futtatás ált rendelkezésemre, a legmegfelelőbb eljárásnak azt tekintetem, ha grafikonok szemléltetése útján, azok viselkedésének leírásával próbálom ezt megtenni. Ahogy említettem, a Priebe-módszert vettem alapul, mely „n” javulási tényezőt a rászterület és a cölöpterület hányadosának függvényében írja le.



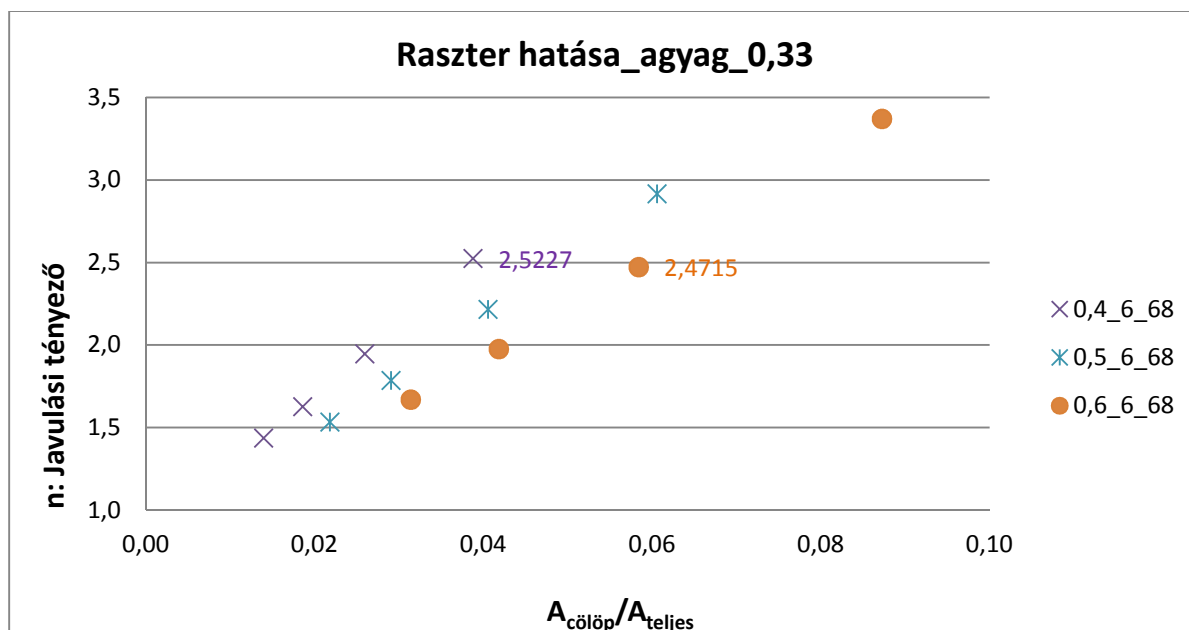
21. ábra: A kavicscölöp süllyedéscsökkentő hatása Priebe szerint
Koch Edina, Scharle Péter, Szepesházi Róbert: Példák és esettanulmányok a mából a kétfokozatú mérnökképzésben hagyományos és újszerű modellezéssel

Ennek megfelelően merev erősítő betétek esetén eme ábrázolási mód a következő eredményt adja:



22. ábra Javulási tényezők szemléltetése Pribe módszer szerinti ábrázolási módban

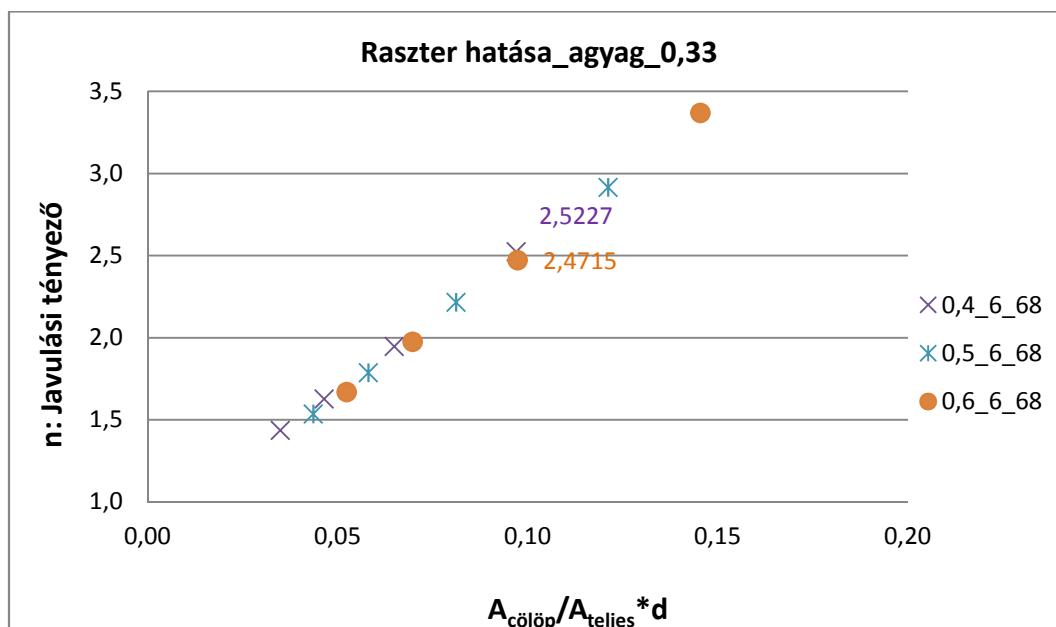
Az ábrán agyag talaj esetén vannak feltüntetve teherszint szerint szeparálva az egyes javulási tényezők az összes geometriai változók esetén (pl. rasztertávolság, cölöphossz, átmérő stb.). Jól látható, hogy az ábra nem sok informatív jelleggel bír. Ennek oka akkor mutatkozik meg, ha nem az összes geometriai, hanem csak egy esetet kiragadva ábrázolunk.



23. ábra Egy konkrét eset kiragadása Priebe-módszer szerinti ábrázolási módban

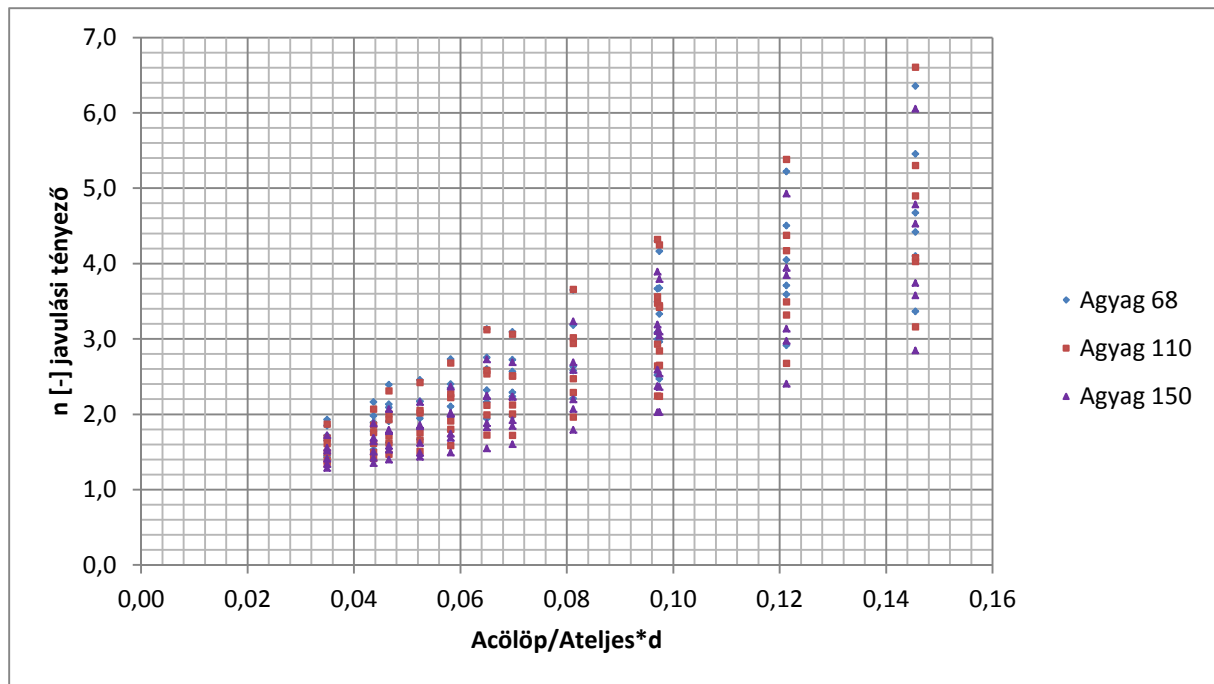
Miszerint ezen egyszerű eset kiragadása esetén is bár egyeneseket kapunk, ezeknek mind eltérő meredeksége van. Elsődleges céloom tehát egy olyan grafikon megalkotása volt, mely egyenesekből áll, hisz azok viselkedését a lehet a legkönnyebben, ugyanakkor a legkonzekvensebben leírni, és mindemellett eme grafikon minél kevesebb individuális egyenest tartalmazzon, ugyanis minél több a különböző tulajdonságú/meredekségű egyenes, annál nehezebb kapcsolatot találni közöttük. Mindezek mellett ugyanakkor a grafikonnak lehetőleg az összes vizsgált paramétert magába kell hogy foglalja, hisz máskülönben nem a teljes rendszer viselkedését írja le. Ez alkotta a munka dandárját, így a grafikon megalkotásának folyamata szerves része munkásságomnak.

Diplomamunkám során a szemléletesebb ábrázolási mód kapcsán merült fel az ötlet, hogy az „x” tengely nevezőjét még „d” átmérővel beszorozva a három egyenest összeugrasztaná, az egész grafikont balra eltolva. A fentebb szemléltetett ábra ennek megfelelően az alábbi alakot ölti:



24. ábra „d” cölöpátmérővel felszorzott ábrázolási mód

Az „összeugrasztaást” a 23. illetve 24. ábrán jelölt értékeket megvizsgálva szemléletesen látható. TDK munkásságom során ebből a grafikonból indultam ki, hiszen a raszterávolság és az átmérő függvényében már egy egyenesen nyomon követhető a javulási tényező változása.



25. ábra Összes érték agyag esetén

Ez teherszintenként 3, cölöphosszanként 3 és ágyzatvastagságonként 2, tehát összesen 18 egyenest foglal magába (25. ábra), mely igen tekintélyes szám, ráadásul az imént említett paramétereket sem foglalja magába az „x” tengely értékeiben.

4.2 Megfontolások az alkalmas grafikon, összefüggés megalkotásához

Következő lépésként tehát a cölöphosszat próbáltam beintegrálni a diagramba. Ehhez a rigid inclusionról alkotott következtetésemhez, valamint a végeselemes modellből kinyert adatok más szemszögből való kiértékeléséhez nyúltam vissza.

A cölöphossz esetén a javulási tényező növekményének fő forrása az volt, hogy hosszabb merev erősítő betét esetén nagyobb távolság áll rendelkezésre mind a negatív, mind a pozitív köpenysurlódó cölöprésznek a terhek felvételére, illetve leadására. Cölöpátmérő esetén pedig szintén a súrlódó köpenyfelület megnövekedett értéke volt a javulás okozója, hiszen esetünkben nem ér teherbíró általajt az inclusion, így a teherbírás fő forrása a súrlódásból származik. Ebből kiindulva vizsgáltam, hogy a köpenyfelület nagysága milyen összefüggésben van a javulási tényezővel, szintén figyelembe véve a rasztertávolságot. Ennek eredményeit a 4. táblázat szemlélteti, ahol közel azonos köpenyfelület/raszterterület hányadosokat választottam ki, és hasonlítottam össze egy adott talajtípus esetén.

4. táblázat Javulási tényezők alakulása különböző cölöpparaméterek, de azonos köpenyfelületek során

Cölöphossz [m]	Rasztartáv, cölöpátmérő [m]	"n" javulási tényező [-]	Köpenyfelület/rasztartáv [-]
8	R_2,2 D_0,5	2,6385	2,60
10	R_2,2 D_0,4	2,6033	2,60
10	R_2,6 D_0,5	2,3510	2,32
6	R_1,8 D_0,4	2,5227	2,33
8	R_3,0 D_0,5	1,7797	1,40
10	R_3,0 D_0,4	1,8510	1,40
6	R_2,2 D_0,5	2,2142	1,95
8	R_2,6 D_0,5	2,1073	1,86
10	R_2,6 D_0,4	2,1372	1,86

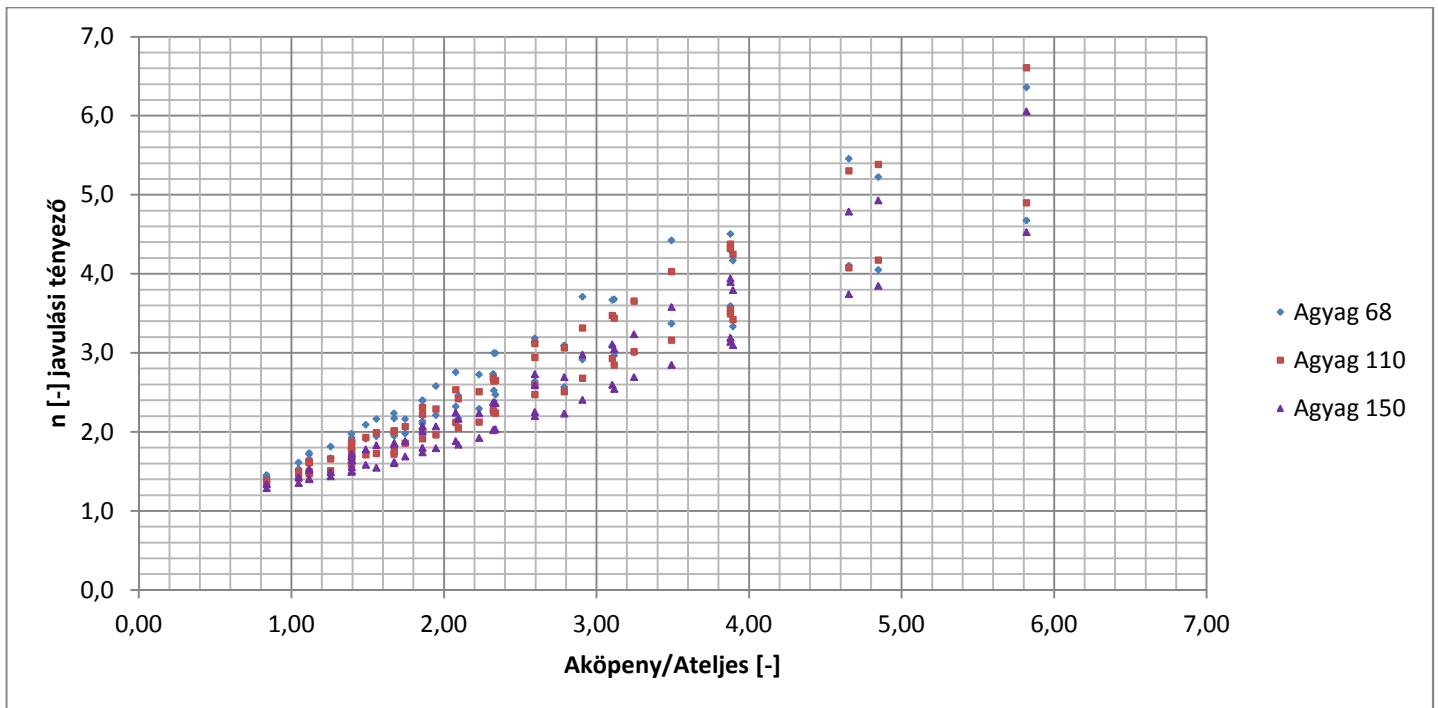
A táblázat rámutat arra, hogy azonos arányszám esetén, tehát fajlagosan egy adott nagyságú köpenyfelület/raszterterület esetén azonos javulási tényezők keletkeznek különböző cölöpparaméterek mellett. Nem fajsúlyos, hogy ez az arányszám a cölöphossz vagy az átmérő növeléséből adódik.

Ezen ismeret igazolta a legitimitását a meglévő grafikon módosításának, oly módon, hogy az „x” tengelyben a köpenyfelület és a rasztartávolság hányadosát vettem, tehát $(D \cdot \pi \cdot H) / L^2$ ahol:

- ❖ D: cölöpátmérő
- ❖ H: cölöphossz
- ❖ L: rasztartávolság négyzetes raszter esetén

A grafikon pontjai megtartják az egyenes jelleget, sőt 18 helyett csupán 6 egyenest rajzolnak ki, melyet a három teherszint és a két ágyazatvastagság kombinációja ad ki. Ami pedig még fontosabb, a cölöp geometriai paramétereit teljesen konzekvensen magába foglalja és mindemellett igen informatív jelleggel bír, megfigyelhető egyes teherszintek közötti egyenesek alakulása azonos ágyazatvastagság mellett vagy épp az ágyazatvastagság hatása azonos teherszint mellett. Hogy az ábra logikája valamivel átláthatóbb legyen megjegyezném, hogy jobb oldalt vannak jellemzően a kis rasztartávolságok (pl. 1,8m), melyhez kedvező cölöpparaméterek társulnak (pl. 10m hossz, 0,6m átmérő). Ekkor a köpenyfelület és a a raszterterület hányadosa nagy lesz.

Ezzel ellentétben baloldalon helyezkednek el a nagy rasztertávolságok (pl. 3m) , melyekhez kevésbé kedvező cölöpparaméterek társulnak (pl. 6m hossz, 0,4m átmérő). Ez esetben a hányados akár egynél kisebb számra is adódhat.



26. ábra Javulási tényező köpenyfelület/raszterterület arányában való szemléltetése agyag esetén

A grafikon egyetlen hátrulütője, hogy a teherszint még mindig nincs számszerűsítve benne. Ahhoz, hogy a definiálni kívánt egyenes egyenlete képletként tudjon működni, az „x” tengely változóinak magába kell hogy foglalja ezt a paramétert is, hisz ebben az esetben már eme egyenes egyenlete megadná az összefüggést egy adott talajtípusra, adott ágyazatvastagságon.

Erre a feladatra azonban ez az ábrázolási mód, mint kiderült nem alkalmas. Nem sikerült olyan opciót találnom, mellyel jelenlegi formája mellett, még konzekvensen magába foglalja a teherszint változását. Ám a grafikont nem vettem el, hisz az ágyazatvastagság vastagításának hatására való viselkedés leírására úgy gondoltam, még felhasználható lehet.

Az új irányelvet a javulási tényező cölöp kihasználtsággal szembeni reprezentálása jelentette. A kihasználtság az összterhelés és a számolt cölöpteherbírási hányadosa.

Az összterhelést a felszín mentén egyenletesen megoszló terhelés és az ágyazat súlyának összege adja ki az alábbi módon:

$$F = A(s - d) \cdot L^2 \cdot \gamma + P \cdot L^2$$

Ahol:

- ❖ F: terhelés nagysága [kN]
- ❖ A: 0,33 vagy 0,66
- ❖ s: két cölöp tengelytávolsága [m]
- ❖ d: cölöpátmérő [m]
- ❖ L: rasztertávolság [m]
- ❖ γ : térfogatsúly [kN/m³]
- ❖ P: alkalmazott megoszló teher [kN/m²]

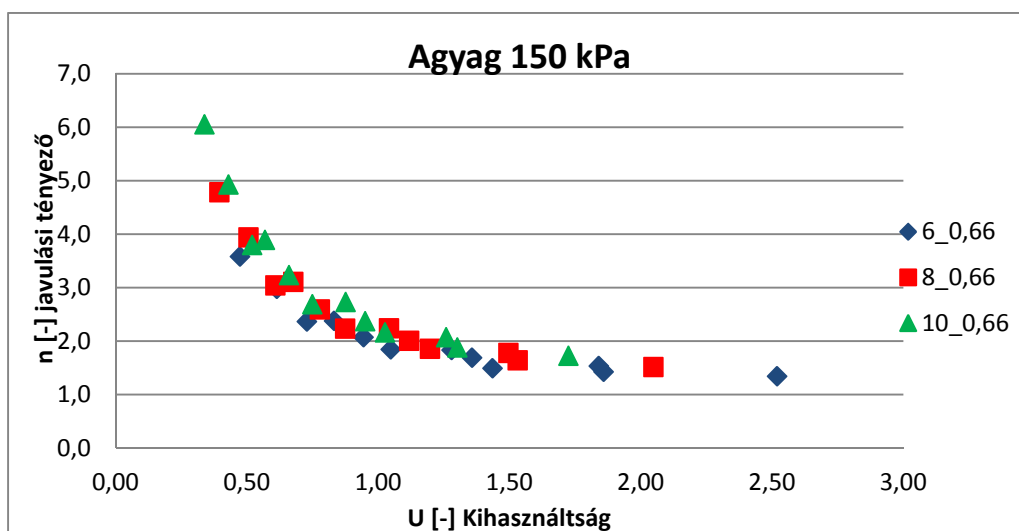
A cölöpteherbírást a merev erősítő betét köpeny menti ellenállása, valamint a talpellenállás összege adja, melyeket a geometriai paraméterek és a fajlagos ellenállások szorzata adja:

$$R = q_s \cdot D \cdot \pi \cdot L + q_b \cdot \frac{D^2 \cdot \pi}{4}$$

Ahol:

- ❖ R: cölöp ellenállása [kN]
- ❖ q_s : cölöp CPT-ből származtatott köpeny menti ellenállás [kPa]
- ❖ D: cölöpátmérő
- ❖ L: cölöphosszúság
- ❖ q_b : cölöp CPT-ből származtatott talpellenállás [kPa]

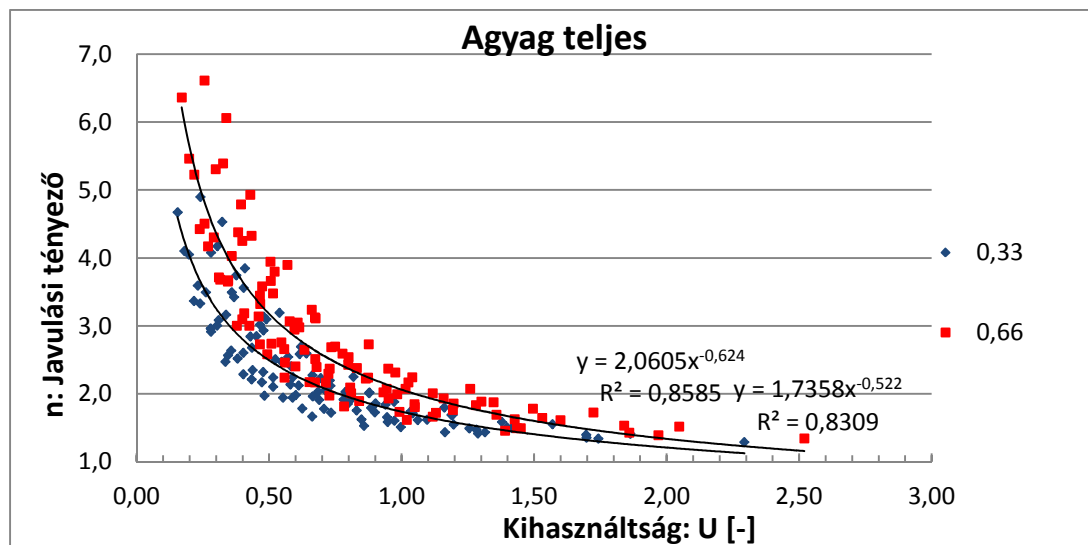
Ahogy a szakirodalmi áttekintésnél megemlítettem, hogy rigid inclusion esetén, annak köszönhetően, hogy a talajjal közösen és nem önmagában viseli a terhet, adódhat úgy, hogy a kihasználtság 1 feletti számra adódik. A kapott eredményeket ennek megfelelően az „n” javulási tényező függvényében ábrázolva a következő eredményt adja.



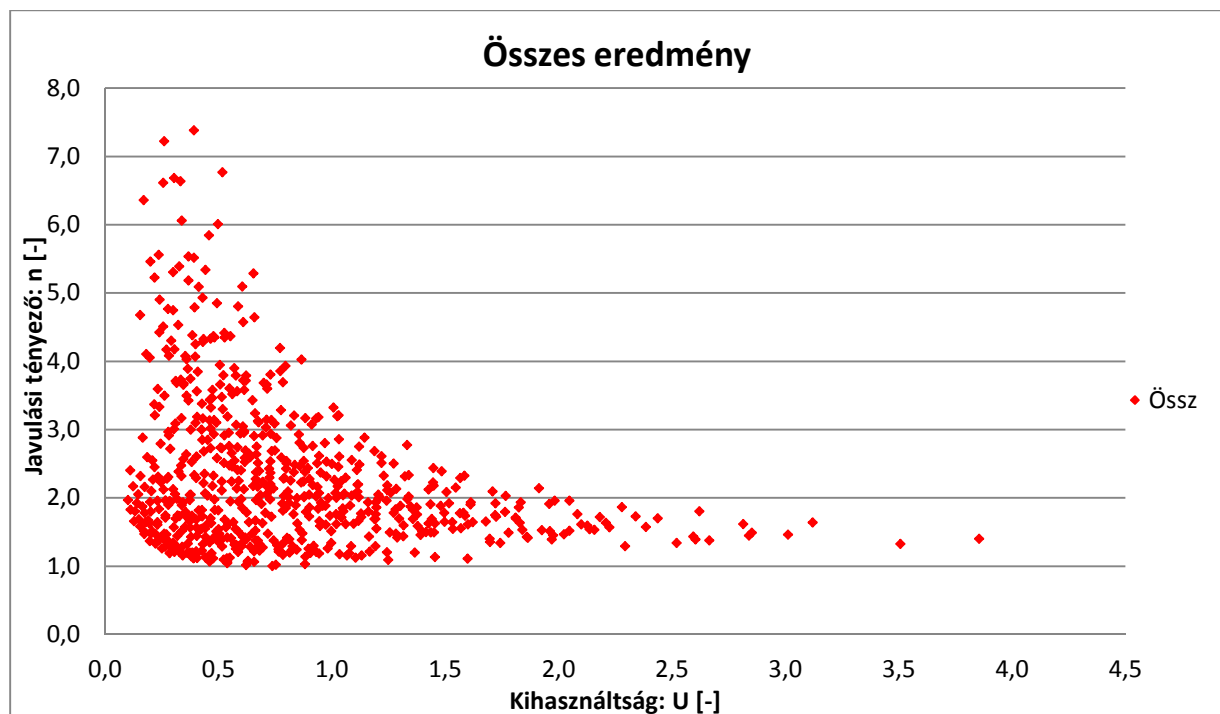
27. ábra Javulási tényező kihasználtság szerinti ábrázolása 6, 8 és 10m-es cölöphossz esetén

A diagram előnye, hogy ahogy a fentebb ismertetet képletekből látható volt, megannyi paramétert magába foglal. Az összterhelés magába foglalja a raszterávolságot és a teherszintet, ami az elsődleges cél volt, valamint az ágyazat súlya is, habár a viselkedés leírása szempontjából nem elsődleges prioritású szempont, de szerepel. Az ellenállás pedig tartalmazza ugyanúgy a cölöpátmérőt, illetve cölöphosszúságot.

Ha az ágyazatvastagságok szerint szeparálva szemléltetjük az eredményeket egy talajtípus esetén, könnyen belátható, hogy nem csak a 27. ábra esetében, hanem általánosan is az eredmények hiperbolikus alakban jelentkeznek. Ezt egy hatványos trendvonallal lehet közelíteni.



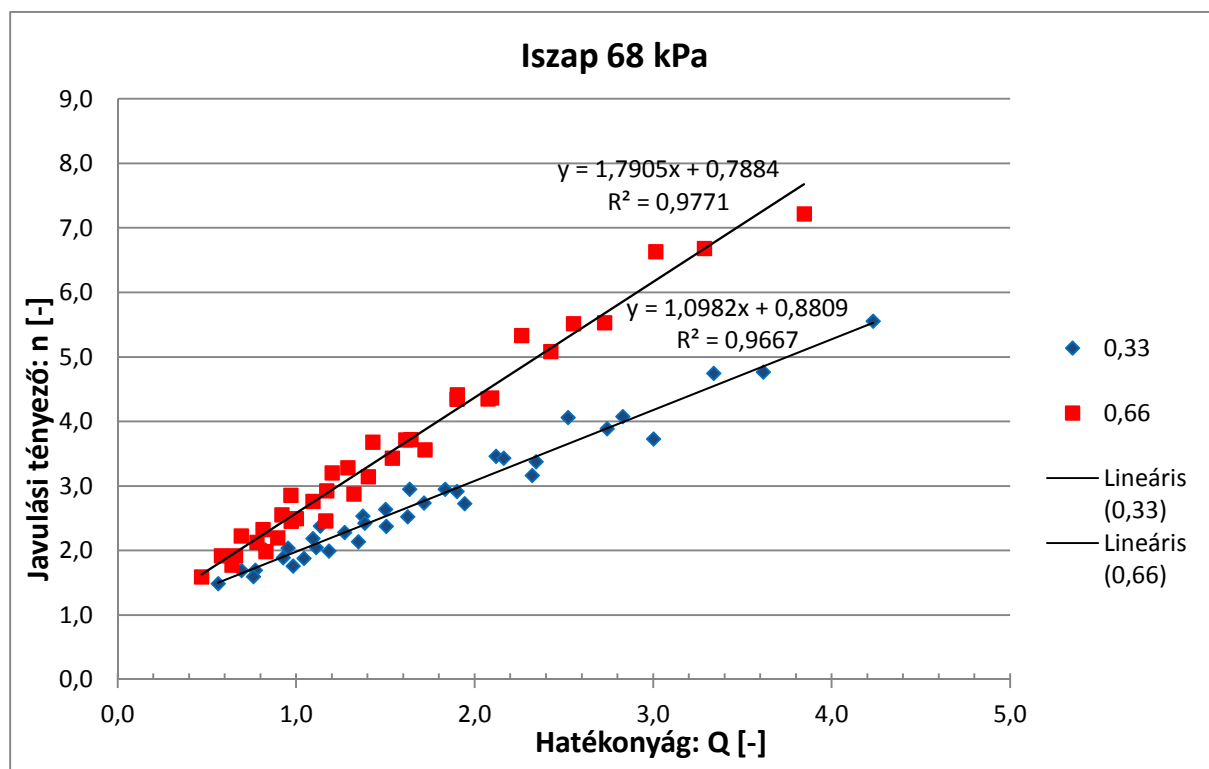
28. ábra Javulási tényezők kihasznátság függvényében való ábrázolása agyag esetén



29. ábra Parabola sereg szemléltetése

Az összes futtatást figyelembe véve pedig egy parabolasereget kapunk (29. ábra). Tehát kijelenthető, hogy a kihasználtság és a javulási tényező egymással minden esetben hiperbolikus viszonyba vannak. Ez egyfelől jó hír, hiszen ez egy fix tendenciára utal, másrészt pedig kevésbé jó hír, hiszen egy hiperbola viselkedését nehéz praktikusán, könnyen kezelhetően leírni. Viszont elemi számtanból tudni való, hogy a hiperbola alapvetően egy „1/x” függvény. Ha ennek vesszük a reciprokát, egy „x” függvényt kapunk, ami meg egy egyenes, mely számomra a legkedvezőbb esetet jelenti.

