

# **HULLADÉKLERAKÓK ÁLLÉKONYSÁGI KÉRDÉSEI**

**PhD értekezés**

Tézisfüzet

**Varga Gabriella**

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Geotechnikai Tanszék

**Tudományos vezető:**

**Dr. Farkas József**

Budapest

2010. szeptember

## TARTALOMJEGYZÉK

1.	A témaválasztás indoklása.....	3
2.	Az értekezés célkitűzései, módszertana .....	3
3.	Tézisek .....	4
4.	Publikációs jegyzék.....	10
5.	Fontosabb ipari tevékenységeim .....	12

## **1. A TÉMAVÁLASZTÁS INDOKLÁSA**

Környezetünk védelme, állapotának megóvása kiemelkedő fontosságú kérdés napjainkban. A mérnöki tervezés is mindinkább környezettudatos, hiszen az egyes létesítmények tervezése során mi mérnökök is felelősséggel tartozunk az építmények funkciójával kapcsolatos „egészséges” feltételek biztosítását illetően. Mindez különösen igaz hulladéklerakók tervezése, létesítése során, amikor a heterogén szemét elhelyezésére kell megfelelő műszaki megoldást találnunk úgy, hogy a környezetszennyezés veszélyét a minimálisra csökkentsük. A hulladéklerakók megfelelő helykiválasztása, üzemeltetése, műszaki kialakítása illetve hasznosítása tehát mindenképpen aktuális kérdés hazánkban, az Európai Unióban és világviszonylatban is.

A háztartási hulladékok legnagyobb részét (közelítőleg 54 %-át) Magyarországon - a világ legtöbb országához hasonlóan - hulladéklerakókban helyezik el. A városiasodás, a gazdaság fejlődése és az életszínvonal jelentős javulása a hulladékok mennyiségének ugrásszerű emelkedését vonta maga után. A hulladék mennyiségének növekedése a telekárak emelkedésével párosulva arra készítette a szakembereket, hogy a meglévő lehetőségeiket jobban kihasználva nagyobb, mélyebb és meredekebb rézsűjű lerakókat alakítsanak ki. A lerakók méreteinek változása nagyobb nyírófeszültségeket okoz a hulladéktestben, aminek következtében nagyobb nyírószilárdságnak kell mobilizálnia. A lerakók hosszú távú viselkedésének modellezése során azok alakváltozásait kiemelt fontossággal vizsgáljuk, hiszen a beépítésre kerülő gázkutak, csurgalékvíz elvezető és monitorozó rendszerek, illetve lefedések telepítési költsége jelentős, azok folyamatos megfigyelése és karbantartása szükséges.

Hazánkban a lerakók jelentős része a lakott területektől távol helyezkedik el, ami az esetleges csúszások, felszín közeli anyagmozgások bekövetkezésekor a személyi sérülések kialakulásának valószínűségét csökkenti. A gazdasági károk azonban gyakran nehezen viselhető terheket jelentenek az üzemeltetők számára. A mozgást kiváltó tényezők sokrétűsége, és a fizikai-kémiai és biológiai folyamatok bonyolult egymásra hatása miatt meglehetősen nehéz az általános törvényszerűségek feltárása.

A szemét, a hulladék heterogén szerkezete teszi igen nehézé a vizsgált anyagok mérnöki modellezését. Az egyes minták kora, térfogatsúlya, szortírozottsága, tömörítettsége jelentősen befolyásolja a vizsgált hulladék mechanikai tulajdonságait. Mindazonáltal a hulladékok jellemzőinek alapos ismerete szükséges annak érdekében, hogy azok mechanikai tulajdonságainak időbeni változását becsülni tudjunk. Szükséges tehát a hazai viszonyokra érvényes tervezési alapelvek megfogalmazása, a hazai hulladékok állapotának felmérése és a nyírószilárdsági paraméterek meghatározása.

## **2. AZ ÉRTEKEZÉS CÉLKITŰZÉSEI, MÓDSZERTANA**

Hulladéklerakók geotechnikai vizsgálata rendkívül aktuális kérdés hazánkban, mivel az Európai Unió előírásoknak megfelelően 2007-re minden olyan hulladéklerakót meg kellett szüntetni, amely szennyezi környezetét, illetve 2009-re minden hulladéklerakónak meg kellett felelnie az uniós szabványoknak. A fenti előírás alapján 2009 júliusáig a működő lerakók 3/4-ed részét bezárták, azok rekultivációja a mai napig zajlik. A bezárt, jellemzően kis lerakókat, modern, nagy, hosszú távra tervezett hulladéklerakókkal kívánja az állam pótolni. A lefedések tervezésénél, a biogáz hasznosítás kiépítésénél, vagy az új lerakók tervezésénél elengedhetetlen a hulladék bomlási folyamatának és nyírószilárdsági paramétereinek az

ismerete. Ezek alapján a biztonsági kérdések megválaszolhatók és a gazdaságos üzemeltetés is jól tervezhetővé válik.

