

# Kéttengelyű georácsok

## Biaxial Geogrids

### Geogrids biaxiale

ing. URSU Ivett<sup>1</sup>, ing. NAGY Andor<sup>1</sup>, Prof. dr. ing. KÖLLŐ Gábor<sup>1</sup>, ing. GRIGERCSEK István<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kolozsvári Műszaki Egyetem, Építőmérnöki kar,  
Constantin Daicoviciu utca 15, Kolozsvár 400020,  
email: ursuivett@gmail.com, andor.nagy@yahoo.com, kollo\_g@yahoo.com  
<sup>2</sup>CNCFR Brassó, 13 Decembrie út 20, Brassó 500173, tel: 0268-418-777

#### ABSTRACT

*The easiest way for designing earth structures is modeling through numerical calculation programs, which uses predefined mathematical equations and boundary conditions for approximating deformations, strains and interactions. In most of the cases numerical modeling is sufficient for drawing long-term conclusions on earth structure behavior, but there are special situations which requires physical modeling in order to verify the results of virtual modeling. A cavern forming in a road embankment represents such a situation. Combining the scale model deformations with the ones from the modeling program shows how suited the applied mathematical model was, while results from the numerical calculation display the behavior of the granular structure, which is impossible to measure on the scale model.*

#### ABSTRACT

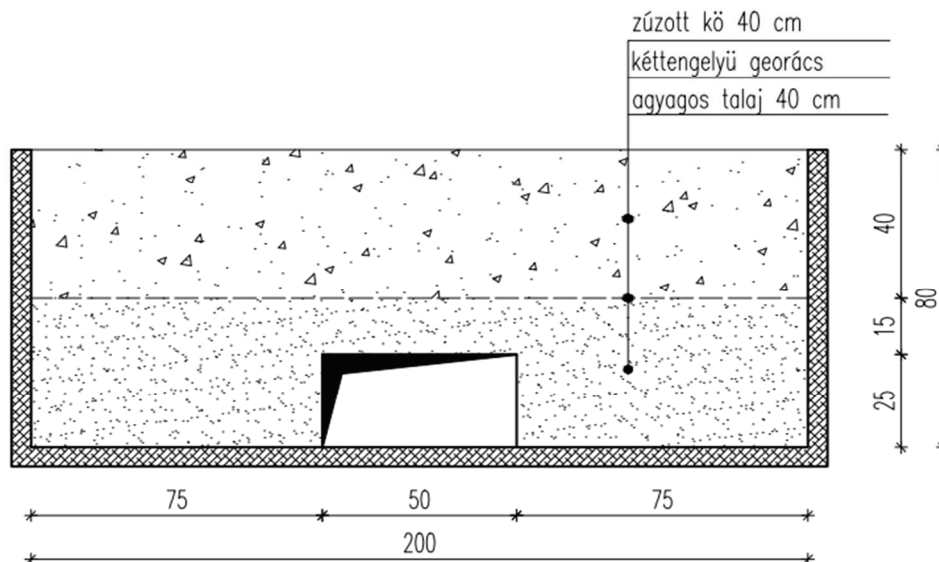
*A számítógépes programok használatával leegyszerűsödött a földművek tervezése. Ezek a programok, amelyek matematikai egyenletek és peremfeltételek segítségével működnek, képesek meghatározni a földmű alakváltozását, a feszültségeket és a függőleges elmozdulást. A legtöbb esetben hosszú távú következtetéseket vonhatunk le a „virtuális” modellek tanulmányozásából, de különleges esetekben elengedhetetlen a programok által szolgáltatott eredmények ellenőrzése „valós” modelleken, melyek a lehető legvalóságghűbben tükrözik az esettanulmányt. A következő tanulmány is ilyen különleges esetet mutat be: egy olyan georácsokkal erősített földművet tanulmányozunk, melynek szerkezetében rés keletkezett. A „valós” és „virtuális” modellek értékeken alapuló összehasonlítása megmutatja a választott matematikai modell helyénvalóságát, talajszerkezetben található részecskék viselkedését, melyeket a „valós” modellen lehetetlen megvizsgálni.*

**Kulcsszavak:** kéttengelyű georácsok, függőleges nyomófeszültség, törési kritérium, végeselemes módszer

#### 1. BEVEZETÉS

Az alépítmény teherbírásának javítása (a terhelés növelése érdekében), a fenntartási munkák, vagy a felszíni/felszín alatti vizek kedvezőtlen hatásának következményei lehetnek a földmű szerkezetében keletkező rések. Ezen probléma megoldására használhatunk új anyagokat, melyek hatékonyan növelik a földmű teherbírását.