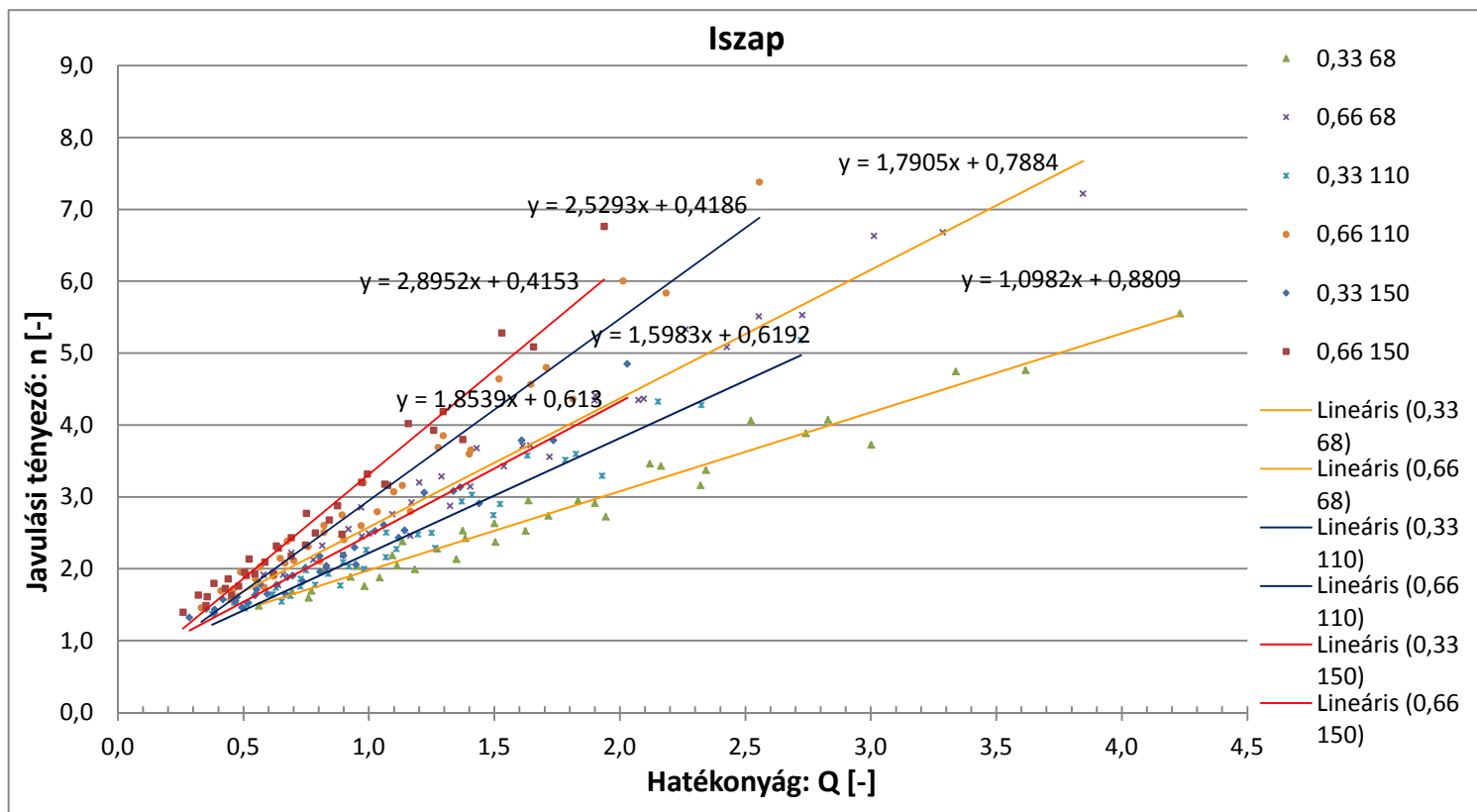
Ennek okán a javulási tényezőt nem a kihasználtság, hanem az úgynevezett „Q” hatékonysággal állítottam szembe, mely ez esetben az alábbi alakot ölti:



30. ábra Javulási tényezők a hatékonyság függvényében iszap esetén

Jól kivehető, hogy egy adott talajtípus esetén az eredmények két egyenesbe állnak be az ágyzatvastagság vastagsága szerint, melyeket így módon jellemezni lehet egy-egy egyenlettel. A grafikon mindemellett a geometriai paramétereket és a teherszintet is figyelembe veszi. Az összefüggés leírására úgy döntöttem ezt a grafikontípust használok fel, hisz az ágyzatvastagság hatása egy komplex mechanikai folyamat az átboltozódás jelenségéből adódóan, ami egy ilyen függvénybe való beintegrálását rendkívül körülményessé teszi.

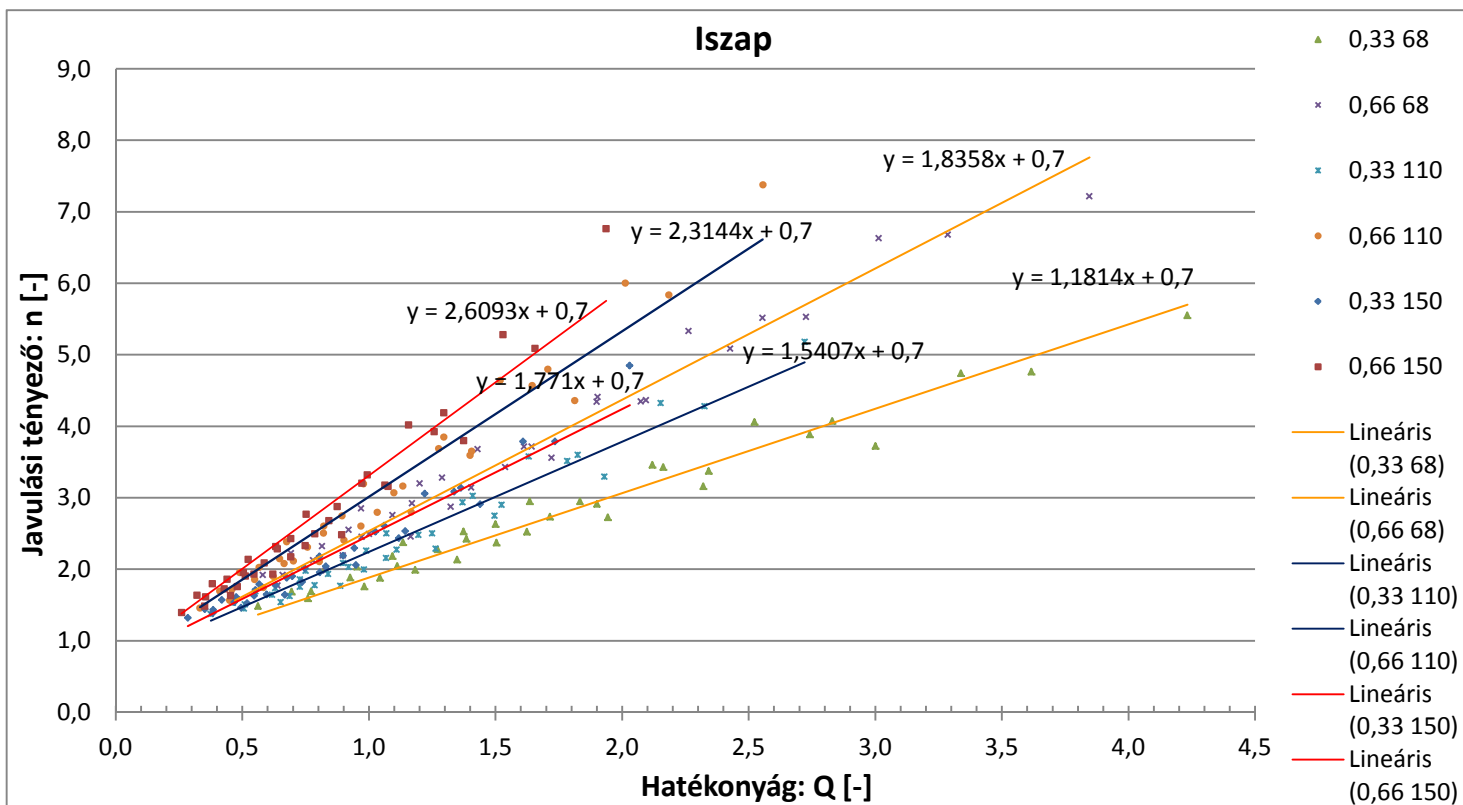
Ha összegezzük a három teherszintet egy ábrán, a következő grafikont kapjuk:



31. ábra Javulási tényező hatékonyság függvényében, mindhárom teherszintre

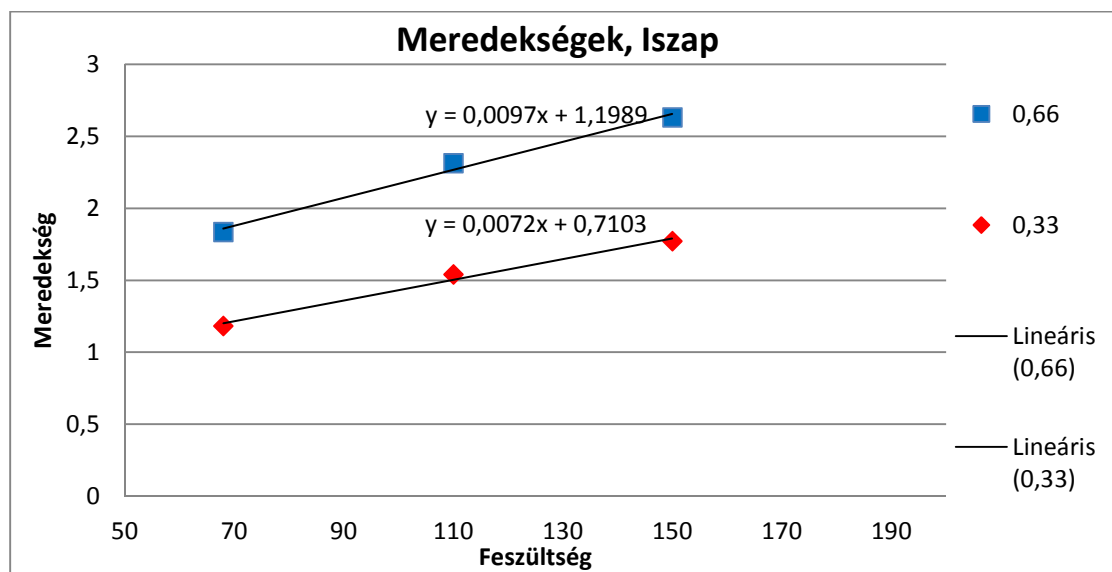
Tehát megvannak az egyenesek, azokhoz már trendvonal segítségével megtudtam határozni a hozzájuk tartozó egyenes egyenletét. Hogy az összefüggés konzekvens legyen, ezen egyenletek között meg kellett találnom az összefüggést. Az egyenes egyenletek két konstans tartalmaznak. Egy szorzó tényezőt és egy plusz értéket. Egyik érték sem tendencia szerint változik első ránézésre, mely azt tette szükségessé, hogy lehetőség szerint az egyiket lefixáljam. Ez természetesen nem lehetett a szorzótényező, hiszen az adja meg a függvény meredekségét, tehát az összeadandó tagra esett a választás, mely azt adja meg, hogy az „Y” tengelyen hol fusson be az egyenes. A logika azt diktálná, hogy ezt az értéket 1-re vegyem fel, hisz az adja meg azt az esetet, amikor egyáltalán nem használunk rigid inclusiont, tehát a javulási tényező 1 értéket vesz fel. Ám a számítások azt mutatják, hogy várhatóan „n” már előbb eléri az 1-et, mely azt jelenti, hogy példának okáért 4 méteres rászter, 5 méter hosszú és 0,3 méter átmérőjű cölöp mellett, tehát abszolút szélsőséges esetben, a talajjavító eljárás hatása oly mértékben insignifikánsá válik, hogy gyakorlatilag eme javulási tényező 1-re adódik. A konstans így 0,7-re választottam meg, mely ahogy említettem azt jelenti, hogy az egyenes az „Y” tengelyen érkezik be ide.

Ez a lépés a második tagot egy fix értéként való definiálása útján lehetővé tette, hogy a szorzótényezők változását kelljen csak vizsgálnom, mely az egyenes meredekségét adja ki. Ez már egy kezelhető eset, ráadásul kevésbé módosítja az egyeneseket, ahogy a 30. ábrán is látni lehet.



32. ábra Grafikon változása fix 0,7-es értékű eltolás mellett

Az elképzelésem az volt, hogy kiválasztok egy referencia egyenest, (TDK munkásságom keretein belül praktikusán ez a legkisebb 68 kPa-hoz tartozó egyenes) és ennek a meredekségbeli változására próbálom összefüggést találni. Ezt egy másik egyenes egyenlet leírásával gondoltam megtenni, mely eme meredekségek változásának összefüggését adja. Az alábbi ábrán a meredekség szorzótényezőket gyűjtöttem ki és feszültség függvényében ábrázoltam. Ez két egyenest adott ki, külön-külön a két ágyazatra.



33. ábra Meredekségek változását leíró egyenesek különböző ágyazatvastagságok esetén

Ezt felhasználva, már az összefüggés bázisa megalkotható volt. Iszap esetén a referencia egyenes egyenlete, ahogy a 30. ábra is mutatja a következő: $y=1,1814x+0,7$, mely a kiindulási pontom volt. Ez 68 kPa teherszinthez tartozik, 0,33(s-d) ágyazatvastagság esetén. Ha a teherszint nő, a meredekség a 31. ábrán látható egyenes egyenlet szerint változik. Az abban lévő összeadandó tagot nem szükséges figyelembe venni, hisz az a függvény szempontjából egy eltolás, az egyenes jellegén nem változtat, csak, hogy hova fut be az „Y” tengelyen, mely értéket a referencia egyenes meredekségének értéke tartalmazza. Jelen esetben egyelőre még a teherszint függvényében csak 0,33(s-d)-s egyenesbe akartam összefüggést találni, ami azt jelenti, hogy ez az összeadandó tag végig azonos értéken marad a teher változása alatt, ezért az nem változik, ténylegesen nincs befolyása a meredekség leírásának változására az én szempontomból.

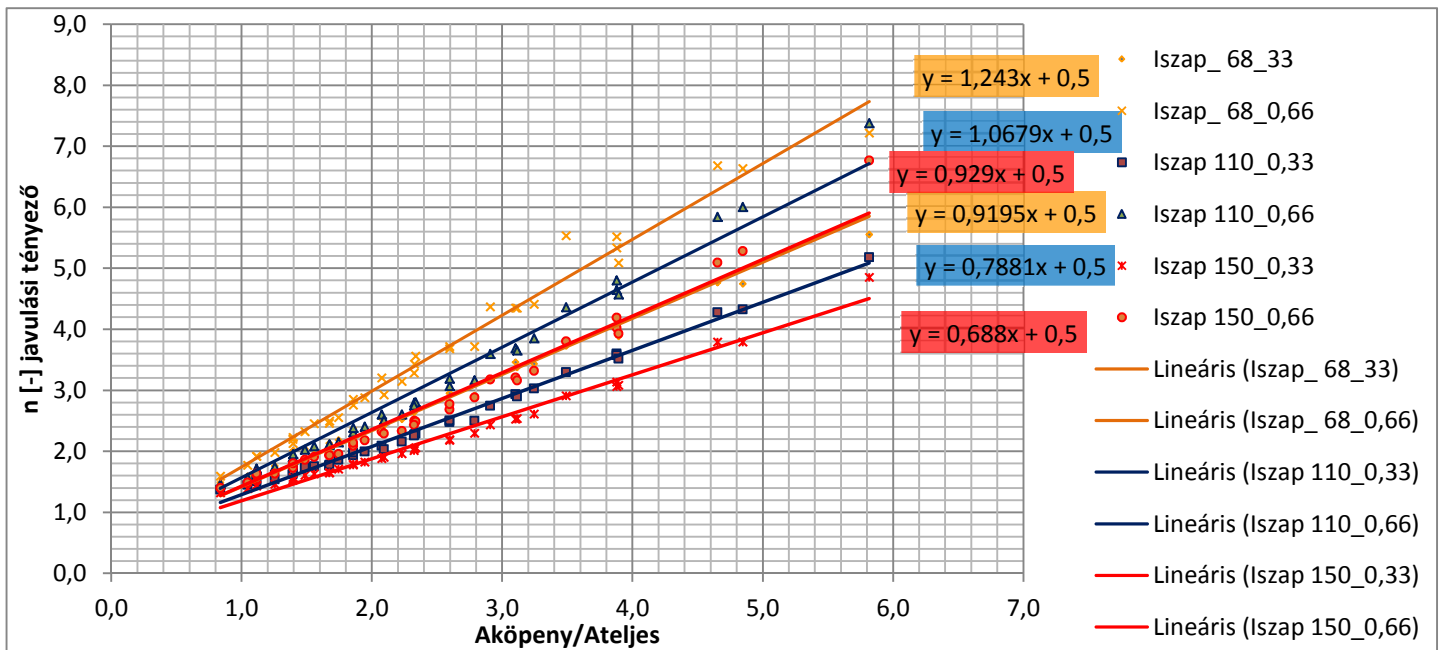
Ennek megfelelően a meredekségen jelen példában iszap esetén ($m=1,814$) a 31. ábrán látható $0,0072x$ szerint változik a kiindulási értékhez képest. Eme grafikonban pedig az „x” a referencia teherszint és a vizsgált teherszint differenciája, azaz ΔP . Ha ezt az összefüggést behelyettesítjük a kezdeti referenciaegyenletbe, a következőt kapjuk:

$$y = (0.0072 \cdot \Delta P + 1.1814)x + 0.7$$

Mely egyenlet megadja egy adott talajtípus szerint adott ágyazatvastagság mellett „y” azaz „n” javulási tényező értékét a cölöpátmérő, rasztertávolság, cölöphossz és teherszint függvényében.

A hiányzó tényező az ágyazatvastagság hatását figyelembe vevő tag. Mivel ahogy fentebb említettem, ezt nem tudtam beintegrálni a grafikonba, ezért ennek kikövetkeztetésére egy más irányelvet kellett vegyek, szintén egyenesek viselkedésének következtetéséből. Ezen egyeneseket nem a hatékonyságot ábrázoló grafikonból vettem, úgy véltem konkrétan a teherátadás ezen folyamatát konzekvensebben leírja a javulási tényező köpenyfelület függvényében való ábrázolása. Ebben az esetben előny, hogy a teherszintet nem foglalja magába az „x” változó, hisz nem befolyásolja így a meredekséget a 0 és 1 közé eső hatékonyságok. Maga a köpenyfelület/ raszterterület függvény esetén pedig megfigyelhető, hogy mennyivel hatékonyabb ugyanazon terhelési felületet alkalmazva a rendszer figyelembe véve a javítandó terület változását (mely a súrlódási kúpok miatt fontos), ha ily módon (ágyazat vastagításával) a teherátadás mechanizmusa hatékonyabb.

A szóban forgó egyeneseket a 32. ábrán látható módon ábrázoltam, szintén az összeadandó tagot egységesre véve:



34. ábra Egyenes egyenletek javulási tényező köpenyfelület/raszterterület függvényében

Ezek után az egyes teher szintenként vettem a meredekségek hányadosát az ágyzatvastagságok között, melyek átlaga adta ki a viselkedést leíró tényezőt. Ez iszap esetén 1,352 értéket adta, ahogy az 5. táblázat is mutatja. Ez a szám az egész meredekségre kiható mennyiség, mely alatt az összes zárójelen belüli tagot értem, azaz egy szorzó tényező lesz azon kívül. Iszap esetén ez a következő összefüggést eredményezi:

$$n = (0.0072 \cdot \Delta P + 1.1814) X \cdot 1.35 + 0.7$$

5. táblázat meredekségek és hányadosaik ágyzatvastagság függvényében

m[0,66;0,33]	m[0,66]/m[0,33]
1,243	1,351
0,9195	
1,0679	1,355
0,7881	
0,929	1,350
0,688	
Átlag:	1,352

Ugyanezen alapon agyag esetén 1,28, míg homoknál 1,22 értékeket kapunk ezzel a módszerrel. Ezeket az értékeket természetesen ellenőriztem, hogy helytállnak-e a feltételezésnek, ám ez az eredmények bemutatásánál lesz látható.

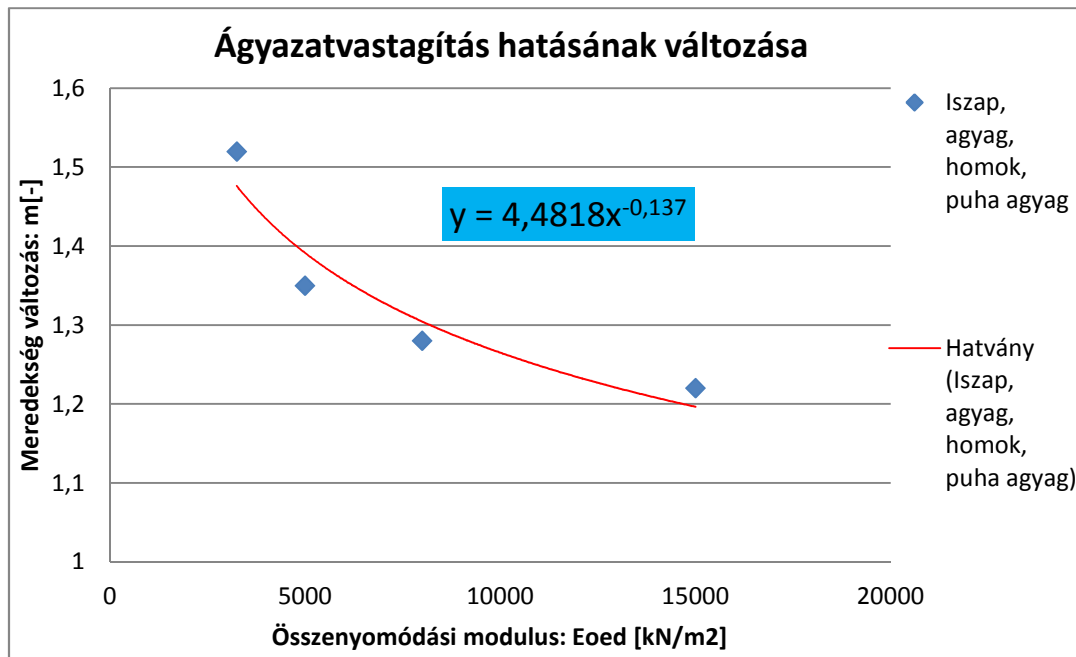
Mivel ez három eltérő szám, ez önmagában még nem kielégítő eredmény. Az ágyzatvastagságon belül létrejövő átboltozódás egy igen bonyolult teherátadási

mechanizmust eredményez, mely sok tényezőtől függ, kezdve az ágyazat talajparaméterein át, a cölöp és az altalaj tulajdonságain keresztül. Ennek teljesrétű vizsgálatára további munkásságaim során fog sor kerülni. Első lépésben azonban a talaj összenyomódási modulusával gondoltam összefüggésbe hozni az ágyazat vastagításának hatását, hiszen ahogy az irodalmi áttekintésben említettem, minél merevebb a talaj, annál kevésbé veszi igénybe a rigid inclusiont, a merev erősítő betét annál kisebb hatékonysággal dolgozik. Ennek alapján ismét grafikonban gondoltam vizsgálni a mereedség változásokat E_{oed} -vel szembeállítva. Ehhez azonban, hogy egy fokkal megbízhatóbb eredményre jussak egy új talajtípust vizsgáltam, mely egy puha agyag volt. A paramétereit az alábbi táblázat foglalja össze:

6. táblázat Puha agyag paramétereinek ismertetése

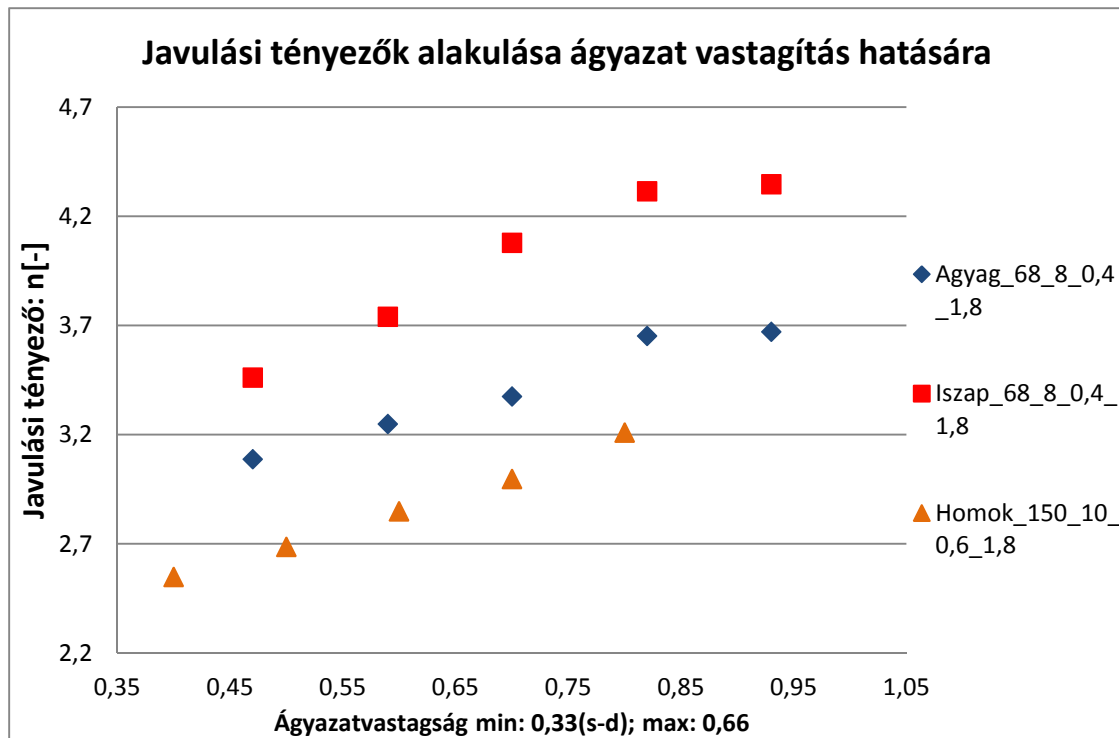
Talajréteg	Agyag
Talajmodell	HS small
Nedves térfogatsúly, γ_{unsat} [kN/m ³]	19,00
Telített térfogatsúly, γ_{sat} [kN/m ³]	19,00
Drénezett triaxiális vizsgálat húr modulusa, E_{50}^{ref} [kN/m ²]	3250
Összenyomódási modulus, E_{oed}^{ref} [kN/m ²]	3250
Tehermentesítés, újraterhelés húr modulusa, E_{ur}^{ref}	9750
Hatványkitevő, m [-]	0,8
Kohézió, c [kPa]	10
Belső súrlódási szög [°]	24
Dilatációs szög [°]	0,0
Nyírási alakváltozás, ahol $G=0,722 G_0$ [-]	$0,7 \cdot 10^{-4}$
Kis alakváltozási tartományban jellemző nyírási modulus, G_0^{ref} [kPa]	31200
Törési kritérium	Mohr-Coulomb
Nyugalmi földnyomás tényezője, K_0 [-]	0,593
Előterheltségi viszonzszám, OCR [-]	1,00
Előterheltség, POP [-]	0,00

Jól látható, hogy ez a legpuhább, legkedvezőtlenebb tulajdonságokkal bíró talaj a társai közül. Segítségével az alábbi grafikont kaptam:



35. ábra Összefüggés ágyzat vastagítását figyelembe vevő tagra

Természetesen négy pont ábrázolása útján korántsem lehet biztosra mondani, hogy az összefüggés megállja a helyét, ennek tényleges igazolására további talajtípusok vizsgálata lesz szükséges, ám egy exponenciális jelleg kirajzolódni látszik a pontok között. Ezt egy hatványfüggvény írja le a legkedvezőbben, mely kapcsolatot teremt az altalaj viszonya és az ágyzat vastagításából származó előnyök mértékére. A függvény 0,33(s-d) és 0,66(s-d) ágyzatvastagság között definiál összefüggést, melyek között további vizsgálataim azt mutatták, hogy közel lineáris viszony van.