Értekezésem fő célja a hulladéklerakók állékonyság vizsgálataihoz nélkülözhetetlen talajfizikai jellemzők meghatározása hazai viszonyokra, a hulladék bomlási állapotának a figyelembevételével. A nyírószilárdság alakulását a hulladékban található, erősítést okozó alkotórészek arányának, anyagának és orientációjának függvényében kívánom meghatározni.

A hulladék viselkedésének megismeréséhez a szokványos talajmechanikai feltárási módszerek - a talajmechanikai fúrások – csak igen nehézkesen és magas költségekkel kivitelezhetőek. A vizsgálatokat mindezek mellett jelentősen megnehezíti a rendelkezésre álló laboratóriumi háttér korlátozott mérete is. Annak érdekében, hogy a hagyományos feltárások számát és ezáltal a költségeket minimalizálni lehessen, a CPT és CPTu szondázások alkalmazása került előtérbe. Figyelembe véve a korlátozó tényezőket, hulladéklerakók esetében a CPT vizsgálati eredmények alapján történő tervezés az eddiginél is több ismerethez juttathatja a szakembereket.

Céлом, hogy a nehezen kivitelezhető és költséges fúrásos mintavétel kiváltása érdekében átszámítási eljárást dolgozzak ki a statikus szonda (CPT) és a fúrási adatok között, az egyes hulladékfrakciók degradációs állapotának és talajfizikai jellemzőinek meghatározása céljából.

Mindezek érdekében feldolgoztam a témával kapcsolatos nemzetközi és hazai szakirodalmat. Kifejezetten hulladék vizsgálatára tervezett, nagyméretű nyíróládában határoztam meg a nyírószilárdsági paramétereket különböző bomlottági fokú hulladékmintákkal.

Annak érdekében, hogy a hulladéktestben elhelyezkedő nagyobb kiterjedésű és szilárdságú anyagok nyírószilárdságra vonatkozó erősítő hatását meg tudjam állapítani, „mesterségesen beépített” mintákat nyírtam el 200 x 200 x 150 mm-es nyíródobozban. Vizsgálataim során az erősítő anyagok tömegszázalékát, anyagát és dimenzióját is változtattam, majd 1D és 2D irányú erősítéseket is beépítettem. A vizsgálatok során az erősítő anyagok nyírási síkkal bezárt szögét is változtattam.

A hulladéktest viselkedésének megismerése érdekében CPTu szondázásokat, dinamikus szondázásokat és nagyátmérőjű fúrásokat végeztünk a Pusztazámori Regionális Hulladéklerakó telep több pontján, majd elvégeztem a kapott eredmények kiértékelését és összehasonlítását.

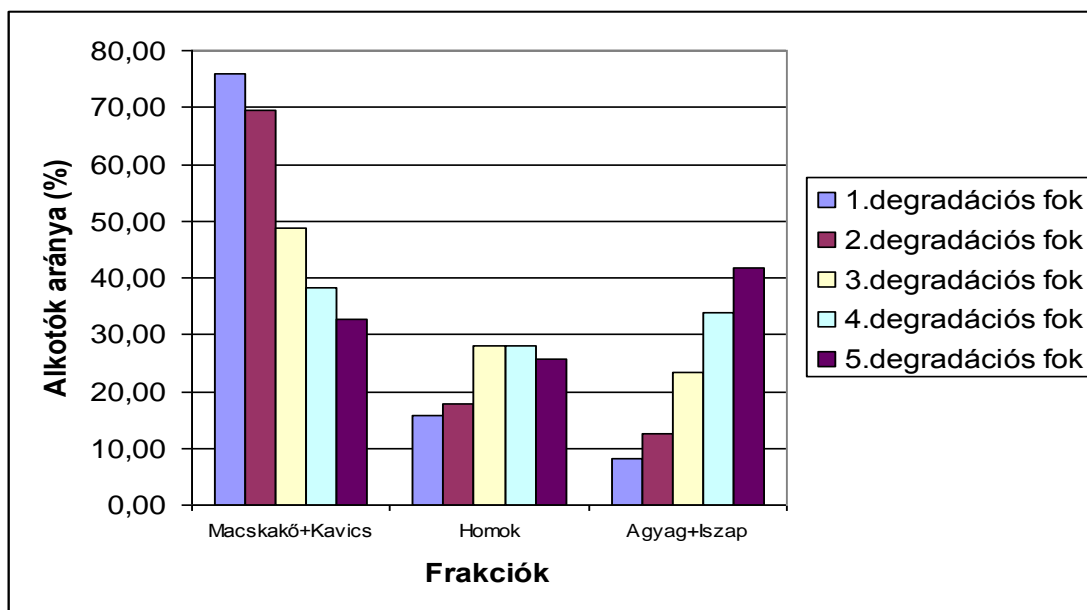
### **3. TÉZISEK**

#### **1. Tézis összefoglalása**

Szemeloszlási vizsgálatok eredményei alapján megállapítottam, hogy a szemeloszlási görbe a degradáció előrehaladtával jelentősen felfele tolódik. Ez a jelenség az alkotók mechanikai elaprózódásán túl, a szerves anyagok lebomlásából fakad. Egyes alkotó részek a degradáció alatt folyadékká vagy gázzá alakulnak, a hulladék tömörebb lesz. A lebomlás tehát a szemeloszlási görbe jelentős eltolódását eredményezi. Az ábrán a hulladékot alkotó (összevont) frakciók arányának alakulását mutatom be a degradáció során.