A földmű méretezése és a rézsű állékonyságának vizsgálata a talaj nyírószilárdságának függvényében történik. Ebben a tanulmányban egy kétrétegű alépítményt vizsgáltunk, amelyben az alsó réteg 40 cm vastagságú agyagos talaj, a felső réteg pedig 40 cm vastagságú zúzott kő (0-63 mm szemcseátmérővel). A két réteg közé kéttengelyű georácsot helyeztünk. A georácsok az ún. behatárolási effektus, a feltöltő anyag és a rácsnyílások közötti alakl záras behatároló hatása folytán korlátozzák a földműben az alakváltozást. A nyitott rács szerkezet miatt alakl záro kapcsolat jön létre a durvaszemcséjű töltőanyaggal, illetve a nyitott rács jól együttműködik a talajjal. Az alakl záro kapcsolat növeli a nyírási ellenállást a sima vagy strukturált felületű szalagokhoz képest.



1. ábra  
A tanulmányozott alépitmény

A fenti alépitményt a GFAS szoftver segítségével tanulmányoztuk, mely végeeselemes módszeren (VEM) alapszik. Az agyagos talajt tekintve a Von Mises törési kritériummal lehet jellemezni, míg a zúzott kő esetében a Mohr-Coulomb kritérium használható. Mivel mindkét talajtípus nedves állapotban volt a „valós” modellen végzett kísérletek alkalmával, ezért a VEM módszeren alapuló programban a Von Mises törési kritériumot használtuk mindkét esetben.

## 2. A „VIRTUÁLIS” MODELL

A GFAS programban meghatározzuk a tanulmányozott alépitmény geotechnikai tulajdonságait, a körvonalait által meghatározott pontok koordinátáit, a két talajréteg fizikai tulajdonságait. Ezek után a végeeselemes háló definiálása következik. A két réteg háromszög alakú kicsi elemekre lesz felbontva, melyeknek a csúcsait csomópontoknak nevezünk. Az elemek a csomópontokon keresztül kapcsolódnak egymáshoz. A következő tulajdonságokat határoztuk meg:

### 1. réteg – Agyagos talaj

rugalmassági modulusz  $E = 4200 \text{ kN/m}^2$   
 térfogatsúly  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$   
 kohézió  $c_d = 79,92 \text{ kN/m}^2$   
 drénezetlen nyírószilárdság  $c_u = 45,81 \text{ kN/m}^2$   
 belső súrlódási szög  $\varphi_d = 9,01^\circ$   
 drénezetlen belső súrlódási szög  $\varphi_u = 20,49^\circ$

### 2. réteg – Zúzott kő

rugalmassági modulusz  $E = 130000 \text{ kN/m}^2$   
 térfogatsúly  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$   
 kohézió  $c = 0 \text{ kN/m}^2$   
 belső súrlódási szög  $\varphi = 35^\circ$   
 Kéttengelyű georácsok 40 mm-es hálószerkezettel  
 rugalmassági modulusz  $E = 185000 \text{ kN/m}^2$   
 sűrűség  $\gamma = 1 \text{ kN/m}^3$   
 szakítószilárdság  $T = 30 \text{ kN/m}$

A következő táblázat alapján alakítottuk át a „valós” modellre ható erőket a „virtuális” modellre:

Végeselemes módszer	Ekvivalens koncentrált erő [kN]	Kiválasztott csomópontok száma	Koncentrált erő értéke a csomópontokban [kN]
Kéttengelyű georács	49,71	7	7,00