36. ábra Javulási tényezők alakulása ágyazat vastagítás hatására

Az ábra megmutatja, hogy az ágyazatvastagítás hatására a javulási tényező lineárisan nő, ám ez egyenes még 0,66(s-d) előtt közel eléri maximális értékét agyag és iszap esetén. Ennek oka, hogy az Asiri [1] által adott ajánlás a geometriai paramétereket veszi alapul, ám valamelyest a talaj tulajdonságainak függvényében a kritikus magasság ettől eltérő lehet. Azonban a biztonság javára közelítünk, ha eme kritikus magasság értékét (tehát ahol a súrlódási kúpok összemetsződnek) 0,66(s-d)-ben definiáljuk. Ebből az következik, hogy a 35. ábrán bemutatott tényezőt ha előállítjuk, tudni fogjuk a 0,66(s-d) esetén fennálló szorzó tényezőt (mely a javulási tényező kritikus magasságú ágyazat esetén növekményt írja le). Szintén tudjuk, hogy 0,33(s-d) esetén e szorzó tényező értéke 1 lesz (hisz ez a referencia vastagság), a kettő közötti értékeket pedig egy egyszerű interpolációval meg lehet határozni a tendencia lineáris mivoltából adódóan, így egyéb ágyazatvastagságok esetén is megkaphatjuk a javulási tényezőket. A 35. és 36. ábra tanulságait összegezve, az ágyazatvastagság okozta javulást kifejező „M” szorzótényező az alábbi módon számolható:

$$M = 1 + \frac{(h - h_{0,33}) \left(4.48 E_{oed}^{-0.137} - 1 \right)}{h_{0,66} - h_{0,33}}$$

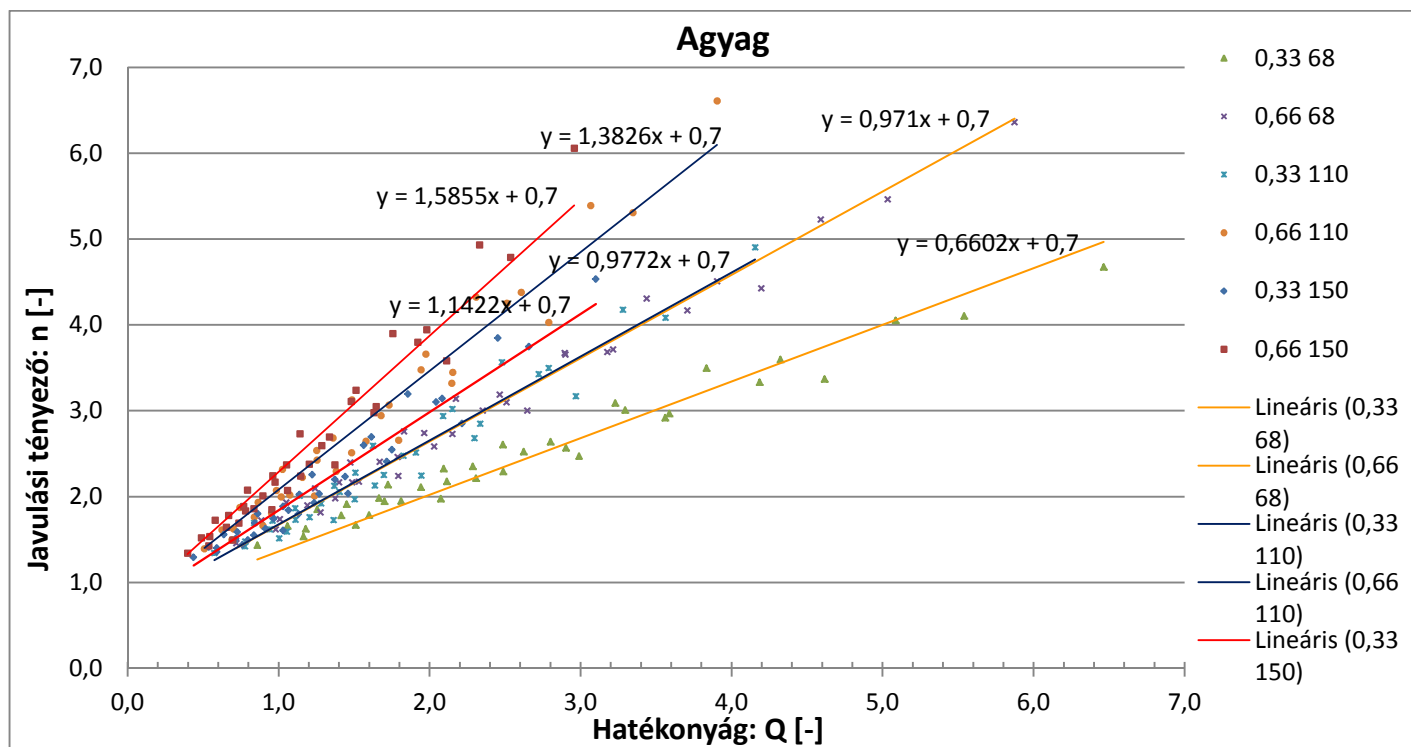
Ahol:

- h: alkalmazott ágyazatvastagság
- $h_{0,33}$ ágyazatvastagság 0,33(s-d) esetén

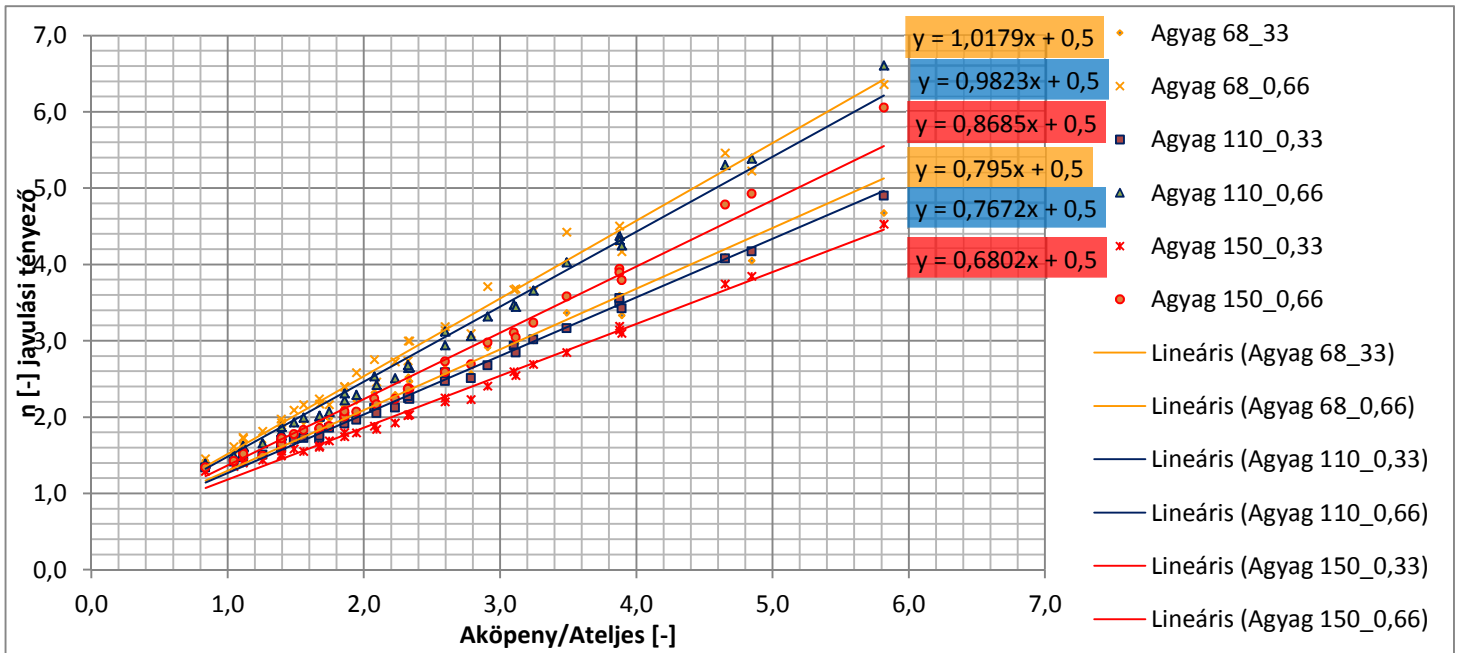
- $h_{0,66}$ ágyazatvastagság 0,66(s-d) esetén
- E_{oed} talaj összenyomódási modulusa

Megjegyezném, hogy ezen feltevések tényleges igazolásához több futtatás lesz szükséges a jövőben, ám TDK dolgozatom keretén belül erre már nem került sor.

Az iszap esetén végrehajtott eljárást, mely egy alap összefüggést eredményezett a talajtípusra, agyagra, homokra és puha agyagra is egyaránt elvégeztem:



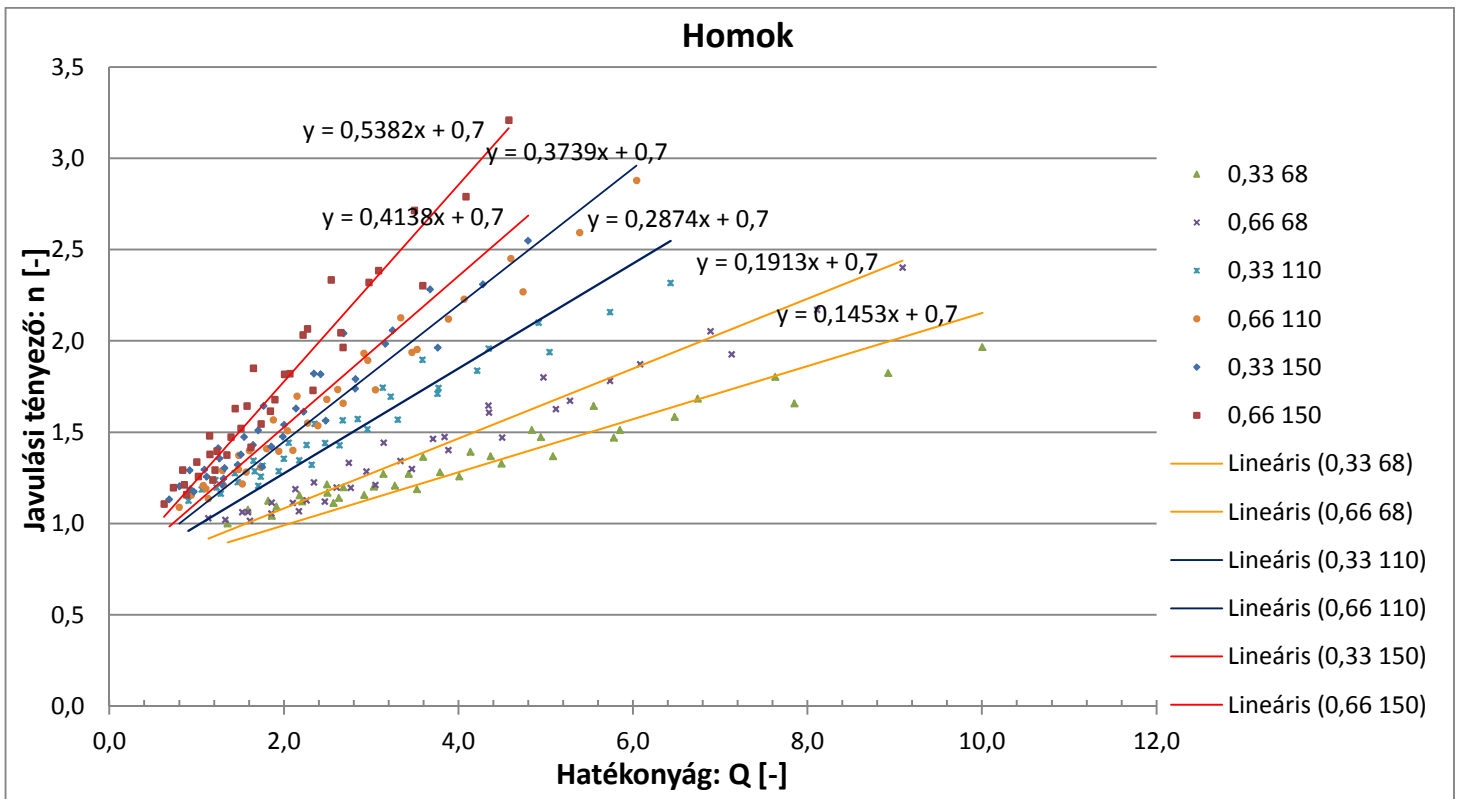
37. ábra Javulási tényező hatékonyág függvényében, mindhárom teherszintre agyag esetén



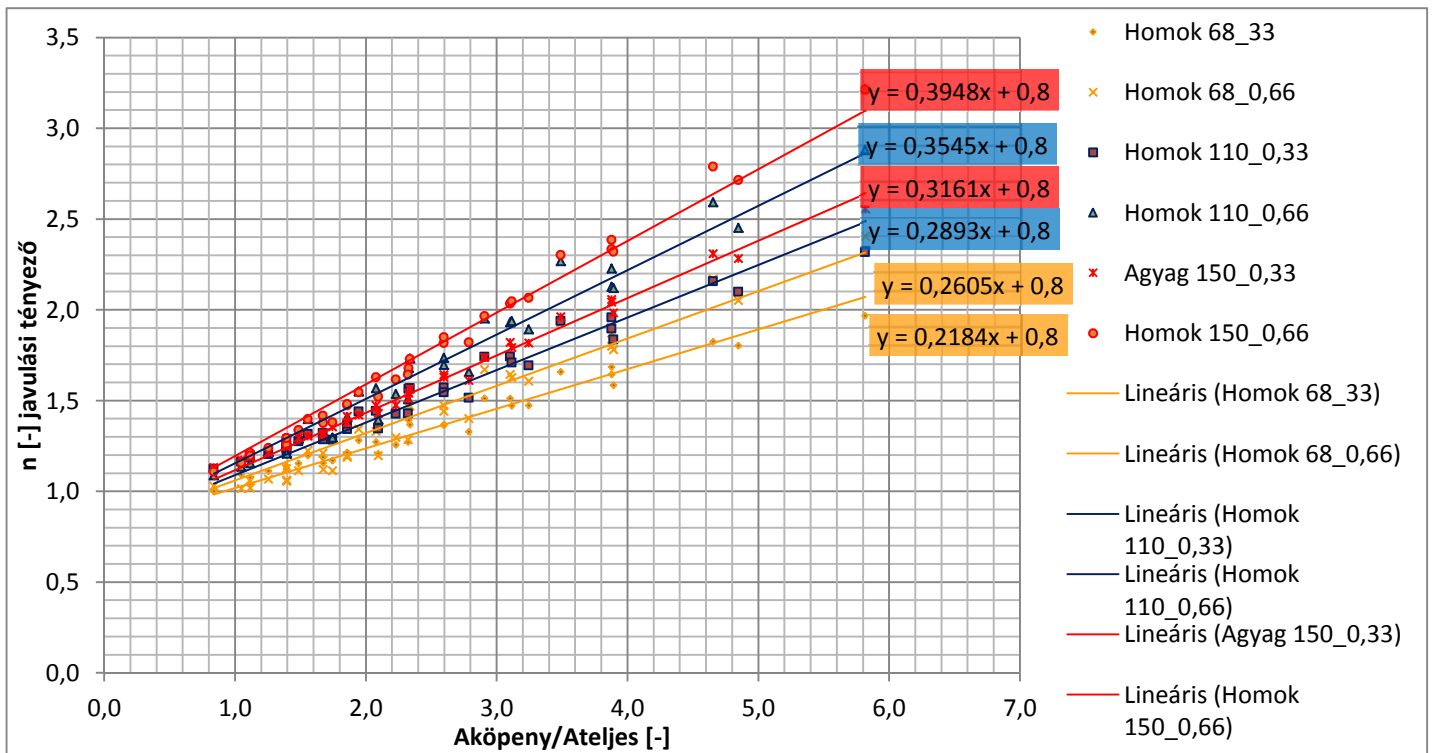
38. ábra Egyenes egyenletek javulási tényező köpenyfelület/raszterterület függvényében agyag esetén

Agyag esetén az összefüggés a következő képet adja, 066(s-d) ágyazatvastagság mellett:

$$n = (0.0059 \Delta P + 0.6602) X \cdot 1.28 + 0.7$$



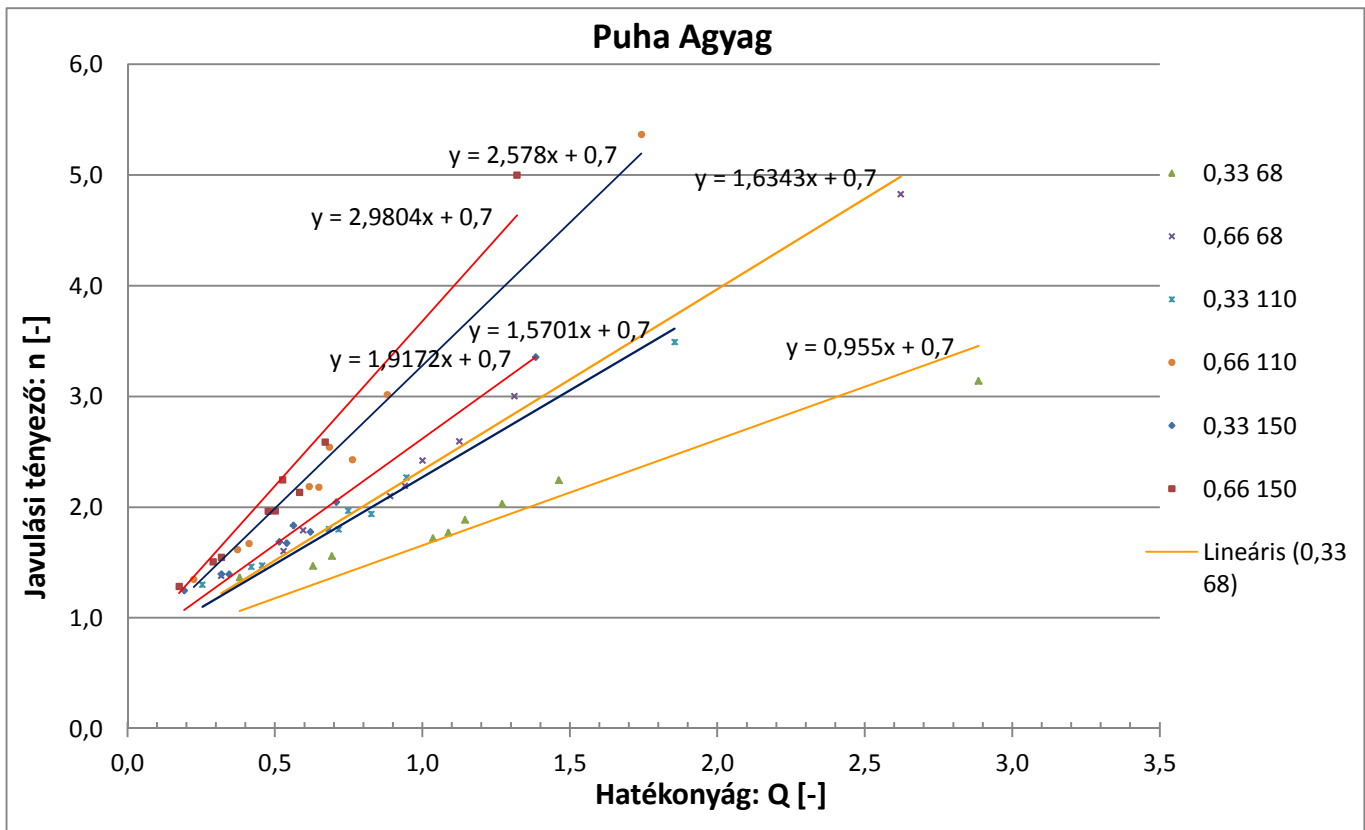
39. ábra Javulási tényező hatékonyság függvényében, mindhárom teherszintre homok esetén



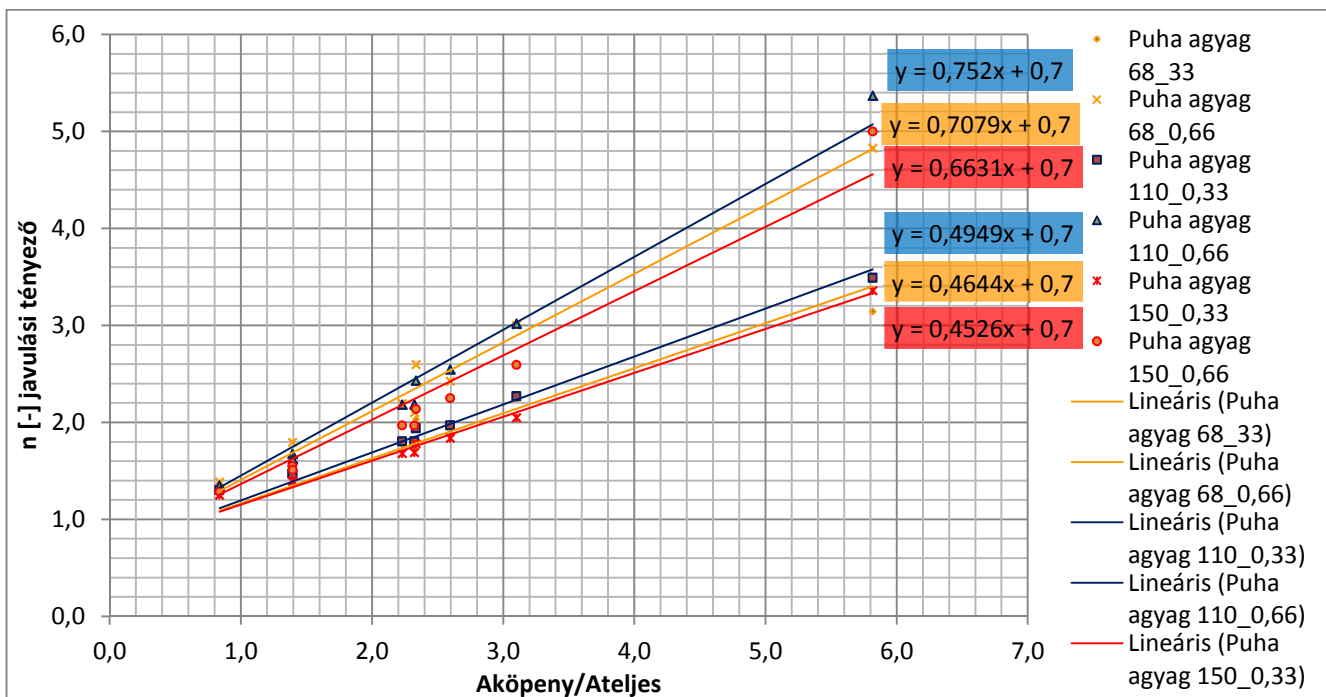
40. ábra Egyenes egyenletek javulási tényező köpenyfelület/raszterterület függvényében homok esetén

Homok esetén az összefüggés a következő képet adja, 066(s-d) ágyazatvastagság mellett:

$$n = (0.0033\Delta P + 0.1453) \times 1.22 + 0.7$$



41. ábra Javulási tényező hatékonyság függvényében, mindhárom teher szintre puha agyag esetén



42. ábra Egyenes egyenletek javulási tényező köpenyfelület/raszerterület függvényében puha agyag esetén

Puha agyag esetén az összefüggés a következő képet adja, 066(s-d) ágyazatvastagság mellett:

$$n = (0.0118 \cdot \Delta P + 0.955)x \cdot 1.52 + 0.7$$

4.3 A tényleges összefüggés megfogalmazása

Minden fentebb elhangzott állítást figyelembe véve az alábbi általános egyenlet fogalmazható meg:

$$n = (C1 \cdot \Delta P + C2) Q \cdot M + 0.7$$

Ahol:

- ❖ ΔP : a terhek közti differenciál a vizsgált állapot és a 68 kPa-os referenciateher

$$\text{között } \Delta P = q - 68 \text{ [kPa]}$$

$$Q = \frac{q_s \cdot D \cdot \pi \cdot L + q_b \cdot \frac{D^2 \cdot \pi}{4}}{E}$$

- ❖ Q : a merev erősítő betét kihasználtsága:

Ahol:

- $q_s; q_b$: CPT szondából meghatározott fajlagos köpeny, illetve talp menti ellenállás [kPa]
- D : cölöpátmérő [m]
- L : cölöphossz [m]
- E : cölöpre jutó raszter egyenletesen megoszló terhelése, az ágyazat súlyát figyelembe véve [kN]

- ❖ M : ágyazat javító hatását figyelembe vevő tényező:

$$M = 1 + \frac{(h - h_{0.33}) \left(4.48 E_{oed}^{-0.137} - 1 \right)}{h_{0.66} - h_{0.33}}$$

Ahol:

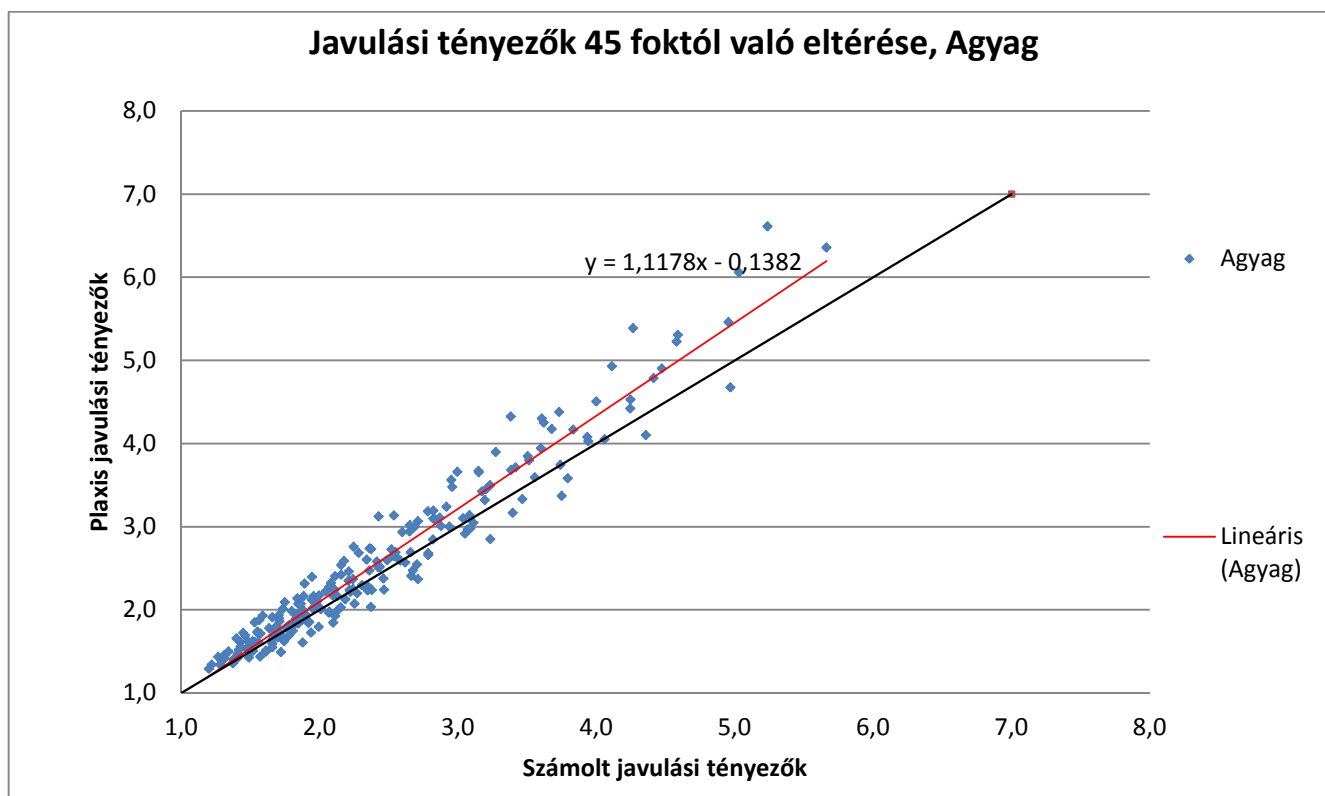
- h : alkalmazott ágyazatvastagság
- $h_{0.33}$ ágyazatvastagság 0,33(s-d) esetén
- $h_{0.66}$ ágyazatvastagság 0,66(s-d) esetén
- E_{oed} talaj összenyomódási modulusa
- ❖ $C1; C2$: talajtípustól függő paraméterek, melyek előállítására későbbi kutatómunkáim alatt kerül sor.

E két konstans meghatározása azért is nehéz feladat, hiszen ezek értéke részben egymástól is függ, melyek ugyanakkor rengeteg talajparaméter függvénye szintűgy. A

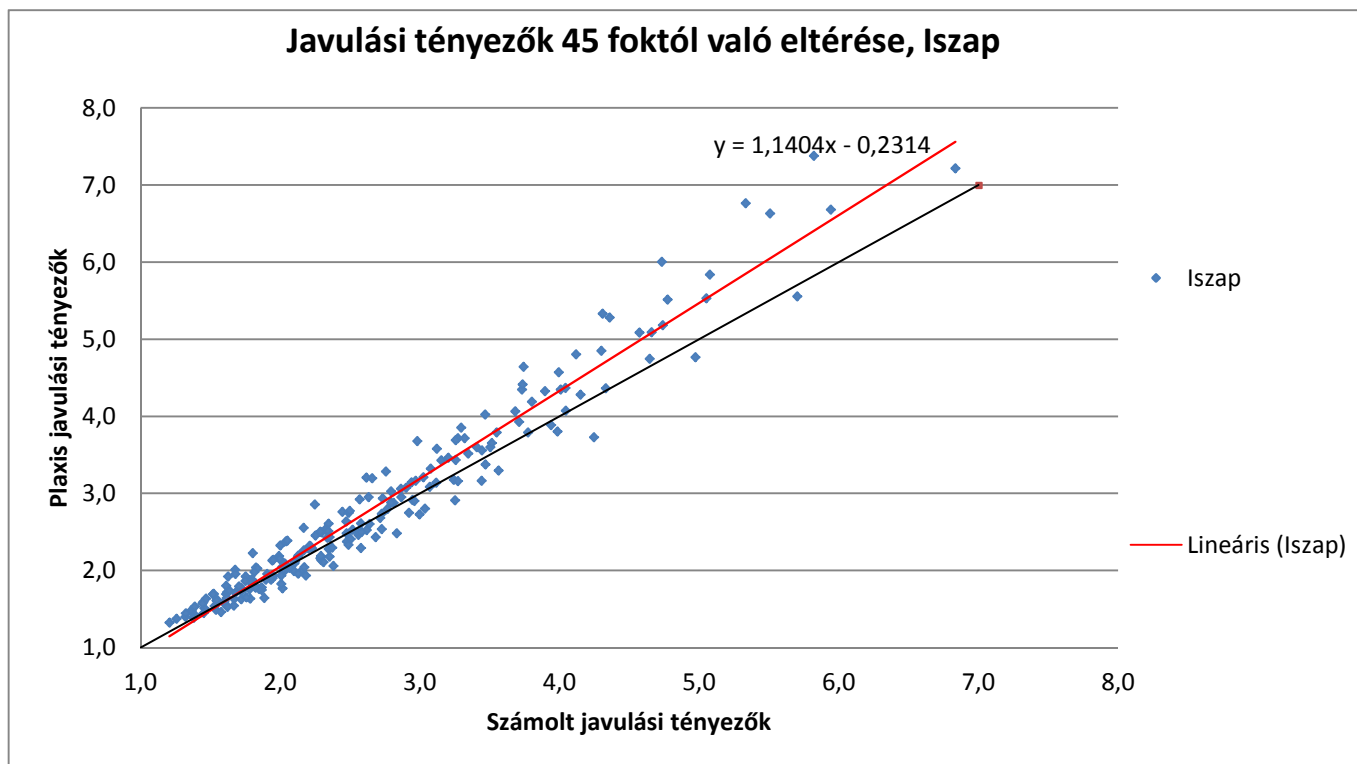
jövőben első lépésben egy érzékenységvizsgálattal fogom megpróbálni felmérni, hogy az alkalmazott HS Small talajmodellen belül a süllyedések szempontjából releváns paraméterek milyen mértékű befolyást gyakorolnak a konstansok egyes értékeire.