Mint látható a durva szemcsék aránya több mint felére csökkent, míg a finom szemcsék aránya ötszörösére emelkedett. A homok jellegű alkotók aránya 16-26% között változott. A fentiek alapján megállapítható, hogy az általam vizsgált hulladéktípusra egy adott hulladékminta szemeloszlási vizsgálatával annak degradációs állapota jól becsülhető. Természetesen a szemeloszlást a minta összetétele, a lerakott hulladék jellege, az

előválogatottság foka és a lakosság fogyasztási szokásai alapvetően befolyásolják, ezért hasznos lenne az eredményeket összevetni más lerakókból vett minták adataival.



Táblázatban fogalmaztam meg az összevont frakciók százalékos arányára vonatkozó intervallumot az egyes degradációs állapotok esetében.

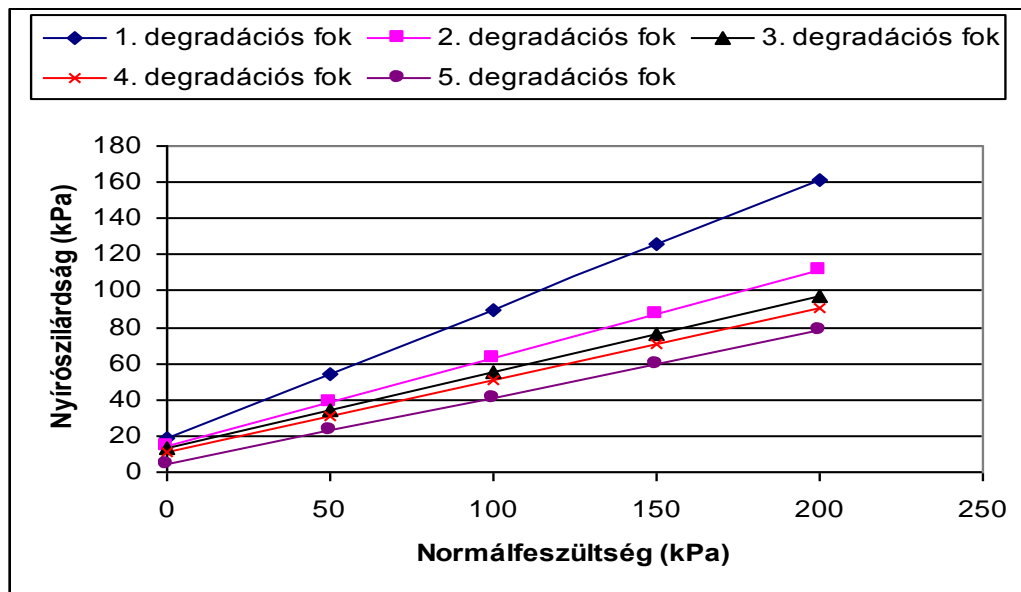
	Degradációs állapot				
	1.	2.	3.	4.	5.
<b>Durva szemcsék (%)</b>	66-86	58-75	40-58	30-45	25-40
<b>Homok (%)</b>	10-25	11-27	20-35	20-35	20-35
<b>Finom szemcsék (%)</b>	5-15	8-18	15-30	25-40	35-50

Ezen táblázat segítségével az általam vizsgált hulladékoknál egy minta degradációs állapota a szemeloszlási görbe alapján jól becsülhető. A degradációs állapot ismerete az állékonysági vizsgálatok elvégzéséhez szükséges talajfizikai paraméterek felvétele során igen hasznos információ. A degradációs állapot szemeloszlás alapján történő becsülésével a bonyolult és költségesen kivitelezhető nyírókísérletek száma minimalizálható józan mérnöki megfontolások mellett.

## 2. Tézis összefoglalása

Laboratóriumi vizsgálataim során kimutattam, hogy a hulladék nyírószilárdsága jelentősen függ annak degradációs állapotától. A degradáció során a hulladék belső súrlódási szöge jelentősen, kohéziója pedig kisebb mértékben csökkent, ami egy adott lerakó esetében az állékonyság nagymértékű romlását eredményezi.