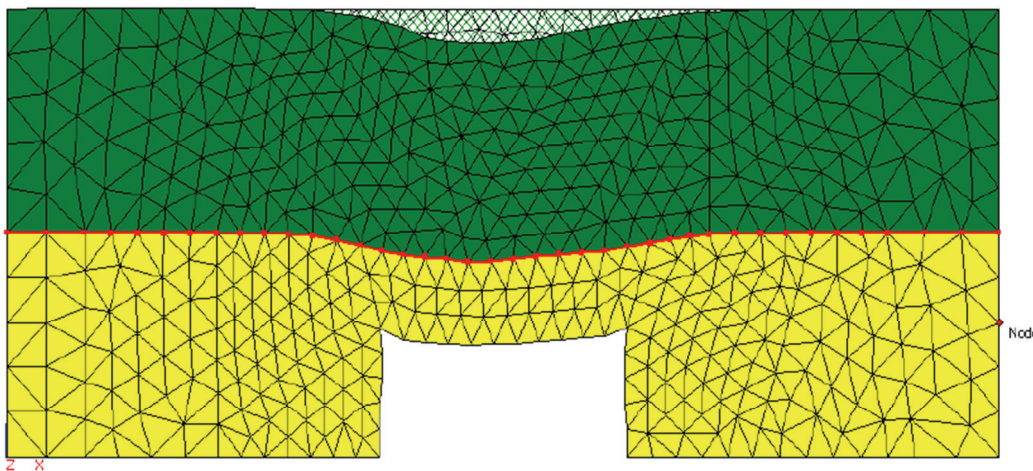
1. táblázat. Virtuális modellre ható erők

A kéttengelyű georácsos modellt vizsgálva, a VEM módszerest elemzés követően a teljes elmozdulás 5,17 cm, és az iterációs érték  $F=0,9$ . Ha ezt az értéket megszorozzuk a csomópontokra bevitt erő értékével (7 kN) és a csomópontok számával (7), akkor 44 kN kapunk. Ez az ekvivalens koncentrált erő megfelel annak a 650 kPa terhelési fokozatnak, amelyet a „valós” modell vizsgálata eredményezett.

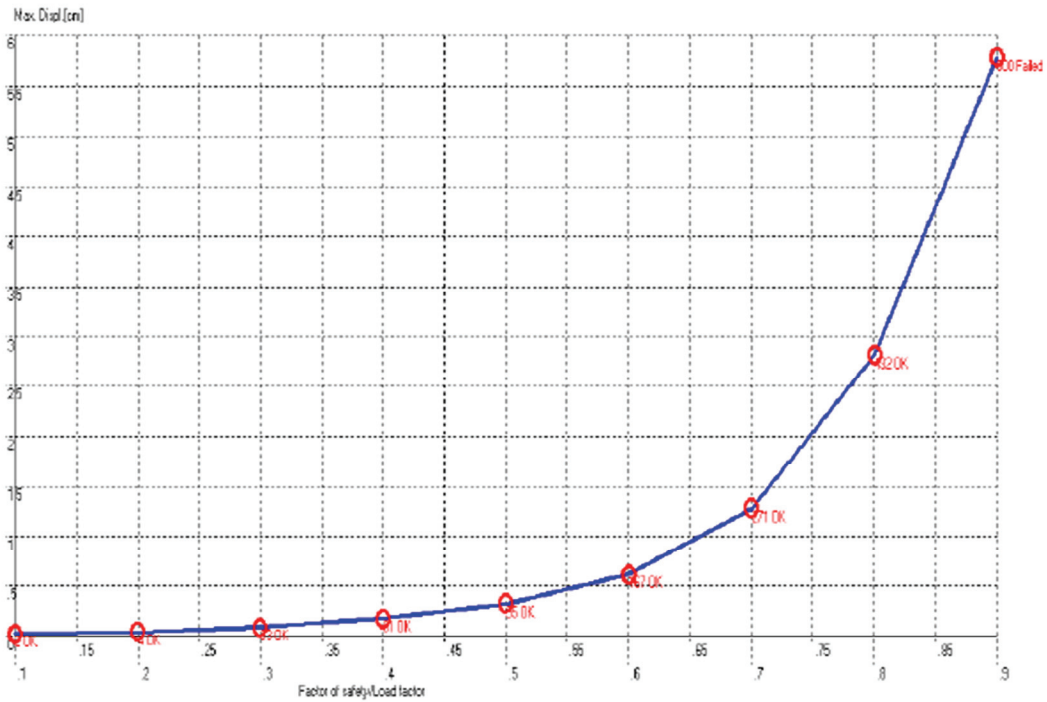
Iterációs érték $F$	Iterációs erő értéke [kN]	Elvégzett iterációk száma	Maximális elmozdulása [cm]
0,1	0,7	2	0,02
0,2	1,4	4	0,045
0,3	2,1	39	0,09
0,4	2,8	73	0,221
0,5	3,5	93	0,397
0,6	4,2	153	0,689
0,7	4,9	239	1,299
0,8	5,6	367	2,562
0,9	6,3	500	5,17