4.4 Az összefüggés pontossága

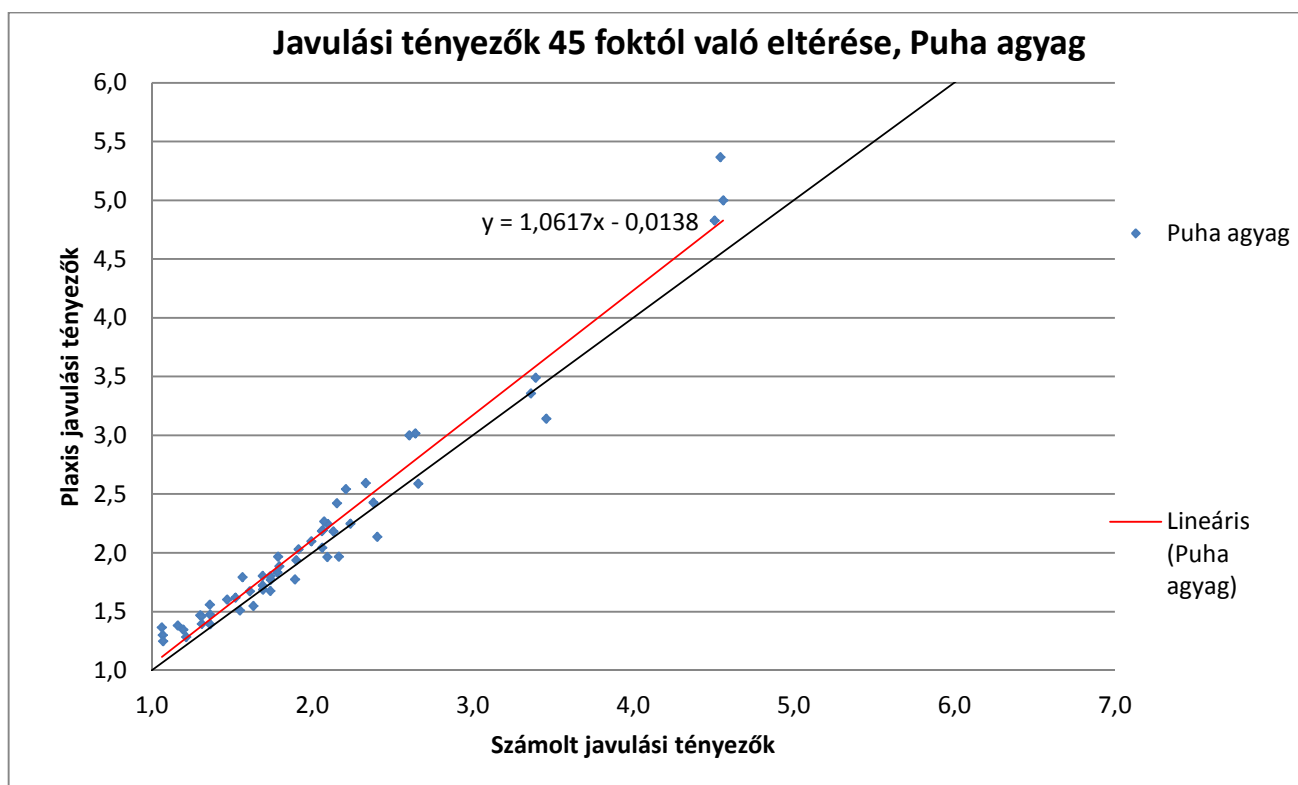
Az összefüggés alapján kiszámoltam az összes futtatásra a javulási tényezőt, így egy keletkezett egy számolt „n” javulási tényezőm, valamint egy tényleges, végeselemes modellből kinyert „n” javulási tényezőm. Ha egy grafikonban egyiket „x” másikat „y” tengelyen tüntetjük fel, egy 45 fokos egyenest kapunk ideális esetben, mely azt jelentené, hogy a számolt és a tényleges javulási tényező teljes mértékben megfelelnek egymásnak. Ettől valamivel eltérőbb eredményeket kaptam, melyek talajtípusonként a következő képet adják:



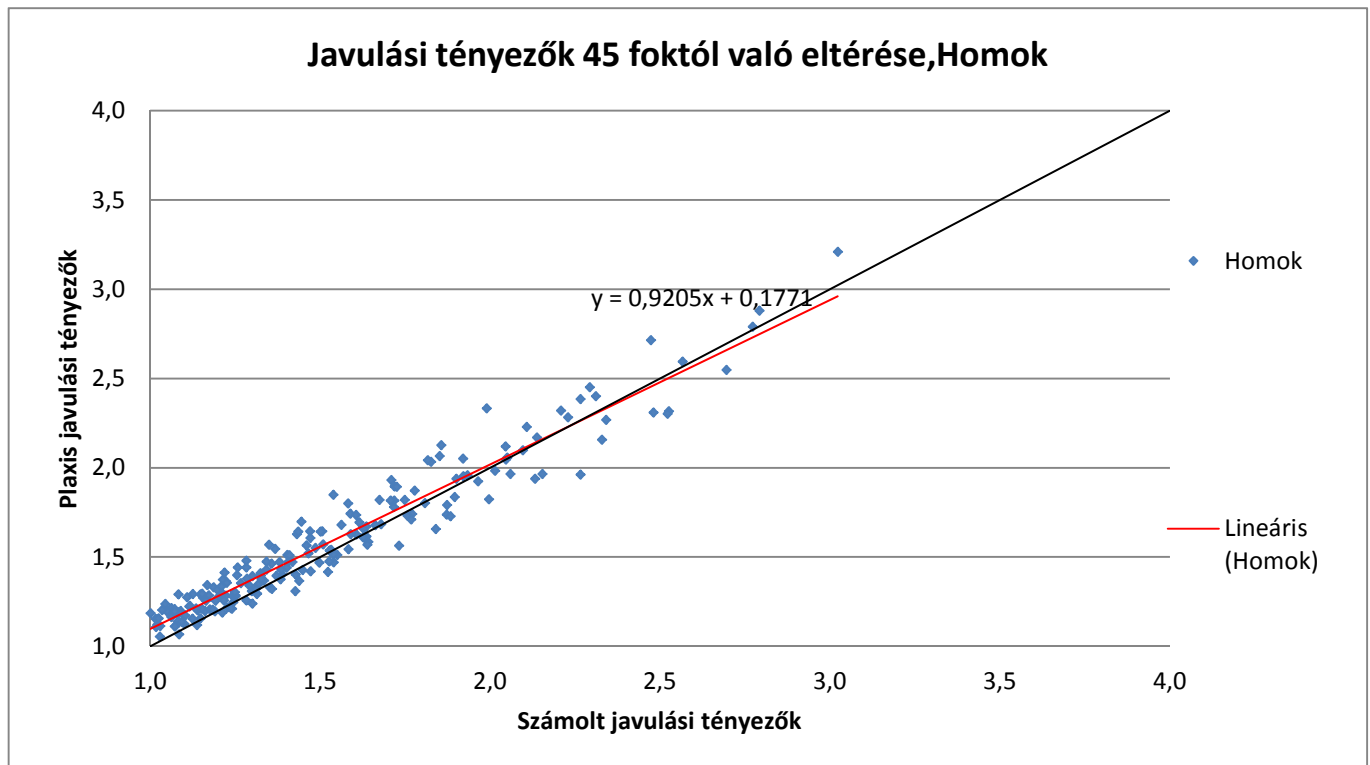
43. ábra Javulási tényezők 45 foktól való eltérése, Agyag esetén



44. ábra Javulási tényezők 45 foktól való eltérése, iszap esetén



45. ábra Javulási tényezők 45 foktól való eltérése, Puha agyag esetén



46. ábra Javulási tényezők 45 foktól való eltérése, laza homok esetén

Az eredmények szemléltetése alapján elmondható, hogy kézi számításhoz elegendően pontos végeredményt kapunk, főleg laza homok, illetve puha agyag esetén. Ezek esetében a pontok trendvonala is majdnem megegyezik a 45 fokos egyenessel.

Az összefüggés főleg a nagy javulási tényezők tartományában válik pontatlanabbá, tehát a nagyon kedvező rendszerparaméterek mellett, egyes teherszinteken (pl. 1,8m-es rászter 10m-es cölöphossz, 0,6m-es cölöpátmérő, 0,66(s-d) vastagságú ágyazat). Ennek oka abban lehet fel, hogy mikor a javulási tényezőt a hatékonyság függvényébe ábrázolva trendvonalakat definiáltam, ezen egyenesek néha alá lőnek a tényleges értékeknek ezekben a tartományokban (pl. 37. ábra). A referenciaegyenes alapján viszont ettől függetlenül ezen egyeneseket állítom elő. Ez azonban egy elfogadható hibahatáron belüli eredményt ad.

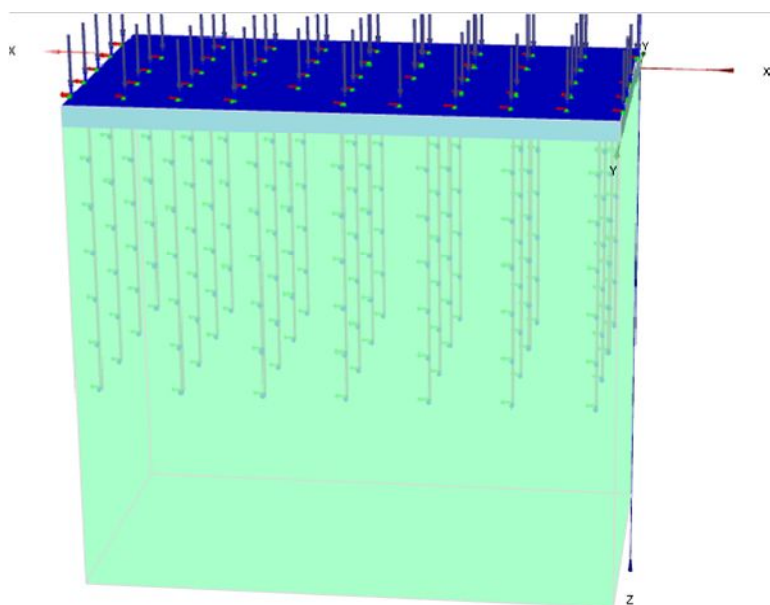
5. Alkalmazhatóság

TDK dolgozatomat a fentebb látható összefüggés gyakorlati alkalmazásával zárnám, hisz így bizonyosodhatunk meg róla, hogy a képletnek van e gyakorlati haszna. Ehhez a diplomamunkám során is felhasznált Apollo projektet vettem elő, kis mértékben átdolgozva, leegyszerűsítve.

A célom az volt, hogy a projektet 3D-s végeelemes programban felépítve, megvizsgálom az ott keletkező elmozdulásokat, mind cölöp nélküli és cölöpöt tartalmazó esetet figyelembe véve. Ezzel párhuzamosan klasszikus kézi számítással szintén meghatározom a süllyedéseket cölöp nélküli esetben, majd az „n” javulási tényezővel felszorozott rugalmassági modulusú általajban, majd az eredményeket összevetem.

Modell bemutatása, 3D-s számítási eredmények

A 3D-s modell egy „x” irányban 15,6m, míg „y” irányban 8,6m hosszú lemezt foglal magába, melyre az eredeti esetben ható polclábterhek helyett, azzal egyenértékű nagyságú megoszló terhelést működtettem. Ennek értéke $71,8 \text{ kN/m}^2$ -re adódott. A cölöpök a szóban forgó projektben 8m mélységig futottak, 0,4m átmérő mellett, $2,4 \times 2,4\text{m}$ -es raszterkiosztásban. Szintén egyszerűsítés a valós modellel ellentétben, hogy jelen esetben egy homogén agyagréteget definiáltam, így kihagyva egy alsóbb természetes agyagréteget. Az ágyazat vastagsága 0,6m volt továbbá. A modell, valamint az alaplemez paramétereit alább láthatók.



47. ábra Apollo projekt 3D-s végeelemes modellje kisebb módosításokkal

7. táblázat Lemezalap bemenő paraméterei

Anyag	Lemez
Vastagság, d [m]	0,4
Térfogatsúly, γ , [kN/m ³]	25
Rugalmassági modulus, E [kPa]	15 000 000
Poisson tényező, ν [-]	0,25
Nyírási modulus, G [kPa]	6 000 000

A számítást lefuttatva rigid inclusion nélküli esetben 36,25 mm-es süllyedések adódtak, melyek a talajjavító eljárás bevezetése után 16,01 mm-re csökkent.

Kézi számítás

A kézi számítások során egy klasszikus eljárást alkalmaztam, melynek első lépése a Kany-féle táblázat útján (40. ábra), az úgynevezett karakterisztikus pont alatti feszültség meghatározása, hiszen ennek, és az altalaj merevségének függvénye a süllyedés. A Kany-féle táblázat ugyanakkor a határmélységről is pontos képet ad, mely meghatározza, hogy a terhelésnek milyen mélységig van a talajra számottevő befolyása. Ezen értékeket a B/L, tehát a lemez szélességének, illetve hosszúságának arányából lehet megkapni, mely az én esetemben 0,55-re adódott.

z/B	B/L					
	0 (sávalap)	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0 (négyzetes pontalap)
0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.05	0.990	0.990	0.989	0.988	0.985	0.981
0.10	0.945	0.944	0.941	0.932	0.918	0.898
0.20	0.826	0.824	0.804	0.770	0.731	0.694
0.30	0.739	0.730	0.689	0.637	0.593	0.557
0.40	0.677	0.660	0.601	0.544	0.502	0.470
0.50	0.630	0.603	0.532	0.477	0.438	0.409
0.60	0.590	0.553	0.477	0.425	0.389	0.362
0.80	0.524	0.469	0.392	0.348	0.316	0.289
1.00	0.467	0.399	0.329	0.290	0.260	0.234
1.50	0.360	0.278	0.226	0.193	0.166	0.144
2.00	0.288	0.206	0.163	0.134	0.111	0.094
3.00	0.203	0.128	0.095	0.072	0.057	0.047
4.00	0.155	0.088	0.060	0.044	0.034	0.028
5.00	0.125	0.065	0.041	0.029	0.023	0.018
6.00	0.113	0.056	0.035	0.024	0.020	0.015
7.00	0.100	0.047	0.029	0.020	0.016	0.013
8.00	0.088	0.039	0.023	0.016	0.013	0.010
9.00	0.075	0.030	0.017	0.012	0.009	0.008
10.00	0.063	0.021	0.011	0.008	0.006	0.005
12.00	0.056	0.018	0.009	0.006	0.005	0.004
14.00	0.050	0.015	0.007	0.005	0.004	0.003
16.00	0.044	0.012	0.006	0.004	0.003	0.002
18.00	0.038	0.009	0.004	0.003	0.002	0.001
20.00	0.032	0.006	0.003	0.002	0.001	0.001

48. ábra Kany féle táblázat: Danka József, Móczár Balázs Síkalapok tervezése gyakorlati segédlet

A lemezalap alatti feszültségek alakulását lamellánként a határmélységig az alábbi számítás foglalja magába, magát a lemezalap súlyát is figyelembe véve.

A lemezalap alatt keletkező feszültségek								
B =	8,60	m	B/L =	0,55	* = 0 kPa	p =	79,6	kPa
Réteghatár	Résréteghatár	z [m]	z/B	z/p	σ_z (süllytőbb)			
Ágyazat	1	0,2	0,02	0,995	79,22			
	2	0,4	0,05	0,988	78,64			
	3	0,6	0,07	0,966	76,86			
Agyag	4	0,8	0,09	0,945	75,22			
	5	1	0,12	0,904	71,93			
	6	1,2	0,14	0,872	69,43			
	7	1,3	0,15	0,857	68,18			
	8	1,40	0,16	0,841	66,93			
	9	1,6	0,19	0,794	63,18			
	10	1,8	0,21	0,765	60,91			
	11	2	0,23	0,740	58,87			
	12	2,2	0,26	0,701	55,82			
	13	2,4	0,28	0,676	53,78			
	14	2,6	0,30	0,650	51,74			
	15	2,8	0,33	0,623	49,59			
	16	3	0,35	0,605	48,16			
	17	3,2	0,37	0,587	46,73			
	18	3,4	0,40	0,560	44,58			
	19	3,6	0,42	0,546	43,45			
	20	3,8	0,44	0,532	42,32			
	21	4	0,47	0,510	40,62			
	22	4,4	0,51	0,484	38,49			
	23	4,8	0,56	0,456	36,27			
	24	5,2	0,60	0,435	34,63			
	25	5,6	0,65	0,416	33,11			
	26	6	0,70	0,397	31,60			
	27	6,4	0,74	0,382	30,39			

$$s = \frac{1}{E_s} \int_a^f \sigma_z dz = \frac{\sigma_{zat} \cdot h}{E_s}$$

A süllyedéseket ezen információ birtokában pedig a képletből kaptam, mely lamellákra összegezve adta ki a teljes süllyedést.

Ahol:

- ❖ s: süllyedés nagysága
- ❖ E_s : talaj összenyomódási modulusa
- ❖ σ_z : alapozás alatt keletkező függőleges feszültségek
- ❖ h: lamellam magassága

A számítás részletei alább láthatók, melynek rigid inclusion használata nélküli esetben a 3D-s vizsgálattal közel azonos 36,45mm lett a végeredménye.

Lemez süllyedése				
Részréteghatárok	Rétegvastagság	$\sigma_{gi} + \sigma_{zi}$	Es	s_i
	h_i [m]	[kPa]	[kPa]	[mm]
1	0,2	79,22	50000	0,3169
2	0,2	78,64	50000	0,3146
3	0,2	76,86	50000	0,3074
4	0,2	75,22	8000	1,8806
5	0,2	71,93	8000	1,7982
6	0,2	69,43	8000	1,7357
7	0,2	68,18	8000	1,7044
8	0,2	66,93	8000	1,6732
9	0,2	63,18	8000	1,5795
10	0,2	60,91	8000	1,5227
11	0,2	58,87	8000	1,4718
12	0,2	55,82	8000	1,3954
13	0,2	53,78	8000	1,3444
14	0,2	51,74	8000	1,2935
15	0,2	49,59	8000	1,2398
16	0,2	48,16	8000	1,2040
17	0,2	46,73	8000	1,1681
18	0,2	44,58	8000	1,1144
19	0,2	43,45	8000	1,0861
20	0,2	42,32	8000	1,0579
21	0,2	40,62	8000	1,0155
22	0,4	38,49	8000	1,9247
23	0,4	36,27	8000	1,8133
24	0,4	34,63	8000	1,7313
25	0,4	33,11	8000	1,6557
26	0,4	31,60	8000	1,5801
27	0,4	30,39	8000	1,5196

Teljes süllyedés sávalap esetén: 36,4487 mm

Ezt követte az adott rendszerparaméterek esetén a fentebb definiált összefüggésből az „n” javulási tényező számítása, tehát a következő módon:

$$n = (0.0059\Delta P + 0.6602Q + 0.7$$

Mivel a projektben használt 0,6m-es ágyazatvastagság a 0,33(s-d) magasságtól 6cm-re marad el, így attól a tagtól eltekintettem, mely a biztonság javára történő hanyagolás. $\Delta P=11,6$, hiszen a referencia 68kPa-hoz képest ekkora az eltérés. „Q” hatékonyság pedig 2,4x2,4m-es raszter, 8m hosszú és 0,4m átmérőjű cölöp, a 79,6kPa nagyságú terhelés és az agyaghoz tartozó q_s illetve q_b értékekből 1,53-ra adódik.

Tehát a számolt javulási tényező:

$$\bar{n} = (0.0059 \cdot 11.6 + 0.6602)1.53 + 0.7 = 1.81$$

A kézi számítás során a gyenge altalaj, tehát az agyag esetén ezzel az értékkel szoroztam meg az összenyomódási modulus értékét. Ennek eredményeképp 20,55mm süllyedés jött ki eredményként.

Lemez süllyedése javulási tényezővel				
Részréteghatárok	Rétegvastagság	$\sigma_{gi} + \sigma_{zi}$	Es	s_i
	h_i [m]	[kPa]	[kPa]	[mm]
1	0,2	79,22	50000	0,3169
2	0,2	78,64	50000	0,3146
3	0,2	76,86	50000	0,3074
4	0,2	75,22	14480	1,0390
5	0,2	71,93	14480	0,9935
6	0,2	69,43	14480	0,9589
7	0,2	68,18	14480	0,9417
8	0,2	66,93	14480	0,9244
9	0,2	63,18	14480	0,8726
10	0,2	60,91	14480	0,8413
11	0,2	58,87	14480	0,8132
12	0,2	55,82	14480	0,7709
13	0,2	53,78	14480	0,7428
14	0,2	51,74	14480	0,7146
15	0,2	49,59	14480	0,6850
16	0,2	48,16	14480	0,6652
17	0,2	46,73	14480	0,6454
18	0,2	44,58	14480	0,6157
19	0,2	43,45	14480	0,6001
20	0,2	42,32	14480	0,5845
21	0,2	40,62	14480	0,5610
22	0,4	38,49	14480	1,0634
23	0,4	36,27	14480	1,0018
24	0,4	34,63	14480	0,9565
25	0,4	33,11	14480	0,9147
26	0,4	31,60	14480	0,8730
27	0,4	30,39	14480	0,8395

Teljes süllyedés sávalap esetén: 20,5575 mm

Ez 4,54mm-es eltérést jelent a Plaxisban mértékhez képest, viszont nem volt szükség a szoftver használatára, egy kézzel igen rövid idő alatt előállítható eredményt kaptunk, mely előzetes számításhoz vagy tervezéshez egyaránt felhasználható.

Az alkalmazhatóság eredményeit összefoglaló rövid táblázat alább látható:

8. táblázat Alkalmazhatóság süllyedés eredményeit összefoglaló táblázat

	Plaxis 3D	Kézi számítás
Cölöp nélkül	36,25mm	36,45mm
Cölöppel	16,01mm	20,55mm

6. Összefoglalás

TDK dolgozatom célja egy összefüggés fellelése volt, mely lehetővé teszi a merev erősítő betétek talajjavító hatásának kézi számítását. Ehhez a diplomamunkám során végzett több mint 600 futtatás és az ezekből levont következtetések adták a kiindulási támpontot.

Ezen futtatásokat és ismereteket új lehetséges bemenő paraméterekkel bővítve először egy, a rendszert leginkább jellemző grafikont igyekeztem megalkotni. A megoldást végső soron a javulási tényező cölöp hatékonyság függvényében való ábrázolása jelentette, melyekből trendvonalak segítségével következtettem talajtípuson belül a változás jellegére. Ily módon referencia egyenesek útján megalkottam egy kezdeti összefüggést, mely magába foglalta a teherszintet, valamint a merev erősítő betét geometriai tulajdonságait, az arra jutó raszterterülettel együtt.

Az ágyazatvastagság hatását talajtípusonként sikerült megbízható módon számszerűsíteni. Ám az összefüggés, mely talajtípusok között leírja ezen paraméter változását, több mérést igényel, hogy annak megbízhatósága teljes mértékű legyen.

Az így kapott összefüggés a következő alakot ölti:

$$n = (C1 \cdot \Delta P + C2)Q \cdot M + 0.7$$

Ahol:

- ❖ ΔP : a terhek közti differenciál a vizsgált állapot és a 68 kPa-os referenciateher között
- ❖ Q: a merev erősítő betét kihasználtsága
- ❖ M: ágyazat javító hatását figyelembe vevő tényező
- ❖ C1;C2: talajtípustól függő paraméterek

A C1, C2 talajtípustól függő paraméterekre még nem sikerült összefüggést találnom, ez későbbi kutatómunkám témája lesz. Ám egyes talajtípusokra az egyenletek a következőek:

Agyag:

$$n = (0.0059 \cdot \Delta P + 0.6602) \cdot 1.28 + 0.7$$

Puha agyag:

$$n = (0.0118 \cdot \Delta P + 0.955) \cdot 1.52 + 0.7$$

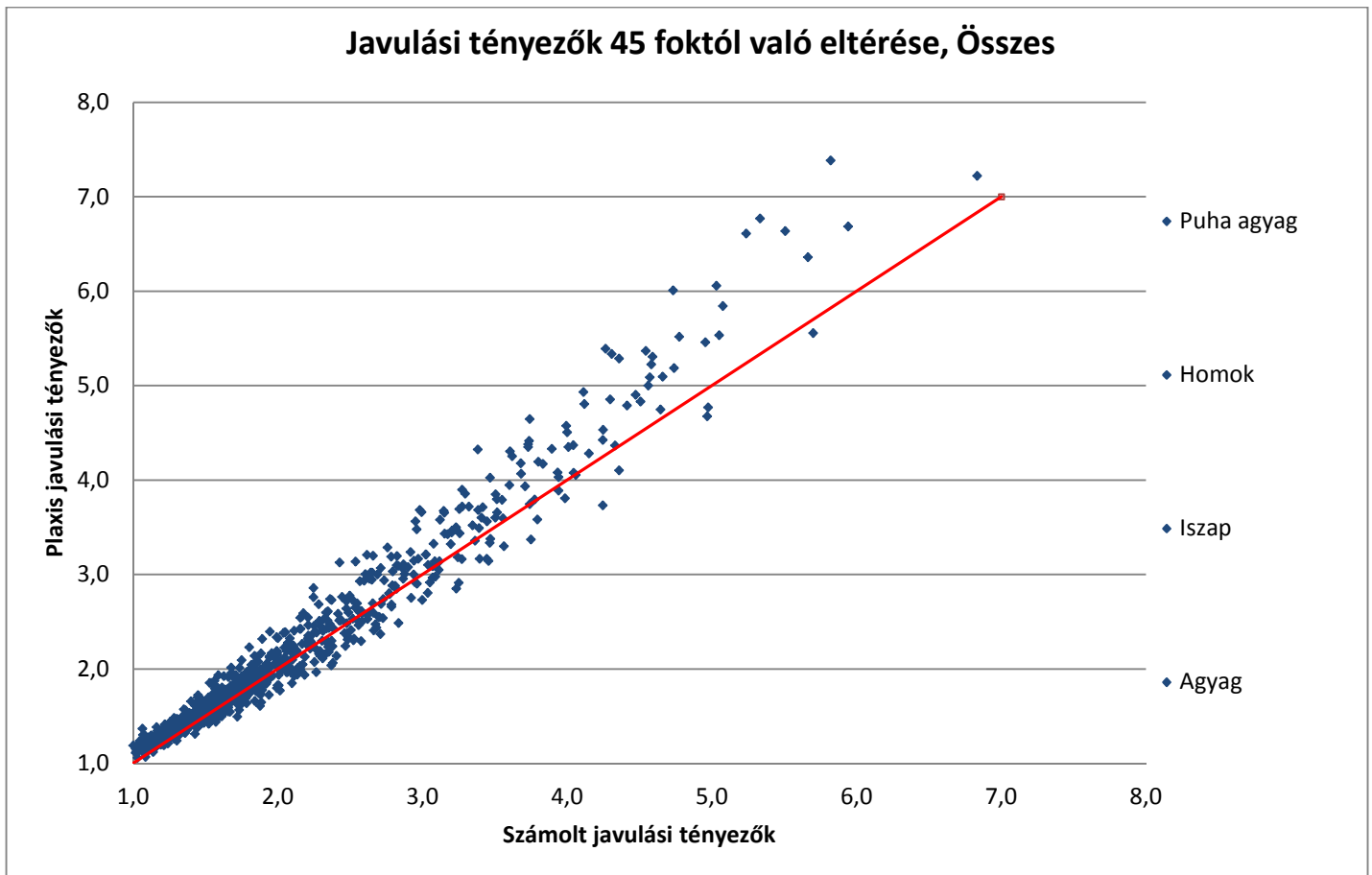
Iszap:

$$\bar{n} = (0.0072 \cdot \Delta P + 1.1814) \times 1.35 + 0.7$$

Laza homok:

$$\bar{n} = (0.0033 \cdot \Delta P + 0.1453) \times 1.22 + 0.7$$

Az így számolt összes eredményt a hozzájuk tartozó tényleges javulási tényezővel párosítva a négy talajtípus esetén a következőre adódik:



49. ábra Összes számolt, illetve Plaxis segítségével előállított javulási tényező párok 45 foktól való eltérése

Az összefüggések felhasználásával egy valós esetet, az Apollo projektet dolgoztam fel, a képletet süllyedésszámításra felhasználva. A 3D-s végeleemes vizsgálatok 16,01mm-es süllyedést mutattak ki, melytől a képlet segítségével előállított süllyedés 20,55mm-re adódott, ami 4,54mm-es, tehát 28%-os eltérést jelent.

Ez bizonyította, hogy a rendszer bizonyos hibahatárokon belül működik, segítségével gyorsan, relatíve pontosan 3D-s végeleemes szoftver nélkül megtudható egy rigid inclusionnal erősített talaj süllyedésérzékenysége. Ettől függetlenül még több paraméter is van, mely tisztázatlan maradt, többek között a talajtípus hatása, melynek vizsgálatára a jövőben keríték sort.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni Dr. Mahler Andrásnak a kitartó támogatását és biztatását, hogy e TDK dolgozatot felmutathassam.

Külön köszönöm, hogy feltétel nélkül mindig segített, és még legelfoglaltabb perceiben is szakított rám időt, ha kérdéssel fordultam hozzá.