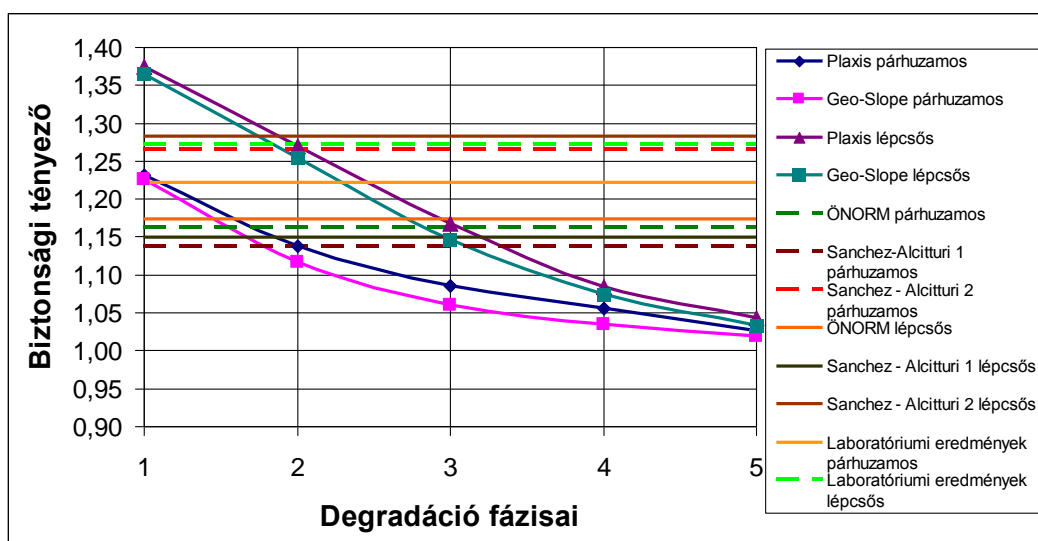
A laboratóriumi kísérletek eredményei alapján teherbírasi görbéket határoztam meg, amelyek eltérő tömörségű, összetételű és degradációs állapotú hulladékok nyírószilárdságát mutatják. A teherbírasi görbék segítségével a hulladéklerakók állékonysága egyszerűen számítható a lebomlás minden fázisában, a lerakó üzemeltetése és feltöltése az aktuális biztonsági állapotokhoz igazítható. A teherbírasi görbékkel a lerakó hosszú távú biztonsága kiszámítható, az esetleges állékonysági problémák körültekintő üzemeltetéssel elkerülhetők, ami jelentős gazdasági hasznot is jelent. A görbék segítségével ismert degradációs állapot mellett a nyírószilárdság meghatározható.



A teherbírási görbék iránymutatást adnak a hulladékminták lebomlási szintjének megállapításához is a normálfeszültségek és a nyírószilárdság értékek ismeretében, melyeket laboratóriumi kísérletekkel meg tudunk határozni. A degradációs állapot ismerete a depóniagáz hasznosításához hasznos információ és a leggazdaságosabb energia kinyerést segíti elő. A teherbírási görbék alkalmazása tehát mind gazdasági mind mérnöki szempontból hasznos hulladéklerakók tervezése és üzemeltetése során.

### 3. Tézis összefoglalása

Numerikus kísérletekkel igazoltam, hogy a hulladék degradációs állapota jelentősen befolyásolja a hulladéktest állékonyságát. Állékonyságvizsgálatok elvégzésekor szakirodalmi ajánlásokat vettem össze hazai hulladékokkal elvégzett laboratóriumi kísérletek eredményeivel. A degradációs ciklusoknak megfelelően öt rétegben modelleztem a teljes lerakott hulladék mennyiségét. A modellezést a Plaxis és a GEOSLOPE programmal is elvégeztem, majd összehasonlítottam a kapott eredményeket. Az eredmények alapján megállapítottam, hogy a degradáció előrehaladtával a biztonsági tényező értéke jelentősen csökken.



Az eredmények ismeretében megállapítható, hogy a szakirodalmi ajánlások alapján meghatározott biztonsági tényező értékek a 2-es, 3-as degradációs fázishoz tartozó értékekhez

közeliék. A lebomlás előrehaladtával a szakirodalmi adatoknál kisebb biztonság alakulhat ki, ami a hulladéktest állékonyságát veszélyezteti.

Javasolom, hogy a lerakók ellenőrzései során azok állékonyságát a degradációs állapotok figyelembe vételével határozzák meg, hiszen a friss hulladéktestre vonatkozó talajfizikai paraméterek használata hibásan nagy biztonsági tényező értéket ad, ami akár nem várt tönkremeneteleket is előidézhet. A szakirodalmi ajánlásokat minden lerakóra egyedileg értelmezve, józan mérnöki megfontolások mellett alkalmazzuk.

#### 4. Tézis összefoglalása

Numerikus állékonyságvizsgálatokkal igazoltam, hogy a lerakó geometriai kialakítása jelentősen befolyásolja a biztonsági tényező értékét. A legnagyobb biztonság elérése érdekében lerakási tervet fogalmaztam meg a degradáció figyelembe vételével.