2. táblázat. Az elmozdulások értéke az iterációs értékek függvényében

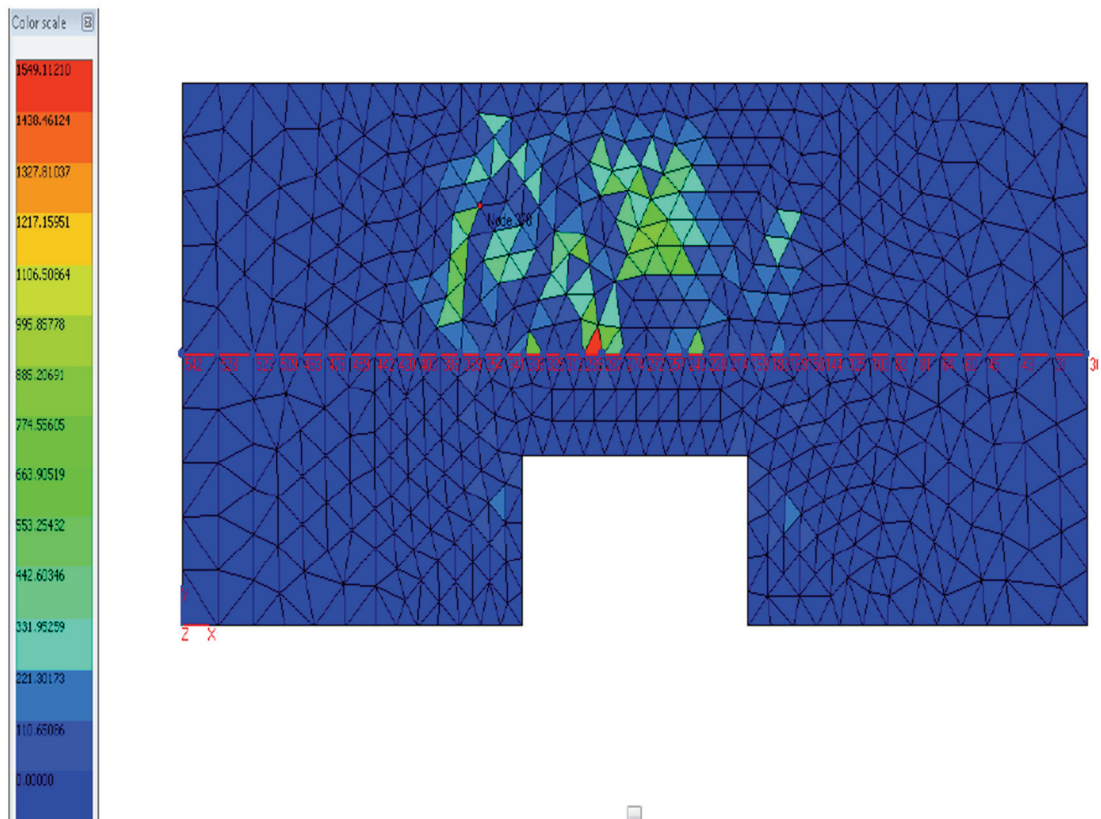
A legnagyobb  $\sigma_y$  érték a rés feletti pontban található: 1550 kPa. A többi pontban a nyomás 88 kPa-110 kPa között váltakozik. Megfigyelhetjük, hogy a nyílás feletti pontokban a függőleges nyomófeszültségi értékek alacsonyak a georácsnak köszönhetően.



2. ábra  
A „virtuális” modell alakváltozása



3. ábra  
Az elmozdulás az iterációs érték függvényében



4. ábra  
 $\sigma_y$  értéke a végelem modellezés után

### 3. A VALÓS MODELL

A virtuális modellezés eredményei nagyrészt megvalósultak az 1:1-es méretarányban elvégzett kísérletezés során. A geoszintetikus hálót nélkülöző számítógépes modell 34 kN-nak megfelelő összetett erő hatására veszíti el egyensúlyát. Ez az érték az 500 kPa terhelési fokozatnak felel meg, a valóságban ez a szerkezet 550 kPa alatt szakadt be. A VEM módszerrel elért felületi deformáció (3.10 cm) nagyon közeli volt a valóságban mért értékhez képest (500 kPa terhelés alatt 2,76 cm-t mértünk), az eltérés a „valós” és „virtuális” modell között ez esetben 12%.