7.Ábrajegyzék

1. ábra Teherközvetítés hagyományos cölöp, illetve Rigid inclusion esetén. Balfour Beatty: PENCOL Rigid Inclusion	4
2. ábra Rigid inclusion részei. ASIRI National Project	5
3. ábra :Membrán effektus geotextília hatására M. Blanc, G. Rault, L. Thorel: Centrifuge investigation of the load transfer mechanism above rigid inclusions	6
4. ábra Passzív átboltozódás feszültségátrendeződése Hsien-Jen Tien: A Literature Study of the Arching Effect	7
5. ábra átboltozódás hatására kialakuló kúp Ramesh Gangatharan: Comparison between piled embankment and load transfer platform – Rigid inclusion for soft soil.....	8
6. ábra Teherátadás mechanizmusához szolgáló geometria ASIRI National Project.....	9
7. ábra Negatív köpenysúrlódás	11
8. ábra Negatív köpenysúrlódás szemléltetése süllyedések útján, Plaxis végeselemes programmal	12
9. ábra Negatív köpenysúrlódás mobilizációja, a relatív elmozdulás függvényében ASIRI National Project.....	13
10. ábra : Feszültségek változása a cölöptől távolodva a lehúzó effektus figyelembevételével ASIRI National Project	13
11. ábra Sugár irányú ráhatás szemléltetése.....	14
12. ábra Balra: feszültségeloszlás alakulása 2,2m-es raszter esetén; Jobbra: feszültségeloszlás alakulása 3,0m-es raszter esetén	17
13. ábra Javulási tényezők alakulása agyag esetén 110 kPa mellett, talajvíz jelenlétekor és a nélkül.....	19
14. ábra Javulási tényezők alakulása iszap esetén 150 kPa mellett, talajvíz jelenlétekor és a nélkül	20
15. ábra Cölöpben keletkező erőjáték talajvíz meglétele mellett, illetve a nélkül	21
16. ábra Feszültségtenzor szemléltetése Plaxis manuals: Material models.....	22
17. ábra $E_{ref_{oed}}$ szemléltetése feszültség-alakváltozás diagrammon Plaxis Manuals: Material models.....	25
18. ábra Hiperbolikus feszültség-alakváltozás összefüggés drénezett triaxiális kísérlet esetén Plaxis Manuals: Material models	25
19. ábra Talajrétegződés szemléltetése.....	26
20. ábra 0,3m-en felvitt súrlódási erő	27
21. ábra: A kavicscölöp süllyedéscsökkentő hatása Priebe szerint Koch Edina, Scharle Péter, Szepesházi Róbert: Példák és esettanulmányok a mából a kétfokozatú mérnökképzésben hagyományos és újszerű modellezéssel.....	29
22. ábra Javulási tényezők szemléltetése Pribe módszer szerinti ábrázolási módban	30
23. ábra Egy konkrét eset kiragadása Priebe-módszer szerinti ábrázolási módban	30
24. ábra „d” cölöpátmérővel felszorozott ábrázolási mód	31
25. ábra Összes érték agyag esetén	32

26. ábra Javulási tényező köpenyfelület/raszterterület arányában való szemléltetése agyag esetén	34
27. ábra Javulási tényező kihasználtság szerinti ábrázolása 6, 8 és 10m-es cölöphossz esetén.....	35
28. ábra Javulási tényezők kihasználtság függvényében való ábrázolása agyag esetén...	36
29. ábra Parabola sereg szemléltetése	36
30. ábra Javulási tényezők a hatékonyság függvényében iszap esetén.....	37
31. ábra Javulási tényező hatékonyság függvényében, mindhárom teherszintre.....	38
32. ábra Grafikon változása fix 0,7-es értékű eltolás mellett	39
33. ábra Meredekségek változását leíró egyenesek különböző ágyazatvastagságok esetén	39
34. ábra Egyenes egyenletek javulási tényező köpenyfelület/raszterterület függvényében.....	41
35. ábra Összefüggés ágyazat vastagítását figyelembe vevő tagra	43
36. ábra Javulási tényezők alakulása ágyazat vastagítás hatására.....	44
37. ábra Javulási tényező hatékonyság függvényében, mindhárom teherszintre agyag esetén.....	45
38. ábra Egyenes egyenletek javulási tényező köpenyfelület/raszterterület függvényében agyag esetén.....	46
39. ábra Javulási tényező hatékonyság függvényében, mindhárom teherszintre homok esetén.....	46
40. ábra Egyenes egyenletek javulási tényező köpenyfelület/raszterterület függvényében homok esetén	47
41. ábra Javulási tényező hatékonyság függvényében, mindhárom teherszintre puha agyag esetén	48
42. ábra Egyenes egyenletek javulási tényező köpenyfelület/raszterterület függvényében puha agyag esetén.....	48
43. ábra Javulási tényezők 45 foktól való eltérése, Agyag esetén.....	50
44. ábra Javulási tényezők 45 foktól való eltérése, iszap esetén.....	51
45. ábra Javulási tényezők 45 foktól való eltérése, Puha agyag esetén.....	51
46. ábra Javulási tényezők 45 foktól való eltérése, laza homok esetén.....	52
47. ábra Apollo projekt 3D-s végeelemes modellje kisebb módosításokkal	53
48. ábra Kany féle táblázat: Danka József, Móczár Balázs Síkalapok tervezése gyakorlati segédlet.....	54
49. ábra Összes számolt, illetve Plaxis segítségével előállított javulási tényező párok 45 foktól való eltérése.....	60

8.Táblázatjegyzék

1. táblázat Ágyazatvastagságok értékei	26
2. táblázat Alkalmazott cölöpparaméterek	27
3. táblázat Alkalmazott talajparaméterek.....	28
4. táblázat Javulási tényezők alakulása különböző cölöpparaméterek, de azonos köpenyfelületek során	33
5. táblázat meredekségek és hányadosaik ágyazatvastagság függvényében	41
6. táblázat Puha agyag paramétereinek ismertetése	42
7. táblázat Lemezalap bemenő paraméterei.....	54
8. táblázat Alkalmazhatóság eredményeit összefoglaló táblázat.....	58

9. Irodalomjegyzék

[1] ASIRI National Project

[2] Balfour Beatty: PENCOL Rigid Inclusion

<http://www.balfourbeatty.com/media/28608/pencol-rigid-inclusions.pdf>

[3] Siphay Douangvilay PE: Analysis of Rigid inclusion

<http://www.goodengineers.com/invitation/Invitation/seminars/102312.pdf>

[4] M. Blanc, G. Rault, L. Thorel: Centrifuge investigation of the load transfer mechanism above rigid inclusions

[5] Karl Terzhagi: Theoretical Soil Mechanics

<http://www.civil.uwaterloo.ca/maknight/courses/cive554650/lectures/EarthDams/terzaghi-soil%20arching.pdf>

[6] Hsien-Jen Tien: A Literature Study of the Arching Effect

[7] Ramesh Gangatharan: Comparison between piled embankment and load transfer platform – Rigid inclusion for soft soil

https://www.researchgate.net/profile/Ramesh_Gangatharan3/publication/268632244_Comparison_between_piled_embankment_and_load_transfer_platform_-_rigid_inclusion_for_soft_soil/links/5472a5b90cf24bc8ea199eae.pdf

[8]: Plaxis manuals: Scientific

[9] Plaxis manuals: Material models

[10] Koch Edina, Scharle Péter, Szepesházi Róbert: Példák és esettanulmányok a mából a kétfokozatú mérnökképzésben hagyományos és újszerű modellezéssel

http://se.sze.hu/images/ngb_se005_4/Toltesalapozas-esettanulmanyok.pdf 2016.05.09

[11] Danka József, Móczár Balázs: Síkalapok tervezése, gyakorlati segédlet

10. Számítási melléklet

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények							Területek			
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	Ellenállás	Hatékonyság	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}		R	Q				
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]		[m]	[KN]				
R_1,8 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	6	75,40	-0,0092	-0,001155	-0,023310	-0,002914	2,5227	653,5	2,62	2,432	0,13	3,24	2,33
R_2,2 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	6	75,40	-0,0118	-0,001475	-0,022960	-0,002870	1,9458	653,5	1,70	1,823	0,13	4,84	1,56
R_2,6 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	6	75,40	-0,0139	-0,001733	-0,022520	-0,002815	1,6247	653,5	1,18	1,479	0,13	6,76	1,12
R_3,0 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	6	75,40	-0,0155	-0,001931	-0,022170	-0,002771	1,4350	653,5	0,86	1,267	0,13	9	0,84
R_1,8 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	6	75,40	-0,0073	-0,000915	-0,021960	-0,002745	3,0000	653,5	2,35	2,688	0,13	3,24	2,33
R_2,2 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	6	75,40	-0,0097	-0,001217	-0,021080	-0,002635	2,1649	653,5	1,49	1,957	0,13	4,84	1,56
R_2,6 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	6	75,40	-0,0116	-0,001448	-0,020110	-0,002514	1,7360	653,5	1,01	1,552	0,13	6,76	1,12
R_3,0 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	6	75,40	-0,0132	-0,001653	-0,019230	-0,002404	1,4545	653,5	0,72	1,308	0,13	9	0,84
R_1,8 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	6	50,27	-0,0155	-0,001933	-0,042340	-0,005293	2,7387	427,3	1,72	2,727	0,13	3,24	2,33
R_2,2 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	6	50,27	-0,0204	-0,002554	-0,041860	-0,005233	2,0489	427,3	1,11	2,014	0,13	4,84	1,56
R_2,6 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	6	50,27	-0,0243	-0,003036	-0,041160	-0,005145	1,6946	427,3	0,77	1,611	0,13	6,76	1,12
R_3,0 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	6	50,27	-0,0272	-0,003401	-0,040500	-0,005063	1,4884	427,3	0,56	1,364	0,13	9	0,84
R_1,8 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	6	50,27	-0,0117	-0,001466	-0,040240	-0,005030	3,4305	427,3	1,54	3,153	0,13	3,24	2,33
R_2,2 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	6	50,27	-0,0158	-0,001976	-0,038800	-0,004850	2,4541	427,3	0,97	2,251	0,13	4,84	1,56
R_2,6 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	6	50,27	-0,0194	-0,002420	-0,037200	-0,004650	1,9215	427,3	0,66	1,752	0,13	6,76	1,12
R_3,0 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	6	50,27	-0,0224	-0,002794	-0,035610	-0,004451	1,5933	427,3	0,47	1,450	0,13	9	0,84
R_1,8 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	6	87,96	-0,0063	-0,000789	-0,008797	-0,001100	1,3933	1030,4	4,14	1,301	0,13	3,24	2,33
R_2,2 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	6	87,96	-0,0069	-0,000864	-0,008292	-0,001037	1,1993	1030,4	2,68	1,090	0,13	4,84	1,56
R_2,6 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	6	87,96	-0,0071	-0,000882	-0,007353	-0,000919	1,0424	1030,4	1,86	0,970	0,13	6,76	1,12
R_3,0 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	6	87,96	-0,0071	-0,000886	-0,007101	-0,000888	1,0014	1030,4	1,36	0,897	0,13	9	0,84
R_1,8 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	6	87,96	-0,0049	-0,000611	-0,007154	-0,000894	1,4642	1030,4	3,71	1,358	0,13	3,24	2,33
R_2,2 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	6	87,96	-0,0052	-0,000650	-0,006365	-0,000796	1,2245	1030,4	2,34	1,116	0,13	4,84	1,56
R_2,6 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	6	87,96	-0,0054	-0,000673	-0,005713	-0,000714	1,0619	1030,4	1,59	0,982	0,13	6,76	1,12
R_3,0 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	6	87,96	-0,0051	-0,000642	-0,005285	-0,000661	1,0288	1030,4	1,13	0,901	0,13	9	0,84

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények					Területek					
		Átmérő	Hossz	Köpenysűrűlítés	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	Ellenállás	Hatékonyság	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}		R	Q				
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]		[m]	[KN]				
R_1,8 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	6	94,25	-0,0080	-0,001005	-0,023440	-0,002930	2,9158	879,6	3,56	3,051	0,20	3,24	2,91
R_2,2 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	6	94,25	-0,0104	-0,001301	-0,023050	-0,002881	2,2142	879,6	2,31	2,223	0,20	4,84	1,95
R_2,6 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	6	94,25	-0,0127	-0,001586	-0,022650	-0,002831	1,7849	879,6	1,60	1,757	0,20	6,76	1,39
R_3,0 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	6	94,25	-0,0145	-0,001814	-0,022250	-0,002781	1,5334	879,6	1,17	1,470	0,20	9	1,05
R_1,8 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	6	94,25	-0,0060	-0,000747	-0,022180	-0,002773	3,7109	879,6	3,21	3,416	0,20	3,24	2,91
R_2,2 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	6	94,25	-0,0083	-0,001038	-0,021430	-0,002679	2,5819	879,6	2,03	2,415	0,20	4,84	1,95
R_2,6 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	6	94,25	-0,0104	-0,001295	-0,020470	-0,002559	1,9763	879,6	1,38	1,862	0,20	6,76	1,39
R_3,0 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	6	94,25	-0,0121	-0,001510	-0,019510	-0,002439	1,6151	879,6	0,98	1,529	0,20	9	1,05
R_1,8 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	6	62,83	-0,0134	-0,001680	-0,042520	-0,005315	3,1637	573,3	2,32	3,442	0,20	3,24	2,91
R_2,2 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	6	62,83	-0,0177	-0,002209	-0,041970	-0,005246	2,3749	573,3	1,50	2,477	0,20	4,84	1,95
R_2,6 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	6	62,83	-0,0220	-0,002748	-0,041370	-0,005171	1,8822	573,3	1,04	1,932	0,20	6,76	1,39
R_3,0 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	6	62,83	-0,0255	-0,003185	-0,040690	-0,005086	1,5969	573,3	0,76	1,598	0,20	9	1,05
R_1,8 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	6	62,83	-0,0093	-0,001159	-0,040490	-0,005061	4,3679	573,3	2,09	4,041	0,20	3,24	2,91
R_2,2 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	6	62,83	-0,0136	-0,001703	-0,039190	-0,004899	2,8774	573,3	1,32	2,810	0,20	4,84	1,95
R_2,6 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	6	62,83	-0,0171	-0,002142	-0,037640	-0,004705	2,1969	573,3	0,90	2,130	0,20	6,76	1,39
R_3,0 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	6	62,83	-0,0203	-0,002534	-0,035950	-0,004494	1,7736	573,3	0,64	1,719	0,20	9	1,05
R_1,8 D_0,4 H_0,33	homok	0,5	6	109,96	-0,0059	-0,000740	-0,008950	-0,001119	1,5127	1445,1	5,85	1,550	0,20	3,24	2,91
R_2,2 D_0,4 H_0,33	homok	0,5	6	109,96	-0,0066	-0,000820	-0,008406	-0,001051	1,2820	1445,1	3,79	1,251	0,20	4,84	1,95
R_2,6 D_0,4 H_0,33	homok	0,5	6	109,96	-0,0069	-0,000866	-0,007905	-0,000988	1,1405	1445,1	2,63	1,082	0,20	6,76	1,39
R_3,0 D_0,4 H_0,33	homok	0,5	6	109,96	-0,0069	-0,000861	-0,007536	-0,000942	1,0937	1445,1	1,92	0,978	0,20	9	1,05
R_1,8 D_0,4 H_0,66	homok	0,5	6	109,96	-0,0044	-0,000549	-0,007336	-0,000917	1,6715	1445,1	5,28	1,636	0,20	3,24	2,91
R_2,2 D_0,4 H_0,66	homok	0,5	6	109,96	-0,0049	-0,000610	-0,006551	-0,000819	1,3427	1445,1	3,33	1,291	0,20	4,84	1,95
R_2,6 D_0,4 H_0,66	homok	0,5	6	109,96	-0,0052	-0,000648	-0,005836	-0,000730	1,1265	1445,1	2,26	1,101	0,20	6,76	1,39
R_3,0 D_0,4 H_0,66	homok	0,5	6	109,96	-0,0052	-0,000646	-0,005245	-0,000656	1,0155	1445,1	1,61	0,986	0,20	9	1,05

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények							Területek			
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	Ellenállás	Hatékonyság	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}		R	Q				
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]		[m]	[KN]				
R_1,8 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	6	113,10	-0,0070	-0,000874	-0,023550	-0,002944	3,3691	1131,0	4,62	3,748	0,28	3,24	3,49
R_2,2 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	6	113,10	-0,0094	-0,001173	-0,023190	-0,002899	2,4715	1131,0	2,99	2,674	0,28	4,84	2,34
R_2,6 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	6	113,10	-0,0115	-0,001441	-0,022770	-0,002846	1,9748	1131,0	2,07	2,069	0,28	6,76	1,67
R_3,0 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	6	113,10	-0,0134	-0,001675	-0,022360	-0,002795	1,6687	1131,0	1,51	1,697	0,28	9	1,26
R_1,8 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	6	113,10	-0,0051	-0,000633	-0,022380	-0,002798	4,4229	1131,0	4,20	4,245	0,28	3,24	3,49
R_2,2 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	6	113,10	-0,0072	-0,000904	-0,021690	-0,002711	3,0000	1131,0	2,65	2,937	0,28	4,84	2,34
R_2,6 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	6	113,10	-0,0093	-0,001162	-0,020800	-0,002600	2,2373	1131,0	1,79	2,215	0,28	6,76	1,67
R_3,0 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	6	113,10	-0,0109	-0,001367	-0,019830	-0,002479	1,8138	1131,0	1,28	1,779	0,28	9	1,26
R_1,8 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	6	75,40	-0,0114	-0,001429	-0,042630	-0,005329	3,7297	735,1	3,00	4,246	0,28	3,24	3,49
R_2,2 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	6	75,40	-0,0154	-0,001929	-0,042100	-0,005263	2,7285	735,1	1,94	2,997	0,28	4,84	2,34
R_2,6 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	6	75,40	-0,0194	-0,002429	-0,041500	-0,005188	2,1359	735,1	1,35	2,293	0,28	6,76	1,67
R_3,0 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	6	75,40	-0,0232	-0,002900	-0,040840	-0,005105	1,7603	735,1	0,98	1,860	0,28	9	1,26
R_1,8 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	6	75,40	-0,0074	-0,000923	-0,040840	-0,005105	5,5339	735,1	2,73	5,049	0,28	3,24	3,49
R_2,2 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	6	75,40	-0,0111	-0,001386	-0,039490	-0,004936	3,5609	735,1	1,72	3,444	0,28	4,84	2,34
R_2,6 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	6	75,40	-0,0155	-0,001931	-0,038040	-0,004755	2,4621	735,1	1,17	2,558	0,28	6,76	1,67
R_3,0 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	6	75,40	-0,0183	-0,002293	-0,036390	-0,004549	1,9842	735,1	0,83	2,024	0,28	9	1,26
R_1,8 D_0,4 H_0,33	homok	0,6	6	131,95	-0,0055	-0,000684	-0,009075	-0,001134	1,6584	1922,7	7,85	1,841	0,28	3,24	3,49
R_2,2 D_0,4 H_0,33	homok	0,6	6	131,95	-0,0063	-0,000783	-0,008568	-0,001071	1,3680	1922,7	5,08	1,439	0,28	4,84	2,34
R_2,6 D_0,4 H_0,33	homok	0,6	6	131,95	-0,0067	-0,000843	-0,008020	-0,001003	1,1890	1922,7	3,53	1,212	0,28	6,76	1,67
R_3,0 D_0,4 H_0,33	homok	0,6	6	131,95	-0,0068	-0,000849	-0,007553	-0,000944	1,1124	1922,7	2,57	1,073	0,28	9	1,26
R_1,8 D_0,4 H_0,66	homok	0,6	6	131,95	-0,0039	-0,000490	-0,007546	-0,000943	1,9255	1922,7	7,13	1,964	0,28	3,24	3,49
R_2,2 D_0,4 H_0,66	homok	0,6	6	131,95	-0,0046	-0,000570	-0,006702	-0,000838	1,4701	1922,7	4,50	1,498	0,28	4,84	2,34
R_2,6 D_0,4 H_0,66	homok	0,6	6	131,95	-0,0050	-0,000621	-0,006018	-0,000752	1,2114	1922,7	3,05	1,240	0,28	6,76	1,67
R_3,0 D_0,4 H_0,66	homok	0,6	6	131,95	-0,0050	-0,000630	-0,005385	-0,000673	1,0678	1922,7	2,17	1,085	0,28	9	1,26

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények					Ellenállás		Hatékonyság		Területek		
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	R	Q	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület	
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}								
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]								[m]
R_1,8 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	8	75,40	-0,0088	-0,001094	-0,027038	-0,003380	3,0883	804,2	3,23	2,832	0,13	3,24	3,10	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	8	75,40	-0,0115	-0,001433	-0,026633	-0,003329	2,3236	804,2	2,09	2,082	0,13	4,84	2,08	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	8	75,40	-0,0137	-0,001709	-0,026141	-0,003268	1,9126	804,2	1,45	1,659	0,13	6,76	1,49	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	8	75,40	-0,0155	-0,001943	-0,025759	-0,003220	1,6570	804,2	1,06	1,398	0,13	9	1,12	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	8	75,40	-0,0070	-0,000869	-0,025520	-0,003190	3,6714	804,2	2,90	3,147	0,13	3,24	3,10	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	8	75,40	-0,0089	-0,001112	-0,024533	-0,003067	2,7571	804,2	1,83	2,246	0,13	4,84	2,08	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	8	75,40	-0,0112	-0,001401	-0,023452	-0,002932	2,0922	804,2	1,24	1,749	0,13	6,76	1,49	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	8	75,40	-0,0131	-0,001633	-0,022472	-0,002809	1,7204	804,2	0,89	1,448	0,13	9	1,12	
R_1,8 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	8	50,27	-0,0144	-0,001805	-0,050000	-0,006250	3,4626	527,8	2,12	3,204	0,13	3,24	3,10	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	8	50,27	-0,0195	-0,002440	-0,049460	-0,006183	2,5338	527,8	1,37	2,323	0,13	4,84	2,08	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	8	50,27	-0,0239	-0,002984	-0,048670	-0,006084	2,0390	527,8	0,95	1,826	0,13	6,76	1,49	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	8	50,27	-0,0284	-0,003545	-0,047940	-0,005993	1,6904	527,8	0,69	1,520	0,13	9	1,12	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	8	50,27	-0,0110	-0,001370	-0,047650	-0,005956	4,3476	527,8	1,90	3,731	0,13	3,24	3,10	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	8	50,27	-0,0144	-0,001795	-0,046030	-0,005754	3,2054	527,8	1,20	2,616	0,13	4,84	2,08	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	8	50,27	-0,0187	-0,002336	-0,043450	-0,005431	2,3248	527,8	0,81	1,999	0,13	6,76	1,49	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	8	50,27	-0,0221	-0,002761	-0,042450	-0,005306	1,9217	527,8	0,58	1,627	0,13	9	1,12	
R_1,8 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	8	87,96	-0,0064	-0,000801	-0,009697	-0,001212	1,5126	1206,4	4,84	1,404	0,13	3,24	3,10	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	8	87,96	-0,0072	-0,000902	-0,009181	-0,001148	1,2730	1206,4	3,14	1,156	0,13	4,84	2,08	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	8	87,96	-0,0075	-0,000935	-0,008634	-0,001079	1,1543	1206,4	2,18	1,016	0,13	6,76	1,49	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	8	87,96	-0,0076	-0,000955	-0,008222	-0,001028	1,0762	1206,4	1,59	0,931	0,13	9	1,12	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	8	87,96	-0,0049	-0,000609	-0,008022	-0,001003	1,6455	1206,4	4,34	1,470	0,13	3,24	3,10	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	8	87,96	-0,0054	-0,000677	-0,007214	-0,000902	1,3317	1206,4	2,75	1,187	0,13	4,84	2,08	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	8	87,96	-0,0058	-0,000731	-0,006517	-0,000815	1,1150	1206,4	1,86	1,030	0,13	6,76	1,49	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	8	87,96	-0,0058	-0,000728	-0,005939	-0,000742	1,0194	1206,4	1,33	0,935	0,13	9	1,12	

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények					Ellenállás		Hatékonyság		Területek		
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	R	Q	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület	
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}								
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]								[m]
R_1,8 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	8	94,25	-0,0076	-0,000945	-0,027176	-0,003397	3,5947	1068,1	4,32	3,555	0,20	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	8	94,25	-0,0101	-0,001267	-0,026736	-0,003342	2,6385	1068,1	2,80	2,550	0,20	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	8	94,25	-0,0125	-0,001559	-0,026289	-0,003286	2,1073	1068,1	1,94	1,983	0,20	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	8	94,25	-0,0145	-0,001815	-0,025837	-0,003230	1,7797	1068,1	1,42	1,635	0,20	9	1,40	
R_1,8 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	8	94,25	-0,0057	-0,000715	-0,025760	-0,003220	4,5059	1068,1	3,90	3,998	0,20	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	8	94,25	-0,0078	-0,000974	-0,024834	-0,003104	3,1863	1068,1	2,46	2,783	0,20	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	8	94,25	-0,0099	-0,001237	-0,023775	-0,002972	2,4030	1068,1	1,67	2,111	0,20	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	8	94,25	-0,0120	-0,001499	-0,022718	-0,002840	1,8941	1068,1	1,19	1,706	0,20	9	1,40	
R_1,8 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	8	62,83	-0,0123	-0,001540	-0,050220	-0,006278	4,0763	699,0	2,83	4,043	0,20	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	8	62,83	-0,0168	-0,002100	-0,049600	-0,006200	2,9524	699,0	1,83	2,866	0,20	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	8	62,83	-0,0214	-0,002679	-0,048920	-0,006115	2,2828	699,0	1,27	2,203	0,20	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	8	62,83	-0,0255	-0,003189	-0,048160	-0,006020	1,8879	699,0	0,93	1,794	0,20	9	1,40	
R_1,8 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	8	62,83	-0,0087	-0,001086	-0,047940	-0,005993	5,5167	699,0	2,55	4,774	0,20	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	8	62,83	-0,0125	-0,001563	-0,046460	-0,005808	3,7168	699,0	1,61	3,273	0,20	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	8	62,83	-0,0162	-0,002025	-0,044730	-0,005591	2,7611	699,0	1,09	2,443	0,20	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	8	62,83	-0,0201	-0,002515	-0,042840	-0,005355	2,1292	699,0	0,78	1,943	0,20	9	1,40	
R_1,8 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	8	109,96	-0,0058	-0,000731	-0,009853	-0,001232	1,6848	1665,0	6,74	1,679	0,20	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	8	109,96	-0,0068	-0,000850	-0,009298	-0,001162	1,3682	1665,0	4,37	1,335	0,20	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	8	109,96	-0,0073	-0,000914	-0,008789	-0,001099	1,2027	1665,0	3,03	1,140	0,20	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	8	109,96	-0,0075	-0,000937	-0,008408	-0,001051	1,1220	1665,0	2,21	1,021	0,20	9	1,40	
R_1,8 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	8	109,96	-0,0044	-0,000548	-0,008207	-0,001026	1,8725	1665,0	6,08	1,779	0,20	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	8	109,96	-0,0050	-0,000628	-0,007406	-0,000926	1,4735	1665,0	3,84	1,381	0,20	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	8	109,96	-0,0056	-0,000696	-0,006673	-0,000834	1,1978	1665,0	2,60	1,162	0,20	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	8	109,96	-0,0057	-0,000718	-0,006063	-0,000758	1,0557	1665,0	1,86	1,029	0,20	9	1,40	

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények					Ellenállás		Hatékonyság		Területek		
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	R	Q	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület	
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}								
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]								[m]
R_1,8 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	8	113,10	-0,0066	-0,000831	-0,027271	-0,003409	4,1028	1357,2	5,54	4,358	0,28	3,24	4,65	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	8	113,10	-0,0091	-0,001132	-0,026855	-0,003357	2,9651	1357,2	3,59	3,069	0,28	4,84	3,12	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	8	113,10	-0,0115	-0,001440	-0,026397	-0,003300	2,2918	1357,2	2,49	2,343	0,28	6,76	2,23	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	8	113,10	-0,0133	-0,001665	-0,025939	-0,003242	1,9475	1357,2	1,81	1,897	0,28	9	1,68	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	8	113,10	-0,0048	-0,000594	-0,025935	-0,003242	5,4589	1357,2	5,03	4,955	0,28	3,24	4,65	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	8	113,10	-0,0068	-0,000851	-0,025059	-0,003132	3,6803	1357,2	3,18	3,385	0,28	4,84	3,12	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	8	113,10	-0,0088	-0,001103	-0,024057	-0,003007	2,7269	1357,2	2,15	2,518	0,28	6,76	2,23	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	8	113,10	-0,0106	-0,001324	-0,023002	-0,002875	2,1725	1357,2	1,53	1,995	0,28	9	1,68	
R_1,8 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	8	75,40	-0,0106	-0,001320	-0,050340	-0,006293	4,7670	885,9	3,62	4,973	0,28	3,24	4,65	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	8	75,40	-0,0147	-0,001842	-0,049740	-0,006218	3,3761	885,9	2,34	3,468	0,28	4,84	3,12	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	8	75,40	-0,0194	-0,002426	-0,049050	-0,006131	2,5270	885,9	1,62	2,619	0,28	6,76	2,23	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	8	75,40	-0,0242	-0,003030	-0,048320	-0,006040	1,9934	885,9	1,18	2,098	0,28	9	1,68	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	8	75,40	-0,0072	-0,000904	-0,048320	-0,006040	6,6833	885,9	3,29	5,942	0,28	3,24	4,65	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	8	75,40	-0,0108	-0,001345	-0,046800	-0,005850	4,3494	885,9	2,07	4,007	0,28	4,84	3,12	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	8	75,40	-0,0144	-0,001796	-0,045190	-0,005649	3,1447	885,9	1,40	2,940	0,28	6,76	2,23	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	8	75,40	-0,0174	-0,002171	-0,043330	-0,005416	2,4945	885,9	1,00	2,296	0,28	9	1,68	
R_1,8 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	8	131,95	-0,0055	-0,000684	-0,009980	-0,001248	1,8245	2186,5	8,93	1,997	0,28	3,24	4,65	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	8	131,95	-0,0064	-0,000804	-0,009463	-0,001183	1,4712	2186,5	5,78	1,540	0,28	4,84	3,12	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	8	131,95	-0,0071	-0,000885	-0,008906	-0,001113	1,2577	2186,5	4,01	1,283	0,28	6,76	2,23	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	8	131,95	-0,0073	-0,000911	-0,008427	-0,001053	1,1563	2186,5	2,92	1,124	0,28	9	1,68	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	8	131,95	-0,0039	-0,000485	-0,008422	-0,001053	2,1706	2186,5	8,11	2,138	0,28	3,24	4,65	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	8	131,95	-0,0046	-0,000581	-0,007560	-0,000945	1,6265	2186,5	5,12	1,607	0,28	4,84	3,12	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	8	131,95	-0,0053	-0,000661	-0,006860	-0,000858	1,2981	2186,5	3,47	1,314	0,28	6,76	2,23	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	8	131,95	-0,0055	-0,000693	-0,006208	-0,000776	1,1204	2186,5	2,47	1,138	0,28	9	1,68	