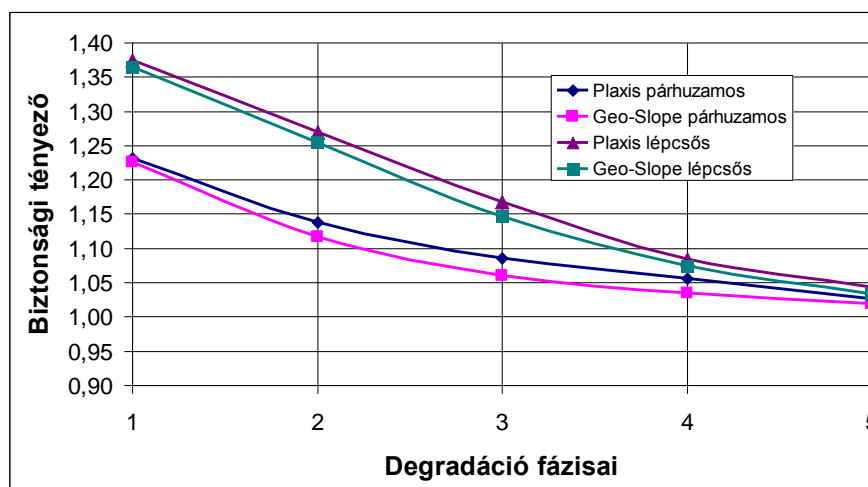
Vizsgálataim során öt rétegben modelleztem a teljes lerakott hulladék mennyiséget három eltérő lerakási technológia alkalmazása során. A modellezést a Plaxis és a GEOSLOPE programmal is elvégeztem, majd összehasonlítottam a kapott eredményeket.

Vizsgálataim alapján megállapítottam, hogy a lerakás geometriai kialakítása jelentősen befolyásolja a hulladéktest állékonyságát.

Függőleges rétegzettség esetén már az első építési fázisban labilisnak bizonyult a „szerkezet”. Ezt követően a teljesen feltöltött lerakóra is elvégeztem a vizsgálatokat, ami 1-nél nagyobb biztonsági tényezőt eredményezett. Megállapítottam, hogy az építés közbeni állékonyság tervezése elengedhetetlen a helyes lerakási terv elkészítésekor.

A párhuzamosan és a lépcsősen kialakított lerakók biztonsági tényezőit összevetve megállapítható, hogy lépcsős lerakás esetén mind az öt fázisban nagyobb biztonsági tényező adódott. Az utolsó fázisban, ahol már a teljes hulladéktest az utolsó degradációs állapotba került, szintén megfigyelhető ez a tendencia. Megállapítható tehát, hogy az építési geometria jellege befolyásolja a biztonság kérdését. Ezek alapján a hulladéklerakók üzemeltetése során a lépcsős feltöltés alkalmazását javaslom.

Vizsgálataimat a Plaxis és a GEOSLOPE programmal is elvégeztem. Az eredményeket összevetve látható, hogy az eltérő vizsgálati módszerek alkalmazása ellenére közel azonos eredmények adódtak, tehát az alkalmazott geotechnikai modell stabil, megbízható.



Vizsgálataim során geotechnikai modellt állítottam fel a hulladéklerakók stabilitásának időbeli változására. A modell alkalmas:

- a lerakó feltöltési sorrendjének vizsgálatára és optimalizálására;
- az időbeli változások előrejelzésére
  - az állékonyság,
  - a potenciálisan instabil hulladéktest kiterjedése és
  - a várható felszínmozgások tekintetében;
- a fentiek alapján a monitoring rendszer és a riasztási szintek meghatározására.

## 5. Tézis összefoglalása

Számítási eljárást javasolok az erősített hulladék nyírószilárdságának a meghatározására az erősítő szálak tömegszázalékának, anyagának, dimenziójának és a nyírási síkkal bezárt szögének a függvényében laboratóriumi kísérletek alapján. Igazolom, hogy az erősítő elemek hatása kohéziós többletként vehető figyelembe a geotechnikai vizsgálatok során.

Az eredményeket a hagyományos talajmechanikai feldolgozással ( $\tau = \sigma * \text{tg}(\varphi) + c$ ) értékeltem ki. Egy dimenziós esetben a belső súrlódási szög maximális növekedése 18,5% volt, míg a kohézióé 242%. 2 dimenziós esetben is hasonló eredményeket kaptam. Számításaim igazolták, hogy az erősítő anyagok hatása valóban mint kohéziós többlet jelentkezik.

Ezt követően a szálerősítés hatását kohézió jellegű mennyiségként értelmeztem. Ennek megfelelően egy erősített minta nyírószilárdságát az erősítés nélküli nyírószilárdság és a szálak által felvett feszültség összegeként határoztam meg:

$$\tau = \sigma * \text{tg}(\varphi) + c + E$$

ahol E, az erősítő szálak által felvett nyírófeszültség értéke.

A laboratóriumi mérések eredményei alapján papír és műanyag (1D és 2D) erősítések esetére is meghatároztam az általam vizsgált hulladékminták nyírószilárdságát leíró összefüggéseket.