5. ábra  
*A valós modell terhelése*

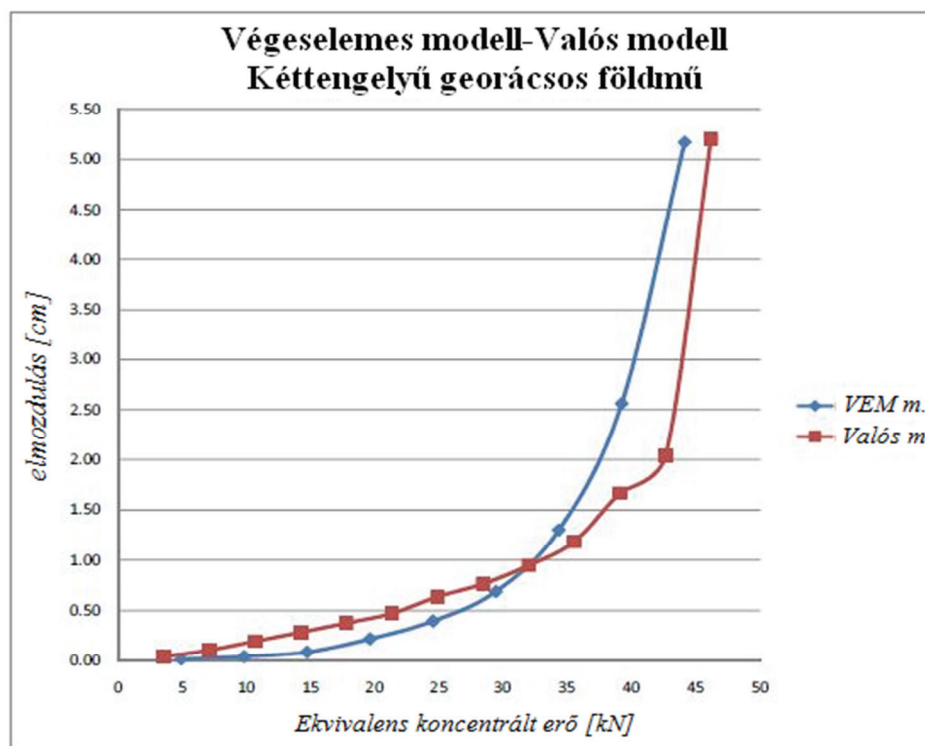
Kísérletünk következő részében kéttengelyű georácsot használtunk fel az útszerkezet stabilizálására. A végeselemes módszerrel a modell a 650 kPa-nak megfelelő terhelési fokozaton veszítette el egyensúlyát, a valóságban ez 700 kPa-on következett be. Az előző modellhez képest a szerkezet nagyobb ellenállást fejtett ki, az utolsó mért felületi deformáció pedig szinte azonos volt a két eljárásban: a számítógépes modellen 5,17 cm, a laboratóriumi modellen pedig 5,20 cm, ami 1%-os eltérésnek felel meg.



6. ábra  
*Behatárolási effektus*

#### 4. KÖVETKEZTETÉS

Az 1%-os eltérés a kéttengelyű georácsos modell esetében azt mutatja, hogy virtuális modellezéssel nagyon közel lehet kerülni a valóságban elért kísérletezési eredményekhez. Nagyobb különbségek a terhelési fokozatban utolsóként elért nyomásban jelentkeznek. Az eltolódások konstans 50 kPa-t mutatnak, ez pedig annak a következménye, hogy a valóságban a szerkezet „tartalékokkal” rendelkezik, ami a földrészecskék sorozatos újrendeződéséből származik, ezt viszont a végeleemes modellezés eljárásával lehetetlen számításba venni.



7. ábra  
„Valós” és „virtuális modell” összehasonlítása

#### BIBLIOGRAFIE

- [1.] G. Köllő, *Tartószerkezetek és rehabilitáció*, Editura Incitato, Cluj Napoca, 2004
- [2.] Chiorean C.G. Geostru software, *GFAS Finite Element Systems for Geotechnical applications*, Theoretical and User Manual 2010 [www.geostru.com](http://www.geostru.com), 2010
- [3.] *A comparative study of the failure mode of conventional road structures and of road structures reinforced with polypropylene rectangular mesh geogrids*, Lecturer Dorin-Vasile Moldovan, Phd. Candidate Andor-Csongor Nagy, Assist. Lavinia-Elena Muntean, Lecturer Vasile-Stelian Farcas, Assist. Radu-Vasile Cot, 2014
- [4.] A. Stanciu, I. Lungu, *Fundații*, Editura Tehnica, București, 2006