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények					Ellenállás		Hatékonyság		Területek		
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	R	Q	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület	
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}								
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]								[m]
R_1,8 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	10	75,40	-0,0085	-0,001067	-0,029836	-0,003730	3,4961	955,0	3,83	3,232	0,13	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	10	75,40	-0,0113	-0,001412	-0,029402	-0,003675	2,6033	955,0	2,49	2,341	0,13	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	10	75,40	-0,0135	-0,001689	-0,028880	-0,003610	2,1372	955,0	1,72	1,838	0,13	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	10	75,40	-0,0154	-0,001923	-0,028472	-0,003559	1,8510	955,0	1,26	1,529	0,13	9	1,40	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	10	75,40	-0,0066	-0,000820	-0,028217	-0,003527	4,3027	955,0	3,44	3,605	0,13	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	10	75,40	-0,0087	-0,001083	-0,027159	-0,003395	3,1361	955,0	2,17	2,536	0,13	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	10	75,40	-0,0109	-0,001358	-0,026013	-0,003252	2,3953	955,0	1,47	1,945	0,13	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	10	75,40	-0,0129	-0,001617	-0,024972	-0,003122	1,9307	955,0	1,05	1,588	0,13	9	1,40	
R_1,8 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	10	50,27	-0,0138	-0,001722	-0,055995	-0,006999	4,0653	628,4	2,52	3,681	0,13	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	10	50,27	-0,0188	-0,002345	-0,055396	-0,006925	2,9529	628,4	1,64	2,632	0,13	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	10	50,27	-0,0229	-0,002863	-0,054550	-0,006819	2,3815	628,4	1,13	2,040	0,13	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	10	50,27	-0,0267	-0,003339	-0,053740	-0,006718	2,0121	628,4	0,83	1,677	0,13	9	1,40	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	10	50,27	-0,0100	-0,001252	-0,053426	-0,006678	5,3351	628,4	2,26	4,308	0,13	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	10	50,27	-0,0140	-0,001755	-0,051690	-0,006461	3,6808	628,4	1,43	2,980	0,13	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	10	50,27	-0,0174	-0,002176	-0,049721	-0,006215	2,8559	628,4	0,97	2,246	0,13	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	10	50,27	-0,0215	-0,002682	-0,047780	-0,005973	2,2267	628,4	0,69	1,803	0,13	9	1,40	
R_1,8 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	10	87,96	-0,0063	-0,000793	-0,010431	-0,001304	1,6442	1382,3	5,55	1,506	0,13	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	10	87,96	-0,0073	-0,000908	-0,009910	-0,001239	1,3650	1382,3	3,60	1,223	0,13	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	10	87,96	-0,0077	-0,000963	-0,009357	-0,001170	1,2150	1382,3	2,50	1,063	0,13	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	10	87,96	-0,0079	-0,000992	-0,008934	-0,001117	1,1258	1382,3	1,82	0,964	0,13	9	1,40	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	10	87,96	-0,0049	-0,000607	-0,008737	-0,001092	1,8007	1382,3	4,98	1,582	0,13	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	10	87,96	-0,0055	-0,000686	-0,007920	-0,000990	1,4424	1382,3	3,15	1,258	0,13	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	10	87,96	-0,0061	-0,000759	-0,007211	-0,000901	1,1876	1382,3	2,13	1,078	0,13	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	10	87,96	-0,0062	-0,000778	-0,006616	-0,000827	1,0625	1382,3	1,52	0,970	0,13	9	1,40	

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények							Területek			
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	Ellenállás	Hatékonyság	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}							
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]							
R_1,8 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	10	94,25	-0,0074	-0,000925	-0,029984	-0,003748	4,0519	1256,6	5,09	4,059	0,20	3,24	4,85
R_2,2 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	10	94,25	-0,0098	-0,001227	-0,029513	-0,003689	3,0063	1256,6	3,30	2,876	0,20	4,84	3,25
R_2,6 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	10	94,25	-0,0124	-0,001544	-0,029037	-0,003630	2,3510	1256,6	2,29	2,210	0,20	6,76	2,32
R_3,0 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	10	94,25	-0,0144	-0,001800	-0,028555	-0,003569	1,9826	1256,6	1,67	1,800	0,20	9	1,75
R_1,8 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	10	94,25	-0,0054	-0,000681	-0,028471	-0,003559	5,2250	1256,6	4,59	4,580	0,20	3,24	4,85
R_2,2 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	10	94,25	-0,0075	-0,000941	-0,027509	-0,003439	3,6537	1256,6	2,90	3,151	0,20	4,84	3,25
R_2,6 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	10	94,25	-0,0096	-0,001205	-0,026383	-0,003298	2,7371	1256,6	1,97	2,361	0,20	6,76	2,32
R_3,0 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	10	94,25	-0,0117	-0,001458	-0,025252	-0,003157	2,1644	1256,6	1,40	1,884	0,20	9	1,75
R_1,8 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	10	62,83	-0,0118	-0,001481	-0,056235	-0,007029	4,7460	824,6	3,34	4,644	0,20	3,24	4,85
R_2,2 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	10	62,83	-0,0162	-0,002022	-0,055556	-0,006945	3,4340	824,6	2,16	3,256	0,20	4,84	3,25
R_2,6 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	10	62,83	-0,0208	-0,002600	-0,054830	-0,006854	2,6366	824,6	1,50	2,473	0,20	6,76	2,32
R_3,0 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	10	62,83	-0,0247	-0,003085	-0,054000	-0,006750	2,1881	824,6	1,09	1,991	0,20	9	1,75
R_1,8 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	10	62,83	-0,0081	-0,001013	-0,053756	-0,006720	6,6341	824,6	3,01	5,506	0,20	3,24	4,85
R_2,2 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	10	62,83	-0,0118	-0,001478	-0,052190	-0,006524	4,4135	824,6	1,90	3,735	0,20	4,84	3,25
R_2,6 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	10	62,83	-0,0153	-0,001914	-0,050301	-0,006288	3,2857	824,6	1,29	2,757	0,20	6,76	2,32
R_3,0 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	10	62,83	-0,0189	-0,002362	-0,048260	-0,006033	2,5545	824,6	0,92	2,166	0,20	9	1,75
R_1,8 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	10	109,96	-0,0059	-0,000734	-0,010589	-0,001324	1,8033	1885,0	7,63	1,809	0,20	3,24	4,85
R_2,2 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	10	109,96	-0,0068	-0,000851	-0,010028	-0,001254	1,4736	1885,0	4,94	1,418	0,20	4,84	3,25
R_2,6 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	10	109,96	-0,0075	-0,000934	-0,009514	-0,001189	1,2728	1885,0	3,43	1,198	0,20	6,76	2,32
R_3,0 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	10	109,96	-0,0078	-0,000975	-0,009123	-0,001140	1,1699	1885,0	2,50	1,063	0,20	9	1,75
R_1,8 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	10	109,96	-0,0043	-0,000543	-0,008924	-0,001116	2,0529	1885,0	6,89	1,921	0,20	3,24	4,85
R_2,2 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	10	109,96	-0,0050	-0,000631	-0,008113	-0,001014	1,6075	1885,0	4,35	1,471	0,20	4,84	3,25
R_2,6 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	10	109,96	-0,0057	-0,000717	-0,007370	-0,000921	1,2849	1885,0	2,95	1,223	0,20	6,76	2,32
R_3,0 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	10	109,96	-0,0061	-0,000757	-0,006744	-0,000843	1,1132	1885,0	2,10	1,073	0,20	9	1,75

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények					Ellenállás		Hatékonyság		Területek		
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	R	Q	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület	
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}								
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]								[m]
R_1,8 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	10	113,10	-0,0064	-0,000805	-0,030094	-0,003762	4,6752	1583,4	6,46	4,968	0,28	3,24	5,82	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	10	113,10	-0,0089	-0,001112	-0,029653	-0,003707	3,3329	1583,4	4,19	3,464	0,28	4,84	3,89	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	10	113,10	-0,0114	-0,001419	-0,029157	-0,003645	2,5680	1583,4	2,90	2,617	0,28	6,76	2,79	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	10	113,10	-0,0132	-0,001648	-0,028665	-0,003583	2,1741	1583,4	2,11	2,096	0,28	9	2,09	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	10	113,10	-0,0045	-0,000564	-0,028671	-0,003584	6,3586	1583,4	5,87	5,664	0,28	3,24	5,82	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	10	113,10	-0,0067	-0,000833	-0,027769	-0,003471	4,1683	1583,4	3,71	3,832	0,28	4,84	3,89	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	10	113,10	-0,0086	-0,001079	-0,026703	-0,003338	3,0949	1583,4	2,51	2,821	0,28	6,76	2,79	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	10	113,10	-0,0104	-0,001299	-0,025572	-0,003197	2,4607	1583,4	1,79	2,211	0,28	9	2,09	
R_1,8 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	10	75,40	-0,0102	-0,001269	-0,056395	-0,007049	5,5562	1036,7	4,23	5,700	0,28	3,24	5,82	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	10	75,40	-0,0143	-0,001792	-0,055736	-0,006967	3,8881	1036,7	2,74	3,939	0,28	4,84	3,89	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	10	75,40	-0,0189	-0,002358	-0,055000	-0,006875	2,9162	1036,7	1,90	2,946	0,28	6,76	2,79	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	10	75,40	-0,0223	-0,002791	-0,054200	-0,006775	2,4272	1036,7	1,38	2,336	0,28	9	2,09	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	10	75,40	-0,0075	-0,000939	-0,054226	-0,006778	7,2205	1036,7	3,85	6,834	0,28	3,24	5,82	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	10	75,40	-0,0103	-0,001293	-0,052610	-0,006576	5,0870	1036,7	2,43	4,570	0,28	4,84	3,89	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	10	75,40	-0,0137	-0,001709	-0,050841	-0,006355	3,7181	1036,7	1,64	3,321	0,28	6,76	2,79	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	10	75,40	-0,0167	-0,002087	-0,048850	-0,006106	2,9262	1036,7	1,17	2,567	0,28	9	2,09	
R_1,8 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	10	131,95	-0,0054	-0,000681	-0,010717	-0,001340	1,9668	2450,4	10,00	2,154	0,28	3,24	5,82	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	10	131,95	-0,0064	-0,000804	-0,010195	-0,001274	1,5851	2450,4	6,48	1,642	0,28	4,84	3,89	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	10	131,95	-0,0072	-0,000906	-0,009632	-0,001204	1,3293	2450,4	4,49	1,353	0,28	6,76	2,79	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	10	131,95	-0,0076	-0,000946	-0,009142	-0,001143	1,2081	2450,4	3,27	1,175	0,28	9	2,09	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	10	131,95	-0,0038	-0,000476	-0,009141	-0,001143	2,4011	2450,4	9,09	2,311	0,28	3,24	5,82	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	10	131,95	-0,0046	-0,000580	-0,008269	-0,001034	1,7810	2450,4	5,74	1,717	0,28	4,84	3,89	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	10	131,95	-0,0054	-0,000674	-0,007560	-0,000945	1,4023	2450,4	3,88	1,388	0,28	6,76	2,79	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	10	131,95	-0,0058	-0,000720	-0,006891	-0,000861	1,1961	2450,4	2,77	1,190	0,28	9	2,09	

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények					Ellenállás		Hatékonyság		Területek		
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	R	Q	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület	
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}								
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]								[m]
R_1,8 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	6	75,40	-0,0222	-0,002779	-0,049980	-0,006248	2,2483	653,5	1,70	2,241	0,13	3,24	2,33	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	6	75,40	-0,0286	-0,003578	-0,049490	-0,006186	1,7292	653,5	1,11	1,710	0,13	4,84	1,56	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	6	75,40	-0,0332	-0,004150	-0,048930	-0,006116	1,4738	653,5	0,78	1,408	0,13	6,76	1,12	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	6	75,40	-0,0361	-0,004510	-0,048390	-0,006049	1,3412	653,5	0,57	1,221	0,13	9	0,84	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	6	75,40	-0,0182	-0,002276	-0,048190	-0,006024	2,6463	653,5	1,58	2,535	0,13	3,24	2,33	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	6	75,40	-0,0236	-0,002944	-0,046980	-0,005873	1,9949	653,5	1,02	1,882	0,13	4,84	1,56	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	6	75,40	-0,0282	-0,003521	-0,045740	-0,005718	1,6237	653,5	0,70	1,515	0,13	6,76	1,12	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	6	75,40	-0,0320	-0,004001	-0,044530	-0,005566	1,3911	653,5	0,51	1,290	0,13	9	0,84	
R_1,8 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	6	50,27	-0,0373	-0,004666	-0,085060	-0,010633	2,2786	427,3	1,11	2,346	0,13	3,24	2,33	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	6	50,27	-0,0480	-0,006004	-0,084340	-0,010543	1,7560	427,3	0,73	1,779	0,13	4,84	1,56	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	6	50,27	-0,0552	-0,006894	-0,083400	-0,010425	1,5122	427,3	0,51	1,457	0,13	6,76	1,12	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	6	50,27	-0,0601	-0,007510	-0,082580	-0,010323	1,3745	427,3	0,38	1,257	0,13	9	0,84	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	6	50,27	-0,0294	-0,003671	-0,082230	-0,010279	2,7998	427,3	1,03	2,768	0,13	3,24	2,33	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	6	50,27	-0,0385	-0,004809	-0,080220	-0,010028	2,0853	427,3	0,66	2,032	0,13	4,84	1,56	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	6	50,27	-0,0454	-0,005678	-0,078150	-0,009769	1,7206	427,3	0,46	1,618	0,13	6,76	1,12	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	6	50,27	-0,0519	-0,006488	-0,075940	-0,009493	1,4632	427,3	0,33	1,365	0,13	9	0,84	
R_1,8 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	6	87,96	-0,0124	-0,001550	-0,019417	-0,002427	1,5659	1030,4	2,68	1,460	0,13	3,24	2,33	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	6	87,96	-0,0142	-0,001770	-0,018643	-0,002330	1,3168	1030,4	1,75	1,198	0,13	4,84	1,56	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	6	87,96	-0,0147	-0,001841	-0,017626	-0,002203	1,1971	1030,4	1,23	1,049	0,13	6,76	1,12	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	6	87,96	-0,0151	-0,001886	-0,016968	-0,002121	1,1245	1030,4	0,91	0,957	0,13	9	0,84	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	6	87,96	-0,0099	-0,001240	-0,016676	-0,002085	1,6817	1030,4	2,49	1,562	0,13	3,24	2,33	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	6	87,96	-0,0110	-0,001372	-0,015366	-0,001921	1,4003	1030,4	1,60	1,255	0,13	4,84	1,56	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	6	87,96	-0,0119	-0,001486	-0,014173	-0,001772	1,1923	1030,4	1,11	1,083	0,13	6,76	1,12	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	6	87,96	-0,0120	-0,001503	-0,013096	-0,001637	1,0893	1030,4	0,80	0,977	0,13	9	0,84	

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények					Ellenállás		Hatékonyság		Területek		
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	R	Q	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület	
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}								
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]								[m]
R_1,8 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	6	94,25	-0,0187	-0,002336	-0,050100	-0,006263	2,6806	879,6	2,30	2,785	0,20	3,24	2,91	
R_2,2 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	6	94,25	-0,0252	-0,003155	-0,049600	-0,006200	1,9651	879,6	1,50	2,066	0,20	4,84	1,95	
R_2,6 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	6	94,25	-0,0309	-0,003861	-0,049100	-0,006138	1,5895	879,6	1,06	1,658	0,20	6,76	1,39	
R_3,0 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	6	94,25	-0,0343	-0,004281	-0,048570	-0,006071	1,4181	879,6	0,78	1,405	0,20	9	1,05	
R_1,8 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	6	94,25	-0,0146	-0,001824	-0,048440	-0,006055	3,3201	879,6	2,15	3,195	0,20	3,24	2,91	
R_2,2 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	6	94,25	-0,0206	-0,002578	-0,047320	-0,005915	2,2949	879,6	1,38	2,306	0,20	4,84	1,95	
R_2,6 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	6	94,25	-0,0255	-0,003193	-0,046110	-0,005764	1,8054	879,6	0,95	1,807	0,20	6,76	1,39	
R_3,0 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	6	94,25	-0,0300	-0,003746	-0,044810	-0,005601	1,4952	879,6	0,69	1,502	0,20	9	1,05	
R_1,8 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	6	62,83	-0,0310	-0,003876	-0,085280	-0,010660	2,7501	573,3	1,50	2,921	0,20	3,24	2,91	
R_2,2 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	6	62,83	-0,0423	-0,005288	-0,084540	-0,010568	1,9986	573,3	0,98	2,155	0,20	4,84	1,95	
R_2,6 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	6	62,83	-0,0514	-0,006426	-0,083620	-0,010453	1,6265	573,3	0,69	1,721	0,20	6,76	1,39	
R_3,0 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	6	62,83	-0,0571	-0,007131	-0,082800	-0,010350	1,4514	573,3	0,51	1,451	0,20	9	1,05	
R_1,8 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	6	62,83	-0,0229	-0,002868	-0,082580	-0,010323	3,5998	573,3	1,40	3,503	0,20	3,24	2,91	
R_2,2 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	6	62,83	-0,0335	-0,004191	-0,080790	-0,010099	2,4095	573,3	0,90	2,504	0,20	4,84	1,95	
R_2,6 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	6	62,83	-0,0414	-0,005173	-0,078770	-0,009846	1,9036	573,3	0,62	1,944	0,20	6,76	1,39	
R_3,0 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	6	62,83	-0,0487	-0,006084	-0,076420	-0,009553	1,5702	573,3	0,45	1,601	0,20	9	1,05	
R_1,8 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	6	109,96	-0,0113	-0,001409	-0,019643	-0,002455	1,7423	1445,1	3,77	1,771	0,20	3,24	2,91	
R_2,2 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	6	109,96	-0,0131	-0,001633	-0,018818	-0,002352	1,4403	1445,1	2,47	1,402	0,20	4,84	1,95	
R_2,6 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	6	109,96	-0,0144	-0,001794	-0,018039	-0,002255	1,2568	1445,1	1,73	1,192	0,20	6,76	1,39	
R_3,0 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	6	109,96	-0,0147	-0,001843	-0,017162	-0,002145	1,1638	1445,1	1,28	1,062	0,20	9	1,05	
R_1,8 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	6	109,96	-0,0087	-0,001086	-0,016971	-0,002121	1,9541	1445,1	3,53	1,922	0,20	3,24	2,91	
R_2,2 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	6	109,96	-0,0101	-0,001264	-0,015692	-0,001962	1,5517	1445,1	2,27	1,486	0,20	4,84	1,95	
R_2,6 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	6	109,96	-0,0113	-0,001409	-0,014472	-0,001809	1,2837	1445,1	1,56	1,242	0,20	6,76	1,39	
R_3,0 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	6	109,96	-0,0117	-0,001465	-0,013334	-0,001667	1,1376	1445,1	1,13	1,093	0,20	9	1,05	

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények					Ellenállás		Hatékonyság		Területek		
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	R	Q	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület	
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}								
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]								[m]
R_1,8 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	6	113,10	-0,0159	-0,001984	-0,050240	-0,006280	3,1657	1131,0	2,97	3,395	0,28	3,24	3,49	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	6	113,10	-0,0222	-0,002776	-0,049770	-0,006221	2,2409	1131,0	1,95	2,466	0,28	4,84	2,34	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	6	113,10	-0,0285	-0,003568	-0,049210	-0,006151	1,7242	1131,0	1,36	1,938	0,28	6,76	1,67	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	6	113,10	-0,0322	-0,004028	-0,048680	-0,006085	1,5109	1131,0	1,00	1,611	0,28	9	1,26	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	6	113,10	-0,0121	-0,001514	-0,048800	-0,006100	4,0297	1131,0	2,79	3,940	0,28	3,24	3,49	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	6	113,10	-0,0179	-0,002239	-0,047570	-0,005946	2,6561	1131,0	1,79	2,785	0,28	4,84	2,34	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	6	113,10	-0,0231	-0,002890	-0,046440	-0,005805	2,0087	1131,0	1,24	2,137	0,28	6,76	1,67	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	6	113,10	-0,0272	-0,003399	-0,045160	-0,005645	1,6609	1131,0	0,90	1,740	0,28	9	1,26	
R_1,8 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	6	75,40	-0,0259	-0,003241	-0,085500	-0,010688	3,2973	735,1	1,93	3,563	0,28	3,24	3,49	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	6	75,40	-0,0370	-0,004623	-0,084750	-0,010594	2,2918	735,1	1,26	2,576	0,28	4,84	2,34	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	6	75,40	-0,0474	-0,005925	-0,083900	-0,010488	1,7700	735,1	0,89	2,015	0,28	6,76	1,67	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	6	75,40	-0,0537	-0,006716	-0,082980	-0,010373	1,5444	735,1	0,65	1,668	0,28	9	1,26	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	6	75,40	-0,0190	-0,002376	-0,082990	-0,010374	4,3656	735,1	1,81	4,330	0,28	3,24	3,49	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	6	75,40	-0,0290	-0,003623	-0,081260	-0,010158	2,8040	735,1	1,17	3,036	0,28	4,84	2,34	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	6	75,40	-0,0376	-0,004696	-0,079280	-0,009910	2,1102	735,1	0,80	2,310	0,28	6,76	1,67	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	6	75,40	-0,0441	-0,005508	-0,076980	-0,009623	1,7472	735,1	0,58	1,865	0,28	9	1,26	
R_1,8 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	6	131,95	-0,0102	-0,001277	-0,019819	-0,002477	1,9394	1922,7	5,05	2,133	0,28	3,24	3,49	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	6	131,95	-0,0121	-0,001519	-0,019067	-0,002383	1,5694	1922,7	3,31	1,639	0,28	4,84	2,34	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	6	131,95	-0,0138	-0,001724	-0,018224	-0,002278	1,3215	1922,7	2,32	1,358	0,28	6,76	1,67	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	6	131,95	-0,0143	-0,001793	-0,017310	-0,002164	1,2065	1922,7	1,71	1,184	0,28	9	1,26	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	6	131,95	-0,0076	-0,000953	-0,017304	-0,002163	2,2694	1922,7	4,74	2,342	0,28	3,24	3,49	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	6	131,95	-0,0092	-0,001151	-0,015958	-0,001995	1,7338	1922,7	3,05	1,756	0,28	4,84	2,34	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	6	131,95	-0,0105	-0,001317	-0,014774	-0,001847	1,4026	1922,7	2,10	1,428	0,28	6,76	1,67	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	6	131,95	-0,0112	-0,001396	-0,013608	-0,001701	1,2183	1922,7	1,52	1,227	0,28	9	1,26	

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények					Ellenállás		Hatékonyság		Területek		
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	R	Q	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület	
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}								
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]								[m]
R_1,8 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	8	75,40	-0,0209	-0,002610	-0,061270	-0,007659	2,9344	804,2	2,09	2,596	0,13	3,24	3,10	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	8	75,40	-0,0286	-0,003576	-0,060710	-0,007589	2,1220	804,2	1,37	1,943	0,13	4,84	2,08	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	8	75,40	-0,0350	-0,004375	-0,060060	-0,007508	1,7160	804,2	0,96	1,572	0,13	6,76	1,49	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	8	75,40	-0,0397	-0,004960	-0,059460	-0,007433	1,4985	804,2	0,71	1,342	0,13	9	1,12	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	8	75,40	-0,0170	-0,002129	-0,059220	-0,007403	3,4774	804,2	1,94	2,959	0,13	3,24	3,10	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	8	75,40	-0,0228	-0,002848	-0,057830	-0,007229	2,5386	804,2	1,25	2,154	0,13	4,84	2,08	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	8	75,40	-0,0292	-0,003649	-0,056420	-0,007053	1,9329	804,2	0,86	1,703	0,13	6,76	1,49	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	8	75,40	-0,0342	-0,004270	-0,055050	-0,006881	1,6115	804,2	0,63	1,427	0,13	9	1,12	
R_1,8 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	8	50,27	-0,0358	-0,004469	-0,105040	-0,013130	2,9382	527,8	1,37	2,734	0,13	3,24	3,10	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	8	50,27	-0,0498	-0,006219	-0,103990	-0,012999	2,0903	527,8	0,90	2,033	0,13	4,84	2,08	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	8	50,27	-0,0592	-0,007398	-0,102930	-0,012866	1,7393	527,8	0,63	1,635	0,13	6,76	1,49	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	8	50,27	-0,0666	-0,008323	-0,102000	-0,012750	1,5320	527,8	0,46	1,388	0,13	9	1,12	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	8	50,27	-0,0275	-0,003439	-0,101600	-0,012700	3,6932	527,8	1,28	3,255	0,13	3,24	3,10	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	8	50,27	-0,0381	-0,004759	-0,099300	-0,012413	2,6084	527,8	0,82	2,345	0,13	4,84	2,08	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	8	50,27	-0,0478	-0,005975	-0,096960	-0,012120	2,0285	527,8	0,57	1,834	0,13	6,76	1,49	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	8	50,27	-0,0556	-0,006951	-0,094460	-0,011808	1,6986	527,8	0,41	1,522	0,13	9	1,12	
R_1,8 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	8	87,96	-0,0122	-0,001528	-0,021314	-0,002664	1,7436	1206,4	3,13	1,589	0,13	3,24	3,10	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	8	87,96	-0,0142	-0,001776	-0,020509	-0,002564	1,4434	1206,4	2,05	1,283	0,13	4,84	2,08	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	8	87,96	-0,0153	-0,001906	-0,019456	-0,002432	1,2757	1206,4	1,44	1,109	0,13	6,76	1,49	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	8	87,96	-0,0158	-0,001978	-0,018773	-0,002347	1,1861	1206,4	1,06	1,001	0,13	9	1,12	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	8	87,96	-0,0096	-0,001195	-0,018469	-0,002309	1,9325	1206,4	2,91	1,710	0,13	3,24	3,10	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	8	87,96	-0,0109	-0,001362	-0,017103	-0,002138	1,5694	1206,4	1,88	1,350	0,13	4,84	2,08	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	8	87,96	-0,0123	-0,001535	-0,015861	-0,001983	1,2917	1206,4	1,29	1,148	0,13	6,76	1,49	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	8	87,96	-0,0127	-0,001592	-0,014737	-0,001842	1,1572	1206,4	0,94	1,025	0,13	9	1,12	

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények							Területek			
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	Ellenállás		n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület
					Δu _z	E _{cölöp}	Δu _z	E _{cölöp nélkül}		R	Q				
Mértékegység	[m]	[m]	[kN/m]	[m]		[m]			[KN]	[-]		[m ²]	[m ²]	[m ²]	
R_1,8 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	8	94,25	-0,0176	-0,002195	-0,061410	-0,007676	3,4972	1068,1	2,79	3,232	0,20	3,24	3,88
R_2,2 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	8	94,25	-0,0246	-0,003073	-0,060830	-0,007604	2,4748	1068,1	1,83	2,359	0,20	4,84	2,60
R_2,6 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	8	94,25	-0,0314	-0,003929	-0,060260	-0,007533	1,9173	1068,1	1,28	1,864	0,20	6,76	1,86
R_3,0 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	8	94,25	-0,0369	-0,004614	-0,059650	-0,007456	1,6161	1068,1	0,94	1,556	0,20	9	1,40
R_1,8 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	8	94,25	-0,0136	-0,001699	-0,059510	-0,007439	4,3790	1068,1	2,61	3,730	0,20	3,24	3,88
R_2,2 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	8	94,25	-0,0198	-0,002473	-0,058230	-0,007279	2,9439	1068,1	1,68	2,650	0,20	4,84	2,60
R_2,6 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	8	94,25	-0,0256	-0,003196	-0,056850	-0,007106	2,2233	1068,1	1,16	2,044	0,20	6,76	1,86
R_3,0 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	8	94,25	-0,0314	-0,003925	-0,055360	-0,006920	1,7631	1068,1	0,84	1,674	0,20	9	1,40
R_1,8 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	8	62,83	-0,0292	-0,003648	-0,105080	-0,013135	3,6011	699,0	1,82	3,407	0,20	3,24	3,88
R_2,2 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	8	62,83	-0,0420	-0,005249	-0,104230	-0,013029	2,4823	699,0	1,20	2,474	0,20	4,84	2,60
R_2,6 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	8	62,83	-0,0533	-0,006666	-0,103180	-0,012898	1,9347	699,0	0,84	1,944	0,20	6,76	1,86
R_3,0 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	8	62,83	-0,0621	-0,007766	-0,102250	-0,012781	1,6457	699,0	0,62	1,616	0,20	9	1,40
R_1,8 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	8	62,83	-0,0212	-0,002654	-0,102000	-0,012750	4,8045	699,0	1,71	4,117	0,20	3,24	3,88
R_2,2 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	8	62,83	-0,0325	-0,004063	-0,099950	-0,012494	3,0754	699,0	1,10	2,899	0,20	4,84	2,60
R_2,6 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	8	62,83	-0,0422	-0,005276	-0,097670	-0,012209	2,3139	699,0	0,76	2,216	0,20	6,76	1,86
R_3,0 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	8	62,83	-0,0511	-0,006381	-0,095010	-0,011876	1,8611	699,0	0,55	1,798	0,20	9	1,40
R_1,8 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	8	109,96	-0,0110	-0,001376	-0,021549	-0,002694	1,9579	1665,0	4,35	1,934	0,20	3,24	3,88
R_2,2 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	8	109,96	-0,0132	-0,001645	-0,020691	-0,002586	1,5721	1665,0	2,85	1,509	0,20	4,84	2,60
R_2,6 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	8	109,96	-0,0147	-0,001834	-0,019883	-0,002485	1,3554	1665,0	2,00	1,267	0,20	6,76	1,86
R_3,0 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	8	109,96	-0,0155	-0,001932	-0,018975	-0,002372	1,2276	1665,0	1,47	1,117	0,20	9	1,40
R_1,8 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	8	109,96	-0,0084	-0,001053	-0,018775	-0,002347	2,2293	1665,0	4,06	2,107	0,20	3,24	3,88
R_2,2 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	8	109,96	-0,0100	-0,001256	-0,017444	-0,002181	1,7359	1665,0	2,62	1,606	0,20	4,84	2,60
R_2,6 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	8	109,96	-0,0115	-0,001433	-0,016172	-0,002022	1,4106	1665,0	1,80	1,325	0,20	6,76	1,86
R_3,0 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	8	109,96	-0,0124	-0,001547	-0,014985	-0,001873	1,2111	1665,0	1,31	1,152	0,20	9	1,40