	Műanyag (1D)	Papír (1D)
$\sigma > 100 \text{ kPa}$ ( $\alpha = 0^\circ$ )	$\tau = \delta * \text{tg}(\varphi) + c$	$\tau = \delta * \text{tg}(\varphi) + c$
( $\alpha = 45^\circ$ )	$\tau = \delta * \text{tg}(\varphi) + c + (24,7 * x + 30,3) / 2$	$\tau = \delta * \text{tg}(\varphi) + c + (28,2 * x + 24,3) / 2$
( $\alpha = 90^\circ$ )	$\tau = \delta * \text{tg}(\varphi) + c + (24,7 * x + 30,3)$	$\tau = \delta * \text{tg}(\varphi) + c + (28,2 * x + 24,3)$
$\sigma < 100 \text{ kPa}$ ( $\alpha = 0^\circ$ )	$\tau = \delta * \text{tg}(\varphi) + c$	$\tau = \delta * \text{tg}(\varphi) + c$
( $\alpha = 45^\circ$ )	$\tau = \delta * \text{tg}(\varphi) + c + \frac{\delta}{100} (24,7 * x + 30,3) / 2$	$\tau = \delta * \text{tg}(\varphi) + c + \frac{\delta}{100} (28,2 * x + 24,3) / 2$
( $\alpha = 90^\circ$ )	$\tau = \delta * \text{tg}(\varphi) + c + \frac{\delta}{100} (24,7 * x + 30,3)$	$\tau = \delta * \text{tg}(\varphi) + c + \frac{\delta}{100} (28,2 * x + 24,3)$



	Műanyag (2D)	Papír (2D)
$\sigma > 100$ kPa ( $\alpha = 0^\circ$ )	$\tau = \delta * tg(\varphi) + c$	$\tau = \delta * tg(\varphi) + c$
( $\alpha = 45^\circ$ )	$\tau = \delta * tg(\varphi) + c + (30,6 * x + 49) / 2$	$\tau = \delta * tg(\varphi) + c + (36,5 * x + 58,5) / 2$
( $\alpha = 90^\circ$ )	$\tau = \delta * tg(\varphi) + c + (30,6 * x + 49)$	$\tau = \delta * tg(\varphi) + c + (36,5 * x + 58,5)$
$\sigma < 100$ kPa ( $\alpha = 0^\circ$ )	$\tau = \delta * tg(\varphi) + c$	$\tau = \delta * tg(\varphi) + c$
( $\alpha = 45^\circ$ )	$\tau = \delta * tg(\varphi) + c + \frac{\delta}{100} (30,6 * x + 49) / 2$	$\tau = \delta * tg(\varphi) + c + \frac{\delta}{100} (36,5 * x + 58,5) / 2$
( $\alpha = 90^\circ$ )	$\tau = \delta * tg(\varphi) + c + \frac{\delta}{100} (30,6 * x + 49)$	$\tau = \delta * tg(\varphi) + c + \frac{\delta}{100} (36,5 * x + 58,5)$

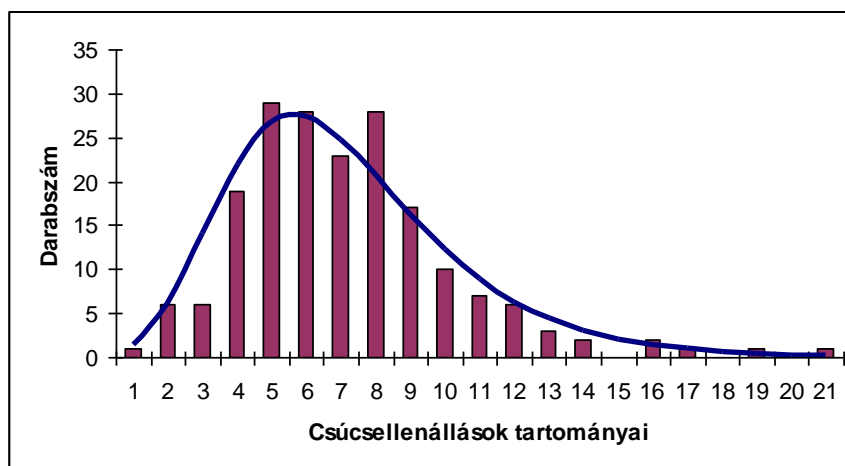
Az egyenletekben x az erősítő szálak mennyisége tömegszázalékban. A fenti táblázat segítségével adott normálfeszültség mellett, az erősítő elemek tömegszázalékának figyelembe vételével határozható meg egy hulladékminta nyírószilárdsága. Mindezt a nyírási síknak az erősítő elemekkel bezárt szögének ( $\alpha$ ) a függvényében is ki tudjuk számítani. Az eredmények alapján feltételezhető, hogy E értéke  $\alpha$  függvényében lineárisan változik.

Ezen eredmények természetesen csak az általam vizsgált hulladékokra vonatkozhatnak, de a hazai lerakási és előválogatási viszonyok mellett, más hulladékoknál is hasonló jellegű összefüggések feltételezhetők.

## 6. Tézis összefoglalása

Számításokkal igazoltam, hogy hulladékok esetében a CPTu szondázási eredmények alapján meghatározott csúcsellenállások eloszlása lognormális.