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények					Ellenállás		Hatékonyság		Területek		
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	R	Q	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület	
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}								
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]								[m]
R_1,8 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	8	113,10	-0,0151	-0,001886	-0,061570	-0,007696	4,0802	1357,2	3,56	3,934	0,28	3,24	4,65	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	8	113,10	-0,0214	-0,002679	-0,061020	-0,007628	2,8474	1357,2	2,33	2,819	0,28	4,84	3,12	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	8	113,10	-0,0284	-0,003549	-0,060380	-0,007548	2,1268	1357,2	1,64	2,186	0,28	6,76	2,23	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	8	113,10	-0,0340	-0,004249	-0,059780	-0,007473	1,7588	1357,2	1,20	1,794	0,28	9	1,68	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	8	113,10	-0,0113	-0,001409	-0,059800	-0,007475	5,3061	1357,2	3,35	4,588	0,28	3,24	4,65	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	8	113,10	-0,0170	-0,002123	-0,058510	-0,007314	3,4458	1357,2	2,15	3,202	0,28	4,84	3,12	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	8	113,10	-0,0228	-0,002849	-0,057220	-0,007153	2,5108	1357,2	1,48	2,424	0,28	6,76	2,23	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	8	113,10	-0,0276	-0,003451	-0,055760	-0,006970	2,0196	1357,2	1,07	1,948	0,28	9	1,68	
R_1,8 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	8	75,40	-0,0246	-0,003075	-0,105330	-0,013166	4,2817	885,9	2,33	4,150	0,28	3,24	4,65	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	8	75,40	-0,0360	-0,004499	-0,104460	-0,013058	2,9025	885,9	1,52	2,961	0,28	4,84	3,12	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	8	75,40	-0,0479	-0,005986	-0,103500	-0,012938	2,1612	885,9	1,07	2,285	0,28	6,76	2,23	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	8	75,40	-0,0575	-0,007193	-0,102460	-0,012808	1,7807	885,9	0,79	1,867	0,28	9	1,68	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	8	75,40	-0,0175	-0,002193	-0,102460	-0,012808	5,8415	885,9	2,18	5,075	0,28	3,24	4,65	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	8	75,40	-0,0275	-0,003435	-0,100490	-0,012561	3,6568	885,9	1,41	3,515	0,28	4,84	3,12	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	8	75,40	-0,0377	-0,004713	-0,098240	-0,012280	2,6058	885,9	0,97	2,640	0,28	6,76	2,23	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	8	75,40	-0,0451	-0,005640	-0,095650	-0,011956	2,1199	885,9	0,70	2,104	0,28	9	1,68	
R_1,8 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	8	131,95	-0,0101	-0,001259	-0,021731	-0,002716	2,1580	2186,5	5,74	2,329	0,28	3,24	4,65	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	8	131,95	-0,0122	-0,001531	-0,020949	-0,002619	1,7108	2186,5	3,76	1,768	0,28	4,84	3,12	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	8	131,95	-0,0141	-0,001757	-0,020075	-0,002509	1,4285	2186,5	2,64	1,449	0,28	6,76	2,23	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	8	131,95	-0,0149	-0,001859	-0,019129	-0,002391	1,2863	2186,5	1,94	1,251	0,28	9	1,68	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	8	131,95	-0,0074	-0,000921	-0,019121	-0,002390	2,5944	2186,5	5,39	2,567	0,28	3,24	4,65	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	8	131,95	-0,0091	-0,001143	-0,017721	-0,002215	1,9386	2186,5	3,47	1,901	0,28	4,84	3,12	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	8	131,95	-0,0107	-0,001340	-0,016487	-0,002061	1,5378	2186,5	2,39	1,528	0,28	6,76	2,23	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	8	131,95	-0,0117	-0,001458	-0,015271	-0,001909	1,3091	2186,5	1,73	1,299	0,28	9	1,68	

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények					Ellenállás		Hatékonyság		Területek		
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	R	Q	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület	
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}								
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]								[m]
R_1,8 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	10	75,40	-0,0199	-0,002490	-0,070950	-0,008869	3,5617	955,0	2,48	2,952	0,13	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	10	75,40	-0,0272	-0,003398	-0,070340	-0,008793	2,5879	955,0	1,63	2,176	0,13	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	10	75,40	-0,0347	-0,004331	-0,069630	-0,008704	2,0095	955,0	1,14	1,735	0,13	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	10	75,40	-0,0408	-0,005094	-0,068950	-0,008619	1,6920	955,0	0,84	1,462	0,13	9	1,40	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	10	75,40	-0,0159	-0,001986	-0,068710	-0,008589	4,3241	955,0	2,31	3,382	0,13	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	10	75,40	-0,0215	-0,002688	-0,067180	-0,008398	3,1247	955,0	1,49	2,427	0,13	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	10	75,40	-0,0284	-0,003544	-0,065640	-0,008205	2,3153	955,0	1,02	1,891	0,13	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	10	75,40	-0,0342	-0,004276	-0,064140	-0,008018	1,8749	955,0	0,74	1,563	0,13	9	1,40	
R_1,8 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	10	50,27	-0,0341	-0,004263	-0,122050	-0,015256	3,5792	628,4	1,63	3,121	0,13	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	10	50,27	-0,0483	-0,006041	-0,121120	-0,015140	2,5061	628,4	1,07	2,287	0,13	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	10	50,27	-0,0606	-0,007574	-0,119970	-0,014996	1,9800	628,4	0,75	1,813	0,13	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	10	50,27	-0,0702	-0,008771	-0,118940	-0,014868	1,6950	628,4	0,55	1,519	0,13	9	1,40	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	10	50,27	-0,0255	-0,003189	-0,118500	-0,014813	4,6452	628,4	1,52	3,741	0,13	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	10	50,27	-0,0363	-0,004535	-0,115990	-0,014499	3,1971	628,4	0,98	2,658	0,13	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	10	50,27	-0,0475	-0,005941	-0,113440	-0,014180	2,3867	628,4	0,67	2,051	0,13	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	10	50,27	-0,0565	-0,007066	-0,110710	-0,013839	1,9584	628,4	0,49	1,678	0,13	9	1,40	
R_1,8 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	10	87,96	-0,0120	-0,001500	-0,022756	-0,002845	1,8968	1382,3	3,59	1,719	0,13	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	10	87,96	-0,0142	-0,001774	-0,021936	-0,002742	1,5460	1382,3	2,35	1,368	0,13	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	10	87,96	-0,0155	-0,001941	-0,020866	-0,002608	1,3441	1382,3	1,65	1,168	0,13	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	10	87,96	-0,0163	-0,002037	-0,020170	-0,002521	1,2375	1382,3	1,21	1,045	0,13	9	1,40	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	10	87,96	-0,0093	-0,001167	-0,019859	-0,002482	2,1278	1382,3	3,34	1,857	0,13	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	10	87,96	-0,0109	-0,001359	-0,018464	-0,002308	1,6980	1382,3	2,15	1,445	0,13	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	10	87,96	-0,0125	-0,001564	-0,017196	-0,002150	1,3743	1382,3	1,48	1,214	0,13	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	10	87,96	-0,0133	-0,001660	-0,016047	-0,002006	1,2087	1382,3	1,07	1,072	0,13	9	1,40	

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények					Ellenállás		Hatékonyság		Területek		
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	R	Q	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület	
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}								
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]								[m]
R_1,8 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	10	94,25	-0,0170	-0,002129	-0,071100	-0,008888	4,1750	1256,6	3,28	3,679	0,20	3,24	4,85	
R_2,2 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	10	94,25	-0,0233	-0,002918	-0,070470	-0,008809	3,0193	1256,6	2,15	2,652	0,20	4,84	3,25	
R_2,6 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	10	94,25	-0,0307	-0,003838	-0,069850	-0,008731	2,2752	1256,6	1,51	2,069	0,20	6,76	2,32	
R_3,0 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	10	94,25	-0,0372	-0,004648	-0,069180	-0,008648	1,8607	1256,6	1,11	1,708	0,20	9	1,75	
R_1,8 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	10	94,25	-0,0128	-0,001601	-0,069020	-0,008628	5,3880	1256,6	3,07	4,264	0,20	3,24	4,85	
R_2,2 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	10	94,25	-0,0185	-0,002309	-0,067610	-0,008451	3,6605	1256,6	1,97	2,994	0,20	4,84	3,25	
R_2,6 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	10	94,25	-0,0246	-0,003079	-0,066110	-0,008264	2,6841	1256,6	1,36	2,282	0,20	6,76	2,32	
R_3,0 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	10	94,25	-0,0311	-0,003891	-0,064480	-0,008060	2,0713	1256,6	0,99	1,846	0,20	9	1,75	
R_1,8 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	10	62,83	-0,0283	-0,003532	-0,122320	-0,015290	4,3296	824,6	2,15	3,894	0,20	3,24	4,85	
R_2,2 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	10	62,83	-0,0401	-0,005008	-0,121380	-0,015173	3,0300	824,6	1,41	2,793	0,20	4,84	3,25	
R_2,6 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	10	62,83	-0,0531	-0,006643	-0,120240	-0,015030	2,2627	824,6	0,99	2,168	0,20	6,76	2,32	
R_3,0 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	10	62,83	-0,0640	-0,008005	-0,119210	-0,014901	1,8615	824,6	0,73	1,780	0,20	9	1,75	
R_1,8 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	10	62,83	-0,0198	-0,002475	-0,118940	-0,014868	6,0071	824,6	2,01	4,731	0,20	3,24	4,85	
R_2,2 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	10	62,83	-0,0303	-0,003784	-0,116690	-0,014586	3,8550	824,6	1,30	3,295	0,20	4,84	3,25	
R_2,6 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	10	62,83	-0,0415	-0,005189	-0,114220	-0,014278	2,7516	824,6	0,89	2,489	0,20	6,76	2,32	
R_3,0 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	10	62,83	-0,0518	-0,006470	-0,111320	-0,013915	2,1507	824,6	0,65	1,996	0,20	9	1,75	
R_1,8 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	10	109,96	-0,0110	-0,001369	-0,022993	-0,002874	2,0992	1885,0	4,92	2,097	0,20	3,24	4,85	
R_2,2 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	10	109,96	-0,0131	-0,001632	-0,022121	-0,002765	1,6947	1885,0	3,22	1,616	0,20	4,84	3,25	
R_2,6 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	10	109,96	-0,0149	-0,001862	-0,021299	-0,002662	1,4298	1885,0	2,26	1,342	0,20	6,76	2,32	
R_3,0 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	10	109,96	-0,0158	-0,001981	-0,020376	-0,002547	1,2859	1885,0	1,66	1,173	0,20	9	1,75	
R_1,8 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	10	109,96	-0,0082	-0,001028	-0,020171	-0,002521	2,4518	1885,0	4,60	2,293	0,20	3,24	4,85	
R_2,2 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	10	109,96	-0,0099	-0,001242	-0,018813	-0,002352	1,8940	1885,0	2,96	1,726	0,20	4,84	3,25	
R_2,6 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	10	109,96	-0,0116	-0,001451	-0,017516	-0,002190	1,5093	1885,0	2,04	1,407	0,20	6,76	2,32	
R_3,0 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	10	109,96	-0,0126	-0,001571	-0,016300	-0,002038	1,2967	1885,0	1,48	1,212	0,20	9	1,75	

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények					Ellenállás		Hatékonyság		Területek		
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	R	Q	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület	
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}								
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]								[m]
R_1,8 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	10	113,10	-0,0145	-0,001818	-0,071280	-0,008910	4,9023	1583,4	4,16	4,473	0,28	3,24	5,82	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	10	113,10	-0,0206	-0,002580	-0,070690	-0,008836	3,4249	1583,4	2,72	3,173	0,28	4,84	3,89	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	10	113,10	-0,0279	-0,003481	-0,069970	-0,008746	2,5124	1583,4	1,91	2,434	0,28	6,76	2,79	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	10	113,10	-0,0338	-0,004220	-0,069320	-0,008665	2,0533	1583,4	1,41	1,976	0,28	9	2,09	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	10	113,10	-0,0105	-0,001311	-0,069340	-0,008668	6,6101	1583,4	3,90	5,237	0,28	3,24	5,82	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	10	113,10	-0,0160	-0,001998	-0,067930	-0,008491	4,2509	1583,4	2,51	3,619	0,28	4,84	3,89	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	10	113,10	-0,0217	-0,002711	-0,066520	-0,008315	3,0669	1583,4	1,73	2,712	0,28	6,76	2,79	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	10	113,10	-0,0268	-0,003346	-0,064910	-0,008114	2,4247	1583,4	1,25	2,156	0,28	9	2,09	
R_1,8 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	10	75,40	-0,0237	-0,002956	-0,122580	-0,015323	5,1831	1036,7	2,72	4,737	0,28	3,24	5,82	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	10	75,40	-0,0346	-0,004321	-0,121630	-0,015204	3,5184	1036,7	1,78	3,346	0,28	4,84	3,89	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	10	75,40	-0,0482	-0,006019	-0,120580	-0,015073	2,5043	1036,7	1,25	2,555	0,28	6,76	2,79	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	10	75,40	-0,0587	-0,007343	-0,119450	-0,014931	2,0335	1036,7	0,92	2,065	0,28	9	2,09	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	10	75,40	-0,0162	-0,002023	-0,119450	-0,014931	7,3826	1036,7	2,56	5,820	0,28	3,24	5,82	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	10	75,40	-0,0257	-0,003206	-0,117290	-0,014661	4,5727	1036,7	1,64	3,994	0,28	4,84	3,89	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	10	75,40	-0,0363	-0,004534	-0,114830	-0,014354	3,1660	1036,7	1,13	2,970	0,28	6,76	2,79	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	10	75,40	-0,0446	-0,005575	-0,112020	-0,014003	2,5117	1036,7	0,82	2,344	0,28	9	2,09	
R_1,8 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	10	131,95	-0,0100	-0,001250	-0,023179	-0,002897	2,3177	2450,4	6,43	2,526	0,28	3,24	5,82	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	10	131,95	-0,0122	-0,001523	-0,022385	-0,002798	1,8368	2450,4	4,21	1,896	0,28	4,84	3,89	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	10	131,95	-0,0142	-0,001773	-0,021494	-0,002687	1,5156	2450,4	2,96	1,539	0,28	6,76	2,79	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	10	131,95	-0,0152	-0,001905	-0,020532	-0,002567	1,3470	2450,4	2,17	1,317	0,28	9	2,09	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	10	131,95	-0,0071	-0,000891	-0,020523	-0,002565	2,8808	2450,4	6,04	2,792	0,28	3,24	5,82	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	10	131,95	-0,0090	-0,001126	-0,019096	-0,002387	2,1206	2450,4	3,89	2,046	0,28	4,84	3,89	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	10	131,95	-0,0107	-0,001344	-0,017838	-0,002230	1,6597	2450,4	2,68	1,628	0,28	6,76	2,79	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	10	131,95	-0,0119	-0,001485	-0,016593	-0,002074	1,3966	2450,4	1,94	1,372	0,28	9	2,09	

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények					Ellenállás		Hatékonyság		Területek		
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	R	Q	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület	
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}								
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]								[m]
R_1,8 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	6	75,40	-0,0359	-0,004483	-0,072780	-0,009098	2,0296	653,5	1,27	2,152	0,13	3,24	2,33	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	6	75,40	-0,0465	-0,005818	-0,072120	-0,009015	1,5496	653,5	0,84	1,657	0,13	4,84	1,56	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	6	75,40	-0,0510	-0,006380	-0,071500	-0,008938	1,4009	653,5	0,59	1,375	0,13	6,76	1,12	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	6	75,40	-0,0549	-0,006860	-0,070820	-0,008853	1,2905	653,5	0,44	1,199	0,13	9	0,84	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	6	75,40	-0,0298	-0,003720	-0,070740	-0,008843	2,3770	653,5	1,20	2,461	0,13	3,24	2,33	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	6	75,40	-0,0378	-0,004720	-0,069190	-0,008649	1,8324	653,5	0,78	1,844	0,13	4,84	1,56	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	6	75,40	-0,0440	-0,005499	-0,067430	-0,008429	1,5328	653,5	0,54	1,496	0,13	6,76	1,12	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	6	75,40	-0,0494	-0,006180	-0,066300	-0,008288	1,3410	653,5	0,40	1,281	0,13	9	0,84	
R_1,8 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	6	50,27	-0,0594	-0,007425	-0,121500	-0,015188	2,0455	427,3	0,83	2,171	0,13	3,24	2,33	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	6	50,27	-0,0738	-0,009225	-0,120500	-0,015063	1,6328	427,3	0,55	1,669	0,13	4,84	1,56	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	6	50,27	-0,0832	-0,010400	-0,119300	-0,014913	1,4339	427,3	0,39	1,383	0,13	6,76	1,12	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	6	50,27	-0,0895	-0,011188	-0,118500	-0,014813	1,3240	427,3	0,29	1,205	0,13	9	0,84	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	6	50,27	-0,0472	-0,005900	-0,118100	-0,014763	2,5021	427,3	0,79	2,581	0,13	3,24	2,33	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	6	50,27	-0,0606	-0,007575	-0,115800	-0,014475	1,9109	427,3	0,51	1,922	0,13	4,84	1,56	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	6	50,27	-0,0701	-0,008763	-0,113300	-0,014163	1,6163	427,3	0,36	1,550	0,13	6,76	1,12	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	6	50,27	-0,0790	-0,009875	-0,110600	-0,013825	1,4000	427,3	0,26	1,321	0,13	9	0,84	
R_1,8 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	6	87,96	-0,0194	-0,002425	-0,029880	-0,003735	1,5402	1030,4	2,00	1,533	0,13	3,24	2,33	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	6	87,96	-0,0222	-0,002779	-0,029000	-0,003625	1,3045	1030,4	1,32	1,249	0,13	4,84	1,56	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	6	87,96	-0,0236	-0,002948	-0,028040	-0,003505	1,1891	1030,4	0,93	1,087	0,13	6,76	1,12	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	6	87,96	-0,0241	-0,003009	-0,027250	-0,003406	1,1321	1030,4	0,69	0,986	0,13	9	0,84	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	6	87,96	-0,0160	-0,002003	-0,026900	-0,003363	1,6792	1030,4	1,90	1,662	0,13	3,24	2,33	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	6	87,96	-0,0181	-0,002264	-0,025310	-0,003164	1,3972	1030,4	1,23	1,325	0,13	4,84	1,56	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	6	87,96	-0,0197	-0,002466	-0,023917	-0,002990	1,2125	1030,4	0,86	1,135	0,13	6,76	1,12	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	6	87,96	-0,0202	-0,002524	-0,022372	-0,002797	1,1082	1030,4	0,63	1,018	0,13	9	0,84	

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények					Ellenállás		Hatékonyság		Területek		
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	R	Q	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület	
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}								
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]								[m]
R_1,8 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	6	94,25	-0,0303	-0,003791	-0,072990	-0,009124	2,4065	879,6	1,72	2,663	0,20	3,24	2,91	
R_2,2 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	6	94,25	-0,0402	-0,005030	-0,072260	-0,009033	1,7957	879,6	1,13	1,993	0,20	4,84	1,95	
R_2,6 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	6	94,25	-0,0479	-0,005993	-0,071650	-0,008956	1,4946	879,6	0,80	1,612	0,20	6,76	1,39	
R_3,0 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	6	94,25	-0,0523	-0,006534	-0,070820	-0,008853	1,3549	879,6	0,59	1,374	0,20	9	1,05	
R_1,8 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	6	94,25	-0,0239	-0,002984	-0,071060	-0,008883	2,9770	879,6	1,63	3,088	0,20	3,24	2,91	
R_2,2 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	6	94,25	-0,0336	-0,004201	-0,069610	-0,008701	2,0711	879,6	1,06	2,251	0,20	4,84	1,95	
R_2,6 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	6	94,25	-0,0403	-0,005043	-0,068210	-0,008526	1,6908	879,6	0,74	1,779	0,20	6,76	1,39	
R_3,0 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	6	94,25	-0,0467	-0,005831	-0,066570	-0,008321	1,4270	879,6	0,54	1,488	0,20	9	1,05	
R_1,8 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	6	62,83	-0,0500	-0,006250	-0,121800	-0,015225	2,4360	573,3	1,12	2,681	0,20	3,24	2,91	
R_2,2 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	6	62,83	-0,0661	-0,008263	-0,120700	-0,015088	1,8260	573,3	0,74	2,006	0,20	4,84	1,95	
R_2,6 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	6	62,83	-0,0783	-0,009788	-0,119700	-0,014963	1,5287	573,3	0,52	1,620	0,20	6,76	1,39	
R_3,0 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	6	62,83	-0,0855	-0,010688	-0,118800	-0,014850	1,3895	573,3	0,38	1,381	0,20	9	1,05	
R_1,8 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	6	62,83	-0,0373	-0,004663	-0,118600	-0,014825	3,1796	573,3	1,06	3,243	0,20	3,24	2,91	
R_2,2 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	6	62,83	-0,0534	-0,006670	-0,116300	-0,014538	2,1795	573,3	0,69	2,352	0,20	4,84	1,95	
R_2,6 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	6	62,83	-0,0646	-0,008075	-0,113900	-0,014238	1,7632	573,3	0,48	1,849	0,20	6,76	1,39	
R_3,0 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	6	62,83	-0,0746	-0,009325	-0,111200	-0,013900	1,4906	573,3	0,35	1,539	0,20	9	1,05	
R_1,8 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	6	109,96	-0,0173	-0,002168	-0,030140	-0,003768	1,7382	1445,1	2,82	1,872	0,20	3,24	2,91	
R_2,2 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	6	109,96	-0,0206	-0,002570	-0,029210	-0,003651	1,4207	1445,1	1,86	1,472	0,20	4,84	1,95	
R_2,6 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	6	109,96	-0,0227	-0,002840	-0,028310	-0,003539	1,2462	1445,1	1,31	1,244	0,20	6,76	1,39	
R_3,0 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	6	109,96	-0,0234	-0,002926	-0,027480	-0,003435	1,1739	1445,1	0,97	1,103	0,20	9	1,05	
R_1,8 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	6	109,96	-0,0139	-0,001734	-0,027260	-0,003408	1,9654	1445,1	2,68	2,060	0,20	3,24	2,91	
R_2,2 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	6	109,96	-0,0166	-0,002078	-0,025690	-0,003211	1,5454	1445,1	1,74	1,583	0,20	4,84	1,95	
R_2,6 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	6	109,96	-0,0187	-0,002341	-0,024225	-0,003028	1,2937	1445,1	1,21	1,314	0,20	6,76	1,39	
R_3,0 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	6	109,96	-0,0196	-0,002447	-0,022679	-0,002835	1,1583	1445,1	0,88	1,148	0,20	9	1,05	

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények					Ellenállás		Hatékonyság		Területek		
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	R	Q	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület	
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}								
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]								[m]
R_1,8 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	6	113,10	-0,0257	-0,003209	-0,073130	-0,009141	2,8489	1131,0	2,21	3,234	0,28	3,24	3,49	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	6	113,10	-0,0357	-0,004464	-0,072680	-0,009085	2,0353	1131,0	1,46	2,369	0,28	4,84	2,34	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	6	113,10	-0,0447	-0,005590	-0,071840	-0,008980	1,6064	1131,0	1,03	1,877	0,28	6,76	1,67	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	6	113,10	-0,0496	-0,006196	-0,071270	-0,008909	1,4378	1131,0	0,76	1,570	0,28	9	1,26	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	6	113,10	-0,0199	-0,002489	-0,071310	-0,008914	3,5814	1131,0	2,11	3,794	0,28	3,24	3,49	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	6	113,10	-0,0295	-0,003693	-0,069940	-0,008743	2,3676	1131,0	1,37	2,710	0,28	4,84	2,34	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	6	113,10	-0,0371	-0,004641	-0,068540	-0,008568	1,8459	1131,0	0,95	2,097	0,28	6,76	1,67	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	6	113,10	-0,0449	-0,005613	-0,067000	-0,008375	1,4922	1131,0	0,70	1,720	0,28	9	1,26	
R_1,8 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	6	75,40	-0,0419	-0,005238	-0,122000	-0,015250	2,9117	735,1	1,44	3,251	0,28	3,24	3,49	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	6	75,40	-0,0587	-0,007338	-0,121000	-0,015125	2,0613	735,1	0,95	2,381	0,28	4,84	2,34	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	6	75,40	-0,0728	-0,009100	-0,119900	-0,014988	1,6470	735,1	0,67	1,885	0,28	6,76	1,67	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	6	75,40	-0,0812	-0,010150	-0,118900	-0,014863	1,4643	735,1	0,49	1,576	0,28	9	1,26	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	6	75,40	-0,0313	-0,003913	-0,119100	-0,014888	3,8051	735,1	1,37	3,985	0,28	3,24	3,49	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	6	75,40	-0,0470	-0,005875	-0,116800	-0,014600	2,4851	735,1	0,89	2,834	0,28	4,84	2,34	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	6	75,40	-0,0592	-0,007398	-0,114600	-0,014325	1,9365	735,1	0,62	2,184	0,28	6,76	1,67	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	6	75,40	-0,0684	-0,008550	-0,111900	-0,013988	1,6360	735,1	0,45	1,783	0,28	9	1,26	
R_1,8 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	6	131,95	-0,0155	-0,001933	-0,030350	-0,003794	1,9631	1922,7	3,77	2,266	0,28	3,24	3,49	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	6	131,95	-0,0189	-0,002356	-0,029480	-0,003685	1,5639	1922,7	2,48	1,732	0,28	4,84	2,34	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	6	131,95	-0,0218	-0,002720	-0,028520	-0,003565	1,3107	1922,7	1,75	1,427	0,28	6,76	1,67	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	6	131,95	-0,0228	-0,002846	-0,027660	-0,003458	1,2148	1922,7	1,29	1,238	0,28	9	1,26	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	6	131,95	-0,0120	-0,001501	-0,027660	-0,003458	2,3031	1922,7	3,59	2,523	0,28	3,24	3,49	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	6	131,95	-0,0150	-0,001880	-0,026020	-0,003253	1,7302	1922,7	2,33	1,884	0,28	4,84	2,34	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	6	131,95	-0,0174	-0,002170	-0,024601	-0,003075	1,4173	1922,7	1,62	1,523	0,28	6,76	1,67	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	6	131,95	-0,0186	-0,002322	-0,023021	-0,002878	1,2394	1922,7	1,18	1,301	0,28	9	1,26	

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények							Területek				
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	Ellenállás		Hatékonyság	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}		R	Q					
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]		[m]	[KN]					
R_1,8 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	8	75,40	-0,0349	-0,004368	-0,090690	-0,011336	2,5956	804,2	1,56	2,487	0,13	3,24	3,10	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	8	75,40	-0,0477	-0,005966	-0,089930	-0,011241	1,8841	804,2	1,03	1,878	0,13	4,84	2,08	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	8	75,40	-0,0563	-0,007031	-0,089180	-0,011148	1,5854	804,2	0,73	1,530	0,13	6,76	1,49	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	8	75,40	-0,0626	-0,007825	-0,088410	-0,011051	1,4123	804,2	0,54	1,314	0,13	9	1,12	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	8	75,40	-0,0284	-0,003553	-0,088320	-0,011040	3,1077	804,2	1,48	2,867	0,13	3,24	3,10	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	8	75,40	-0,0386	-0,004823	-0,086540	-0,010818	2,2431	804,2	0,96	2,108	0,13	4,84	2,08	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	8	75,40	-0,0477	-0,005961	-0,084830	-0,010604	1,7788	804,2	0,67	1,679	0,13	6,76	1,49	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	8	75,40	-0,0548	-0,006849	-0,083190	-0,010399	1,5183	804,2	0,49	1,415	0,13	9	1,12	
R_1,8 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	8	50,27	-0,0600	-0,007504	-0,151850	-0,018981	2,5296	527,8	1,03	2,517	0,13	3,24	3,10	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	8	50,27	-0,0800	-0,010000	-0,150660	-0,018833	1,8833	527,8	0,68	1,897	0,13	4,84	2,08	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	8	50,27	-0,0926	-0,011578	-0,149300	-0,018663	1,6120	527,8	0,48	1,544	0,13	6,76	1,49	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	8	50,27	-0,1026	-0,012825	-0,148300	-0,018538	1,4454	527,8	0,35	1,324	0,13	9	1,12	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	8	50,27	-0,0461	-0,005764	-0,147980	-0,018498	3,2093	527,8	0,97	3,023	0,13	3,24	3,10	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	8	50,27	-0,0625	-0,007818	-0,145230	-0,018154	2,3222	527,8	0,63	2,210	0,13	4,84	2,08	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	8	50,27	-0,0764	-0,009549	-0,142330	-0,017791	1,8632	527,8	0,44	1,750	0,13	6,76	1,49	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	8	50,27	-0,0850	-0,010629	-0,139330	-0,017416	1,6386	527,8	0,32	1,467	0,13	9	1,12	
R_1,8 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	8	87,96	-0,0185	-0,002317	-0,033756	-0,004220	1,8208	1206,4	2,34	1,675	0,13	3,24	3,10	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	8	87,96	-0,0223	-0,002782	-0,032808	-0,004101	1,4742	1206,4	1,54	1,342	0,13	4,84	2,08	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	8	87,96	-0,0245	-0,003067	-0,031773	-0,003972	1,2949	1206,4	1,09	1,153	0,13	6,76	1,49	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	8	87,96	-0,0257	-0,003208	-0,030923	-0,003865	1,2048	1206,4	0,81	1,035	0,13	9	1,12	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	8	87,96	-0,0150	-0,001877	-0,030550	-0,003819	2,0341	1206,4	2,22	1,826	0,13	3,24	3,10	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	8	87,96	-0,0177	-0,002211	-0,028822	-0,003603	1,6294	1206,4	1,44	1,432	0,13	4,84	2,08	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	8	87,96	-0,0204	-0,002552	-0,027309	-0,003414	1,3376	1206,4	1,00	1,209	0,13	6,76	1,49	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	8	87,96	-0,0214	-0,002676	-0,025628	-0,003204	1,1970	1206,4	0,73	1,072	0,13	9	1,12	