Az egyes adatsorok eloszlásának igazolását a Dr. Rétháti László által publikált matematikai statisztikai elveknek megfelelően végeztem el. A csúcsellenállások logaritmusainak vizsgálatakor a számítási eredményeket a Pearson-féle diagrammal értékeltem ki, ahol a K kritérium alapján, és a  $\beta_1$ -  $\beta_2$  koordináta-rendszerben vizsgálva is normál-eloszlás adódott. Ennek megfelelően a csúcsellenállások eloszlása a feltételezetteknek megfelelően lognormális.



Ezek alapján, a talajokban végzett CPTu eredmények kiértékelésekor jellemzően használt képletek, amelyek normál eloszlásra lettek kidolgozva nem alkalmazhatóak. A karakterisztikus értéket a normál eloszlás helyett a lognormális eloszlással javasolom meghatározni.

$$q_{ck} = \exp(q_{cm\ln} - 1,64 \cdot \sigma_{\ln})$$

ahol:  $q_{cm\ln}$ : a csúcscellenállások logaritmusának átlagértéke,  
 $\sigma_{\ln}$ : a csúcscellenállások logaritmusának szórása.

Az 5%-os valószínűséghez és a 95%-os konfidencia-szinthez tartozó karakterisztikus értékek az egyes eloszlásfüggvények alapján számítandóak. A fenti eljárással tehát hulladékok vizsgálatakor is matematikai statisztikai módszerekkel tudjuk kiválasztani azokat az értékeket (karakterisztikus értékeket), amelyek a tervezésnél felhasználhatóak, és nem becslés alapján.

#### 4. PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK

##### **Magyarországon megjelent idegen nyelvű folyóiratcikk, lektorált**

1. Varga G., Czap Z.: Soil models: Safety Factors and Settlements. Periodica Polytechnica. Ser.Civ.Eng. Vol. 48, No.1-2. 2004. pp.53-64.

##### **Megjelenés alatt:**

2. Varga G.: Geotechnical Aspects of Bioreactor Landfills. Periodica Polytechnica. Ser.Civ.Eng. (Elfogadó nyilatkozat mellékelve).

##### **Magyarországon megjelent magyar nyelvű folyóiratcikk, lektorált**

3. Czap Z., Varga G.: Töltések és bevágások. A számítógépes vizsgálat korszerű módszerei. Mélyépítő Tükörkép, Október, 2003. pp.10-11.
4. Varga G., Czap Z.: Hulladéklerakók végeelemes vizsgálatai. GTM (Gazdasági Tükörkép Magazin) 2010 III. X. évf. 52-53.o.
5. Varga G. 2010: Hulladékok teherbírásának meghatározása CPT eredmények alapján. GTM (Gazdasági Tükörkép Magazin) 2010 III. X. évf. 52-53.o. (Megjelenés alatt).

##### **Magyarországon megjelent magyar nyelvű folyóiratcikk, nem lektorált**

6. Varga G., Czap Z., Mahler A.: Bevágási rézsűk tartós stabilitása. Közlekedésépítési Szemle. 59 évf. 3. szám 2009. pp. 17-21.
7. Varga G. 2010: Hulladékok nyírószilárdsági paramétereinek meghatározása az erősítést okozó elemek figyelembevételével. Közlekedésépítési szemle. (Megjelenés alatt).

##### **Nemzetközi részvételű konferencia kiadványában megjelent idegen nyelvű előadás, lektorált**

8. Varga G., Czap Z., Farkas J.: Applications of Different Soil Models for Sheet Pile Wall Measurements. Proceedings of the 5th International PhD Symposium in Civil Engineering. Delft, 16-19 June 2004. pp. 953-959.
9. Varga G., Czap Z., Mahler A.: Stability of cut slopes in cohesive soils.

Proceedings of the 17th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Alexandria, Egypt, 5-9 Octobre 2009. pp. 1566-1569.

**Megjelenés alatt:**

10. Varga G.: Stability analysis of bioreactor landfills. Proceedings of the XVth European Conference on Soil Mechanics & Geotechnical Engineering (XV ECSMGE).

**Nemzetközi részvételű konferencia kiadványában megjelent idegen nyelvű előadás, nem lektorált**

11. Varga G.: The Future of Hungarian Flood Management with Respect to the European Union Water Framework Directive. I.Ph.D. Civilexpo. Budapest 2002. pp. 171-178.
12. Varga G., Czap Z.: Modelling of clay: settlements and stability factors. Active Geotechnical Design in Infrastructure Development. XIIIth. Danube-European Conference on Geotechnical Engineering. Ljubljana. 2006.

**Magyar nyelvű, kiadványban megjelent konferencia előadás**

13. Varga G.: Magyarország árvízvédelmi rendszere. ÉPKO2003, Nemzetközi Építéstudományi Konferencia. Csíksomlyó, 2003. pp. 295-300.
14. Varga G., Czap Z., Mahler A.: Bevágási rézsúk hosszú távú stabilitása, Dr. Kézdi Árpád Emlékkonferencia kiadványa. BME Geotechnikai Tanszék, Budapest, 2008. pp. 122-132.
15. Varga G., Czap Z., Módos J. 2010: Hulladékok nyírószilárdsági paramétereinek meghatározása. Geotechnika Konferencia, Ráckeve. (CD-n).