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények					Ellenállás		Hatékonyság		Területek		
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	R	Q	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület	
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}								
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]								[m]
R_1,8 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	8	94,25	-0,0290	-0,003620	-0,090930	-0,011366	3,1398	1068,1	2,08	3,083	0,20	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	8	94,25	-0,0410	-0,005120	-0,090090	-0,011261	2,1995	1068,1	1,37	2,270	0,20	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	8	94,25	-0,0512	-0,006405	-0,089350	-0,011169	1,7438	1068,1	0,97	1,807	0,20	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	8	94,25	-0,0587	-0,007331	-0,088410	-0,011051	1,5074	1068,1	0,72	1,519	0,20	9	1,40	
R_1,8 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	8	94,25	-0,0225	-0,002811	-0,088700	-0,011088	3,9440	1068,1	1,98	3,600	0,20	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	8	94,25	-0,0336	-0,004195	-0,087010	-0,010876	2,5927	1068,1	1,29	2,584	0,20	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	8	94,25	-0,0425	-0,005314	-0,085380	-0,010673	2,0085	1068,1	0,89	2,010	0,20	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	8	94,25	-0,0508	-0,006353	-0,083500	-0,010438	1,6431	1068,1	0,65	1,657	0,20	9	1,40	
R_1,8 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	8	62,83	-0,0485	-0,006059	-0,152160	-0,019020	3,1393	699,0	1,36	3,116	0,20	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	8	62,83	-0,0689	-0,008613	-0,150910	-0,018864	2,1903	699,0	0,90	2,292	0,20	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	8	62,83	-0,0842	-0,010523	-0,149690	-0,018711	1,7782	699,0	0,63	1,822	0,20	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	8	62,83	-0,0964	-0,012049	-0,148690	-0,018586	1,5426	699,0	0,47	1,530	0,20	9	1,40	
R_1,8 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	8	62,83	-0,0354	-0,004429	-0,148520	-0,018565	4,1919	699,0	1,30	3,800	0,20	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	8	62,83	-0,0543	-0,006789	-0,145840	-0,018230	2,6853	699,0	0,84	2,714	0,20	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	8	62,83	-0,0683	-0,008535	-0,143030	-0,017879	2,0948	699,0	0,59	2,100	0,20	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	8	62,83	-0,0810	-0,010120	-0,139960	-0,017495	1,7288	699,0	0,43	1,723	0,20	9	1,40	
R_1,8 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	8	109,96	-0,0165	-0,002068	-0,034034	-0,004254	2,0577	1665,0	3,25	2,051	0,20	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	8	109,96	-0,0203	-0,002533	-0,033028	-0,004129	1,6296	1665,0	2,14	1,590	0,20	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	8	109,96	-0,0233	-0,002908	-0,032068	-0,004009	1,3783	1665,0	1,51	1,327	0,20	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	8	109,96	-0,0248	-0,003101	-0,031170	-0,003896	1,2567	1665,0	1,12	1,164	0,20	9	1,40	
R_1,8 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	8	109,96	-0,0130	-0,001621	-0,030930	-0,003866	2,3855	1665,0	3,09	2,266	0,20	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	8	109,96	-0,0161	-0,002012	-0,029241	-0,003655	1,8170	1665,0	2,01	1,718	0,20	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	8	109,96	-0,0188	-0,002344	-0,027646	-0,003456	1,4741	1665,0	1,39	1,408	0,20	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	8	109,96	-0,0206	-0,002581	-0,025964	-0,003246	1,2576	1665,0	1,02	1,217	0,20	9	1,40	

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények					Ellenállás		Hatékonyság		Területek		
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	R	Q	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület	
					Δu _z	ε _{cölöp}	Δu _z	ε _{cölöp} nélkül								
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]								[m]
R_1,8 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	8	113,10	-0,0243	-0,003038	-0,091000	-0,011375	3,7449	1357,2	2,66	3,741	0,28	3,24	4,65	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	8	113,10	-0,0355	-0,004435	-0,090330	-0,011291	2,5459	1357,2	1,75	2,703	0,28	4,84	3,12	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	8	113,10	-0,0465	-0,005815	-0,089570	-0,011196	1,9254	1357,2	1,23	2,112	0,28	6,76	2,23	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	8	113,10	-0,0548	-0,006844	-0,088800	-0,011100	1,6219	1357,2	0,91	1,744	0,28	9	1,68	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	8	113,10	-0,0186	-0,002324	-0,088990	-0,011124	4,7870	1357,2	2,54	4,413	0,28	3,24	4,65	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	8	113,10	-0,0287	-0,003586	-0,087400	-0,010925	3,0464	1357,2	1,65	3,112	0,28	4,84	3,12	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	8	113,10	-0,0383	-0,004789	-0,085760	-0,010720	2,2386	1357,2	1,15	2,377	0,28	6,76	2,23	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	8	113,10	-0,0452	-0,005649	-0,083980	-0,010498	1,8584	1357,2	0,84	1,924	0,28	9	1,68	
R_1,8 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	8	75,40	-0,0402	-0,005026	-0,152460	-0,019058	3,7916	885,9	1,74	3,774	0,28	3,24	4,65	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	8	75,40	-0,0596	-0,007449	-0,151220	-0,018903	2,5377	885,9	1,14	2,725	0,28	4,84	3,12	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	8	75,40	-0,0766	-0,009570	-0,149990	-0,018749	1,9591	885,9	0,81	2,127	0,28	6,76	2,23	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	8	75,40	-0,0901	-0,011264	-0,148830	-0,018604	1,6516	885,9	0,60	1,756	0,28	9	1,68	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	8	75,40	-0,0293	-0,003659	-0,149070	-0,018634	5,0929	885,9	1,66	4,659	0,28	3,24	4,65	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	8	75,40	-0,0463	-0,005788	-0,146410	-0,018301	3,1622	885,9	1,08	3,271	0,28	4,84	3,12	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	8	75,40	-0,0616	-0,007701	-0,143810	-0,017976	2,3342	885,9	0,75	2,488	0,28	6,76	2,23	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	8	75,40	-0,0727	-0,009088	-0,140750	-0,017594	1,9360	885,9	0,55	2,005	0,28	9	1,68	
R_1,8 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	8	131,95	-0,0148	-0,001853	-0,034255	-0,004282	2,3105	2186,5	4,28	2,481	0,28	3,24	4,65	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	8	131,95	-0,0186	-0,002324	-0,033323	-0,004165	1,7922	2186,5	2,82	1,873	0,28	4,84	3,12	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	8	131,95	-0,0219	-0,002734	-0,032289	-0,004036	1,4761	2186,5	1,99	1,527	0,28	6,76	2,23	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	8	131,95	-0,0237	-0,002965	-0,031365	-0,003921	1,3221	2186,5	1,47	1,312	0,28	9	1,68	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	8	131,95	-0,0112	-0,001405	-0,031363	-0,003920	2,7898	2186,5	4,09	2,773	0,28	3,24	4,65	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	8	131,95	-0,0145	-0,001808	-0,029600	-0,003700	2,0462	2186,5	2,65	2,046	0,28	4,84	3,12	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	8	131,95	-0,0174	-0,002169	-0,028057	-0,003507	1,6167	2186,5	1,84	1,636	0,28	6,76	2,23	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	8	131,95	-0,0191	-0,002392	-0,026338	-0,003292	1,3764	2186,5	1,35	1,383	0,28	9	1,68	

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények							Területek				
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	Ellenállás		Hatékonyság	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}		R	Q					
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]		[m]	[KN]					
R_1,8 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	10	75,40	-0,0334	-0,004175	-0,106630	-0,013329	3,1925	955,0	1,86	2,823	0,13	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	10	75,40	-0,0470	-0,005869	-0,105730	-0,013216	2,2520	955,0	1,22	2,099	0,13	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	10	75,40	-0,0583	-0,007293	-0,104900	-0,013113	1,7981	955,0	0,86	1,686	0,13	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	10	75,40	-0,0668	-0,008355	-0,104040	-0,013005	1,5566	955,0	0,64	1,429	0,13	9	1,40	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	10	75,40	-0,0267	-0,003336	-0,103990	-0,012999	3,8962	955,0	1,76	3,273	0,13	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	10	75,40	-0,0374	-0,004670	-0,101980	-0,012748	2,7297	955,0	1,14	2,372	0,13	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	10	75,40	-0,0483	-0,006033	-0,100100	-0,012513	2,0742	955,0	0,79	1,863	0,13	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	10	75,40	-0,0570	-0,007124	-0,098290	-0,012286	1,7247	955,0	0,58	1,549	0,13	9	1,40	
R_1,8 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	10	50,27	-0,0585	-0,007311	-0,179030	-0,022379	3,0609	628,4	1,22	2,863	0,13	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	10	50,27	-0,0814	-0,010180	-0,177640	-0,022205	2,1812	628,4	0,80	2,125	0,13	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	10	50,27	-0,0982	-0,012275	-0,176130	-0,022016	1,7936	628,4	0,57	1,705	0,13	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	10	50,27	-0,1111	-0,013890	-0,175010	-0,021876	1,5750	628,4	0,42	1,443	0,13	9	1,40	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	10	50,27	-0,0434	-0,005428	-0,174760	-0,021845	4,0249	628,4	1,16	3,466	0,13	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	10	50,27	-0,0619	-0,007735	-0,171640	-0,021455	2,7738	628,4	0,75	2,497	0,13	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	10	50,27	-0,0787	-0,009835	-0,168460	-0,021058	2,1411	628,4	0,52	1,950	0,13	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	10	50,27	-0,0916	-0,011453	-0,165150	-0,020644	1,8026	628,4	0,38	1,613	0,13	9	1,40	
R_1,8 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	10	87,96	-0,0179	-0,002232	-0,036474	-0,004559	2,0426	1382,3	2,69	1,817	0,13	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	10	87,96	-0,0216	-0,002699	-0,035484	-0,004436	1,6437	1382,3	1,77	1,436	0,13	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	10	87,96	-0,0243	-0,003044	-0,034406	-0,004301	1,4131	1382,3	1,25	1,219	0,13	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	homok	0,4	10	87,96	-0,0259	-0,003241	-0,033509	-0,004189	1,2922	1382,3	0,92	1,084	0,13	9	1,40	
R_1,8 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	10	87,96	-0,0142	-0,001774	-0,033127	-0,004141	2,3340	1382,3	2,54	1,991	0,13	3,24	3,88	
R_2,2 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	10	87,96	-0,0169	-0,002116	-0,031315	-0,003914	1,8503	1382,3	1,65	1,539	0,13	4,84	2,60	
R_2,6 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	10	87,96	-0,0201	-0,002509	-0,029727	-0,003716	1,4810	1382,3	1,15	1,283	0,13	6,76	1,86	
R_3,0 D_0,4 H_0,66	homok	0,4	10	87,96	-0,0216	-0,002701	-0,027960	-0,003495	1,2940	1382,3	0,84	1,126	0,13	9	1,40	

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények					Ellenállás		Hatékonyság		Területek		
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	R	Q	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület	
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}								
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]								[m]
R_1,8 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	10	94,25	-0,0278	-0,003473	-0,106880	-0,013360	3,8474	1256,6	2,45	3,504	0,20	3,24	4,85	
R_2,2 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	10	94,25	-0,0393	-0,004916	-0,105910	-0,013239	2,6929	1256,6	1,61	2,548	0,20	4,84	3,25	
R_2,6 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	10	94,25	-0,0520	-0,006496	-0,105080	-0,013135	2,0219	1256,6	1,14	2,002	0,20	6,76	2,32	
R_3,0 D_0,5 H_0,33	agyag	0,5	10	94,25	-0,0615	-0,007693	-0,104040	-0,013005	1,6906	1256,6	0,84	1,663	0,20	9	1,75	
R_1,8 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	10	94,25	-0,0212	-0,002648	-0,104410	-0,013051	4,9297	1256,6	2,33	4,112	0,20	3,24	4,85	
R_2,2 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	10	94,25	-0,0317	-0,003958	-0,102500	-0,012813	3,2375	1256,6	1,51	2,916	0,20	4,84	3,25	
R_2,6 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	10	94,25	-0,0425	-0,005310	-0,100710	-0,012589	2,3708	1256,6	1,05	2,241	0,20	6,76	2,32	
R_3,0 D_0,5 H_0,66	agyag	0,5	10	94,25	-0,0524	-0,006548	-0,098640	-0,012330	1,8832	1256,6	0,77	1,825	0,20	9	1,75	
R_1,8 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	10	62,83	-0,0473	-0,005915	-0,179370	-0,022421	3,7906	824,6	1,61	3,550	0,20	3,24	4,85	
R_2,2 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	10	62,83	-0,0681	-0,008514	-0,177900	-0,022238	2,6120	824,6	1,06	2,578	0,20	4,84	3,25	
R_2,6 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	10	62,83	-0,0876	-0,010945	-0,176560	-0,022070	2,0164	824,6	0,75	2,024	0,20	6,76	2,32	
R_3,0 D_0,5 H_0,33	iszap	0,5	10	62,83	-0,1025	-0,012811	-0,175430	-0,021929	1,7117	824,6	0,55	1,679	0,20	9	1,75	
R_1,8 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	10	62,83	-0,0332	-0,004148	-0,175350	-0,021919	5,2848	824,6	1,53	4,357	0,20	3,24	4,85	
R_2,2 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	10	62,83	-0,0519	-0,006483	-0,172320	-0,021540	3,3228	824,6	0,99	3,076	0,20	4,84	3,25	
R_2,6 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	10	62,83	-0,0695	-0,008690	-0,169240	-0,021155	2,4344	824,6	0,69	2,352	0,20	6,76	2,32	
R_3,0 D_0,5 H_0,66	iszap	0,5	10	62,83	-0,0848	-0,010594	-0,165850	-0,020731	1,9569	824,6	0,50	1,906	0,20	9	1,75	
R_1,8 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	10	109,96	-0,0161	-0,002013	-0,036763	-0,004595	2,2830	1885,0	3,68	2,229	0,20	3,24	4,85	
R_2,2 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	10	109,96	-0,0196	-0,002456	-0,035714	-0,004464	1,8179	1885,0	2,42	1,708	0,20	4,84	3,25	
R_2,6 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	10	109,96	-0,0230	-0,002874	-0,034713	-0,004339	1,5100	1885,0	1,71	1,410	0,20	6,76	2,32	
R_3,0 D_0,5 H_0,33	homok	0,5	10	109,96	-0,0249	-0,003112	-0,033768	-0,004221	1,3564	1885,0	1,26	1,225	0,20	9	1,75	
R_1,8 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	10	109,96	-0,0123	-0,001543	-0,033522	-0,004190	2,7159	1885,0	3,49	2,473	0,20	3,24	4,85	
R_2,2 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	10	109,96	-0,0154	-0,001921	-0,031756	-0,003970	2,0665	1885,0	2,27	1,852	0,20	4,84	3,25	
R_2,6 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	10	109,96	-0,0183	-0,002289	-0,030087	-0,003761	1,6434	1885,0	1,58	1,501	0,20	6,76	2,32	
R_3,0 D_0,5 H_0,66	homok	0,5	10	109,96	-0,0205	-0,002565	-0,028314	-0,003539	1,3796	1885,0	1,15	1,285	0,20	9	1,75	

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények					Ellenállás		Hatékonyság		Területek		
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n	R	Q	n számolt	A _{cölöp}	A _{teljes}	Köpenyfelület	
					Δu _z	ε _{cölöppel}	Δu _z	ε _{cölöp nélkül}								
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]								[m]
R_1,8 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	10	113,10	-0,0236	-0,002361	-0,106960	-0,010696	4,5303	1583,4	3,10	4,247	0,28	3,24	5,82	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	10	113,10	-0,0343	-0,003425	-0,106180	-0,010618	3,1001	1583,4	2,04	3,037	0,28	4,84	3,89	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	10	113,10	-0,0472	-0,004717	-0,105320	-0,010532	2,2328	1583,4	1,44	2,347	0,28	6,76	2,79	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	agyag	0,6	10	113,10	-0,0567	-0,005674	-0,104480	-0,010448	1,8414	1583,4	1,06	1,918	0,28	9	2,09	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	10	113,10	-0,0173	-0,001729	-0,104740	-0,010474	6,0578	1583,4	2,96	5,032	0,28	3,24	5,82	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	10	113,10	-0,0271	-0,002711	-0,102920	-0,010292	3,7964	1583,4	1,92	3,513	0,28	4,84	3,89	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	10	113,10	-0,0376	-0,003755	-0,101130	-0,010113	2,6932	1583,4	1,34	2,656	0,28	6,76	2,79	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	agyag	0,6	10	113,10	-0,0458	-0,004577	-0,099160	-0,009916	2,1665	1583,4	0,98	2,128	0,28	9	2,09	
R_1,8 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	10	75,40	-0,0370	-0,003704	-0,179710	-0,017971	4,8518	1036,7	2,03	4,297	0,28	3,24	5,82	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	10	75,40	-0,0578	-0,005777	-0,178260	-0,017826	3,0857	1036,7	1,34	3,070	0,28	4,84	3,89	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	10	75,40	-0,0770	-0,007699	-0,176890	-0,017689	2,2976	1036,7	0,94	2,370	0,28	6,76	2,79	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	iszap	0,6	10	75,40	-0,0921	-0,009211	-0,175600	-0,017560	1,9064	1036,7	0,70	1,935	0,28	9	2,09	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	10	75,40	-0,0260	-0,002600	-0,175960	-0,017596	6,7677	1036,7	1,94	5,333	0,28	3,24	5,82	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	10	75,40	-0,0440	-0,004399	-0,172930	-0,017293	3,9311	1036,7	1,26	3,709	0,28	4,84	3,89	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	10	75,40	-0,0590	-0,005900	-0,170090	-0,017009	2,8829	1036,7	0,87	2,792	0,28	6,76	2,79	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	iszap	0,6	10	75,40	-0,0728	-0,007281	-0,166710	-0,016671	2,2897	1036,7	0,64	2,227	0,28	9	2,09	
R_1,8 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	10	131,95	-0,0145	-0,001452	-0,036994	-0,003699	2,5487	2450,4	4,80	2,696	0,28	3,24	5,82	
R_2,2 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	10	131,95	-0,0182	-0,001815	-0,036023	-0,003602	1,9843	2450,4	3,16	2,015	0,28	4,84	3,89	
R_2,6 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	10	131,95	-0,0217	-0,002168	-0,034945	-0,003495	1,6119	2450,4	2,23	1,627	0,28	6,76	2,79	
R_3,0 D_0,6 H_0,33	homok	0,6	10	131,95	-0,0238	-0,002376	-0,033972	-0,003397	1,4297	2450,4	1,65	1,385	0,28	9	2,09	
R_1,8 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	10	131,95	-0,0106	-0,001059	-0,033974	-0,003397	3,2096	2450,4	4,58	3,023	0,28	3,24	5,82	
R_2,2 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	10	131,95	-0,0138	-0,001385	-0,032130	-0,003213	2,3204	2450,4	2,97	2,209	0,28	4,84	3,89	
R_2,6 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	10	131,95	-0,0168	-0,001676	-0,030517	-0,003052	1,8214	2450,4	2,07	1,749	0,28	6,76	2,79	
R_3,0 D_0,6 H_0,66	homok	0,6	10	131,95	-0,0189	-0,001888	-0,028705	-0,002871	1,5206	2450,4	1,51	1,466	0,28	9	2,09	

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények							
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel				Cölöp nélkül			
					Δu_z	$\epsilon_{cölöppel}$	Δu_z	$\epsilon_{cölöp\ nélkül}$	n	R	Q	n számolt
					[m]		[m]					
Mértékegység		[m]	[m]	[kN/m]	[m]		[m]			[kN]	[-]	
R_3,0 D_0,4 H_0,33	p agyag	0,4	6	37,70	-0,0155	-0,001931	-0,022170	-0,002771	1,4350	289,0	0,38	1,267
R_3,0 D_0,4 H_0,66	p agyag	0,4	6	37,70	-0,0132	-0,001653	-0,019230	-0,002404	1,4545	289,0	0,32	1,308
R_2,6 D_0,5 H_0,33	p agyag	0,5	6	47,12	-0,0127	-0,001586	-0,022650	-0,002831	1,7849	380,9	0,69	1,757
R_2,6 D_0,5 H_0,66	p agyag	0,5	6	47,12	-0,0104	-0,001295	-0,020470	-0,002559	1,9763	380,9	0,60	1,862
R_2,2 D_0,6 H_0,33	p agyag	0,6	6	56,55	-0,0094	-0,001173	-0,023190	-0,002899	2,4715	480,7	1,27	2,674
R_2,2 D_0,6 H_0,66	p agyag	0,6	6	56,55	-0,0072	-0,000904	-0,021690	-0,002711	3,0000	480,7	1,13	2,937
R_1,8 D_0,4 H_0,33	p agyag	0,4	8	37,70	-0,0088	-0,001094	-0,027038	-0,003380	3,0883	364,4	1,46	2,832
R_1,8 D_0,4 H_0,66	p agyag	0,4	8	37,70	-0,0070	-0,000869	-0,025520	-0,003190	3,6714	364,4	1,31	3,147
R_3,0 D_0,5 H_0,33	p agyag	0,5	8	47,12	-0,0145	-0,001815	-0,025837	-0,003230	1,7797	475,2	0,63	1,635
R_3,0 D_0,5 H_0,66	p agyag	0,5	8	47,12	-0,0120	-0,001499	-0,022718	-0,002840	1,8941	475,2	0,53	1,706
R_2,6 D_0,6 H_0,33	p agyag	0,6	8	56,55	-0,0115	-0,001440	-0,026397	-0,003300	2,2918	593,8	1,09	2,343
R_2,6 D_0,6 H_0,66	p agyag	0,6	8	56,55	-0,0088	-0,001103	-0,024057	-0,003007	2,7269	593,8	0,94	2,518
R_2,2 D_0,4 H_0,33	p agyag	0,4	10	37,70	-0,0113	-0,001412	-0,029402	-0,003675	2,6033	439,8	1,14	2,341
R_2,2 D_0,4 H_0,66	p agyag	0,4	10	37,70	-0,0087	-0,001083	-0,027159	-0,003395	3,1361	439,8	1,00	2,536
R_2,6 D_0,5 H_0,33	p agyag	0,5	10	47,12	-0,0124	-0,001544	-0,029037	-0,003630	2,3510	569,4	1,04	2,210
R_2,6 D_0,5 H_0,66	p agyag	0,5	10	47,12	-0,0208	-0,002600	-0,054830	-0,006854	2,6366	569,4	0,89	2,473
R_1,8 D_0,6 H_0,33	p agyag	0,6	10	56,55	-0,0064	-0,000805	-0,030094	-0,003762	4,6752	706,9	2,89	4,968
R_1,8 D_0,6 H_0,66	p agyag	0,6	10	56,55	-0,0045	-0,000564	-0,028671	-0,003584	6,3586	706,9	2,62	5,664
R_3,0 D_0,4 H_0,33	p agyag	0,4	6	37,70	-0,0155	-0,001931	-0,022170	-0,002771	1,4350	289,0	0,25	1,267
R_3,0 D_0,4 H_0,66	p agyag	0,4	6	37,70	-0,0132	-0,001653	-0,019230	-0,002404	1,4545	289,0	0,22	1,308
R_2,6 D_0,5 H_0,33	p agyag	0,5	6	47,12	-0,0127	-0,001586	-0,022650	-0,002831	1,7849	380,9	0,46	1,757
R_2,6 D_0,5 H_0,66	p agyag	0,5	6	47,12	-0,0104	-0,001295	-0,020470	-0,002559	1,9763	380,9	0,41	1,862
R_2,2 D_0,6 H_0,33	p agyag	0,6	6	56,55	-0,0094	-0,001173	-0,023190	-0,002899	2,4715	480,7	0,83	2,674
R_2,2 D_0,6 H_0,66	p agyag	0,6	6	56,55	-0,0072	-0,000904	-0,021690	-0,002711	3,0000	480,7	0,76	2,937
R_1,8 D_0,4 H_0,33	p agyag	0,4	8	37,70	-0,0088	-0,001094	-0,027038	-0,003380	3,0883	364,4	0,95	2,832
R_1,8 D_0,4 H_0,66	p agyag	0,4	8	37,70	-0,0070	-0,000869	-0,025520	-0,003190	3,6714	364,4	0,88	3,147
R_3,0 D_0,5 H_0,33	p agyag	0,5	8	47,12	-0,0145	-0,001815	-0,025837	-0,003230	1,7797	475,2	0,42	1,635
R_3,0 D_0,5 H_0,66	p agyag	0,5	8	47,12	-0,0120	-0,001499	-0,022718	-0,002840	1,8941	475,2	0,37	1,706
R_2,6 D_0,6 H_0,33	p agyag	0,6	8	56,55	-0,0115	-0,001440	-0,026397	-0,003300	2,2918	593,8	0,72	2,343
R_2,6 D_0,6 H_0,66	p agyag	0,6	8	56,55	-0,0088	-0,001103	-0,024057	-0,003007	2,7269	593,8	0,65	2,518
R_2,2 D_0,4 H_0,33	p agyag	0,4	10	37,70	-0,0113	-0,001412	-0,029402	-0,003675	2,6033	439,8	0,75	2,341
R_2,2 D_0,4 H_0,66	p agyag	0,4	10	37,70	-0,0087	-0,001083	-0,027159	-0,003395	3,1361	439,8	0,68	2,536
R_2,6 D_0,5 H_0,33	p agyag	0,5	10	47,12	-0,0124	-0,001544	-0,029037	-0,003630	2,3510	569,4	0,62	2,210
R_2,6 D_0,5 H_0,66	p agyag	0,5	10	47,12	-0,0208	-0,002600	-0,054830	-0,006854	2,6366	569,4	0,98	2,473
R_1,8 D_0,6 H_0,33	p agyag	0,6	10	56,55	-0,0064	-0,000805	-0,030094	-0,003762	4,6752	706,9	1,86	4,968
R_1,8 D_0,6 H_0,66	p agyag	0,6	10	56,55	-0,0045	-0,000564	-0,028671	-0,003584	6,3586	706,9	1,74	5,664

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények					Ellenállás	Hatékonyság	n számolt
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n			
					Δu_z	$\epsilon_{cölöppel}$	Δu_z	$\epsilon_{cölöp\ nélkül}$				
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]				
R_3,0 D_0,4 H_0,33	p agyag	0,4	6	37,70	-0,0155	-0,001931	-0,022170	-0,002771	1,4350	289,0	0,19	1,267
R_3,0 D_0,4 H_0,66	p agyag	0,4	6	37,70	-0,0132	-0,001653	-0,019230	-0,002404	1,4545	289,0	0,18	1,308
R_2,6 D_0,5 H_0,33	p agyag	0,5	6	47,12	-0,0127	-0,001586	-0,022650	-0,002831	1,7849	380,9	0,35	1,757
R_2,6 D_0,5 H_0,66	p agyag	0,5	6	47,12	-0,0104	-0,001295	-0,020470	-0,002559	1,9763	380,9	0,32	1,862
R_2,2 D_0,6 H_0,33	p agyag	0,6	6	56,55	-0,0094	-0,001173	-0,023190	-0,002899	2,4715	480,7	0,62	2,674
R_2,2 D_0,6 H_0,66	p agyag	0,6	6	56,55	-0,0072	-0,000904	-0,021690	-0,002711	3,0000	480,7	0,58	2,937
R_1,8 D_0,4 H_0,33	p agyag	0,4	8	37,70	-0,0088	-0,001094	-0,027038	-0,003380	3,0883	364,4	0,71	2,832
R_1,8 D_0,4 H_0,66	p agyag	0,4	8	37,70	-0,0070	-0,000869	-0,025520	-0,003190	3,6714	364,4	0,67	3,147
R_3,0 D_0,5 H_0,33	p agyag	0,5	8	47,12	-0,0145	-0,001815	-0,025837	-0,003230	1,7797	475,2	0,32	1,635
R_3,0 D_0,5 H_0,66	p agyag	0,5	8	47,12	-0,0120	-0,001499	-0,022718	-0,002840	1,8941	475,2	0,29	1,706
R_2,6 D_0,6 H_0,33	p agyag	0,6	8	56,55	-0,0115	-0,001440	-0,026397	-0,003300	2,2918	593,8	0,54	2,343
R_2,6 D_0,6 H_0,66	p agyag	0,6	8	56,55	-0,0088	-0,001103	-0,024057	-0,003007	2,7269	593,8	0,50	2,518
R_2,2 D_0,4 H_0,33	p agyag	0,4	10	37,70	-0,0113	-0,001412	-0,029402	-0,003675	2,6033	439,8	0,56	2,341
R_2,2 D_0,4 H_0,66	p agyag	0,4	10	37,70	-0,0087	-0,001083	-0,027159	-0,003395	3,1361	439,8	0,53	2,536
R_2,6 D_0,5 H_0,33	p agyag	0,5	10	47,12	-0,0124	-0,001544	-0,029037	-0,003630	2,3510	569,4	0,52	2,210
R_2,6 D_0,5 H_0,66	p agyag	0,5	10	47,12	-0,0208	-0,002600	-0,054830	-0,006854	2,6366	569,4	0,48	2,473
R_1,8 D_0,6 H_0,33	p agyag	0,6	10	56,55	-0,0064	-0,000805	-0,030094	-0,003762	4,6752	706,9	1,38	4,968
R_1,8 D_0,6 H_0,66	p agyag	0,6	10	56,55	-0,0045	-0,000564	-0,028671	-0,003584	6,3586	706,9	1,32	5,664

Megnevezés	Talaj	Cölöp			Eredmények				
		Átmérő	Hossz	Köpenysúrlódás	Cölöppel		Cölöp nélkül		n
					Δu_z	$\epsilon_{cölöppel}$	Δu_z	$\epsilon_{cölöp\ nélkül}$	
					[m]	[m]	[kN/m]	[m]	
R_1,8 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	8	75,40	-0,0088	-0,001094	-0,027038	-0,003380	3,0883
R_1,8 D_0,4 H_0,59	agyag	0,4	8	75,40	-0,0082	-0,001026	-0,026677	-0,003335	3,2497
R_1,8 D_0,4 H_0,70	agyag	0,4	8	75,40	-0,0078	-0,000973	-0,026282	-0,003285	3,3755
R_1,8 D_0,4 H_0,82	agyag	0,4	8	75,40	-0,0071	-0,000885	-0,025872	-0,003234	3,6532
R_1,8 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	8	75,40	-0,0070	-0,000869	-0,025520	-0,003190	3,6714
R_1,8 D_0,4 H_0,33	iszap	0,4	8	50,27	-0,0144	-0,001805	-0,050000	-0,006250	3,4626
R_1,8 D_0,4 H_0,59	iszap	0,4	8	50,27	-0,0132	-0,001654	-0,049480	-0,006185	3,7400
R_1,8 D_0,4 H_0,70	iszap	0,4	8	50,27	-0,0120	-0,001499	-0,048910	-0,006114	4,0792
R_1,8 D_0,4 H_0,82	iszap	0,4	8	50,27	-0,0112	-0,001397	-0,048210	-0,006026	4,3149
R_1,8 D_0,4 H_0,66	iszap	0,4	8	50,27	-0,0110	-0,001370	-0,047650	-0,005956	4,3476
R_2,2 D_0,4 H_0,33	agyag	0,4	8	75,40	-0,0115	-0,001433	-0,026633	-0,003329	2,3236
R_2,2 D_0,4 H_0,75	agyag	0,4	8	75,40	-0,0106	-0,001323	-0,026140	-0,003268	2,4702
R_2,2 D_0,4 H_0,90	agyag	0,4	8	75,40	-0,0099	-0,001234	-0,025670	-0,003209	2,5995
R_2,2 D_0,4 H_105	agyag	0,4	8	75,40	-0,0089	-0,001116	-0,024737	-0,003092	2,7698
R_2,2 D_0,4 H_0,66	agyag	0,4	8	75,40	-0,0089	-0,001112	-0,024533	-0,003067	2,7571