**Csak kivonatban megjelent konferencia előadás**

16. Varga G.: Flood Management Under the EU Water Framework Directive. Budapest, 2002.
17. Varga G.: Az Európai Unió Vízügyi Keretirányelv és a Magyarországi Árvízvédelem Kapcsolata. Magyar Hidrológia Társaság. Szolnok, 2003.
18. Czap Z., Varga G.: Korszerű anyagmodellek alkalmazása töltések és bevágások geotechnikai modellezésénél. IX. Magyar Mechanikai Konferencia. Miskolc, 2003.
19. Varga G.: Applications of Different Soil Models for Stability Experiments. 2nd International Young Geotechnical Engineers' Conference. Mamaia, 2003.
20. Czap Z., Varga G.: Töltések és bevágások geotechnikai modellezése korszerű anyagmodellek alkalmazásával. Geotechnika2003 konferencia. Ráckeve, 2003.
21. Varga G., Czap Z., Mahler A. 2008: Tartós stabilitás agyagban – bevágási rézsúk. Geotechnika2008 konferencia. Ráckeve, 2008.

**Tudományos Diákköri Dolgozat**

22. Mahler A., Varga G.: Nagyatmérőlű fűrt cölöpök teherbírásának meghatározása szondázási eredményekből. TDK konferencia. Budapest, 1999.

## 5. FONTOSABB IPARI TEVÉKENYSÉGEIM

1. Kistarcsa, Batthány utca, Egészségház tervezése. Talajmechanikai szakvélemény 2003.
2. Salgótarján, Strabag Rt. Aszfaltkeverő telep tervezése. Talajmechanikai szakvélemény 2003.
3. Újhartyán, Mesterséges tó tervezése. Talajmechanikai szakvélemény 2004.
4. Budakalász, Erdőhát u. pince vizesedési kérdésinek vizsgálata. Talajmechanikai szakvélemény 2004.
5. Budapest, IX. Transzportbeton keverőtelep tervezése. Talajmechanikai szakvélemény 2004.
6. Zebegény, Tornacsarnok tervezése. Talajmechanikai szakvélemény 2004.
7. Gödöllő területén található Damjanich utca tervezése. Talajmechanikai szakvélemény 2006.
8. Budaörs, Ipari Park, üzemi és irodaépület tervezése. Talajmechanikai szakvélemény 2006.
9. Budapest, XIV. Egressy út 46/b, emeletráépítés tervezése. Talajmechanikai szakvélemény 2006.
10. 4-es számú főút bővítésének tervezése. Talajmechanikai szakvélemény 2007.
11. Szentés, Kerékpáros híd tervezése. Talajmechanikai szakvélemény 2007.
12. Budapest, III. Berzsenyi Dániel utca, Mélygarázsos társasház (foghíjbeépítés) tervezése. Talajmechanikai szakvélemény 2008.
13. Budapest, IX. Drégely utca, társasház tervezése. Talajmechanikai szakvélemény 2008.
14. Gyöngyös, Körforgalmú csomópont tervezése. Talajmechanikai szakvélemény 2008.
15. Budapest, Törökvézi út, garázs bővítés tervezése. Talajmechanikai szakvélemény 2008.
16. Budapest, Zsigmond Király Főiskola könyvtár épületének tervezése. Talajmechanikai szakvélemény 2008.
17. Malomsok, külterület szélerőmű park. Talajmechanikai szakvélemény 2008.
18. Szigetszentmiklós – Taksony közötti Duna- Tisza csatorna felett átívelő kerékpáros híd tervezése. Talajmechanikai szakvélemény 2008.
19. Budapest, IX. Thaly Kálmán utca, bölcsőde épület tervezése. Talajmechanikai szakvélemény 2009.
20. Szentendre, Egészségház bővítésének tervezése. Talajmechanikai szakvélemény 2009.
21. Budapest, II. Rómer Flóris utca, Lift tervezése. Talajmechanikai szakvélemény 2009.
22. Dunaharaszti – Szigetszentmiklós közötti kerékpárút tervezése. Talajmechanikai szakvélemény 2009.
23. Budapest, Üllői út 757., Rendelőintézet tervezése. Talajmechanikai szakvélemény 2009.
24. Budapest, III. Csillaghegyi út, Daruzott csarnoképület. Talajmechanikai szakvélemény 2010.
25. Debrecen, Kenézy Kórház sürgősségi osztályának bővítése. Talajmechanikai szakvélemény 2010.
26. Abony, Katolikus közösségi ház tervezése. Talajmechanikai szakvélemény 2010.
27. Dunavarsány, Városháza épület tervezése. Talajmechanikai szakvélemény 2010.
28. Soroksár, 1. sz. Postahivatal főépületének bővítése. Talajmechanikai szakvélemény 2010.