



Folyóirat

Bejegyzések

Szakolvasó

Impresszum

# Útügyi lapok

# 11

*Cikk*

## Kötőanyaggal stabilizált talajok teherbírásának és tartósságának értékelése helyszíni mérések alapján

---

*A földművek stabilizációjával magasabb teherbírást érhetünk el, mint a típuspályaszerkezetek méretezésénél a földmű tetején elvárt minimális teherbírási követelmény. Az Aszfaltburkolatok alternatív méretezési eljárása alapján amennyiben magasabb teherbírástű földművet állítunk elő, úgy a pályaszerkezeti rétegrendek csökkenthetőek vagy a pályaszerkezet élettartalma növelhető. A helyi talajok kötőanyaggal való stabilizálásával létrehozott földművek teherbírását és teherbírásuk tartósságát mértük helyszíni mérésekkel. A mérési eredmények alapján a talajstabilizációjával az időjárási körülményeknek ellenálló és magas teherbírástű földmű alakítható ki.*

## 1. Bevezető

A stabilizált talajok teherbíró képességének meghatározása céljából 2016. szeptember és 2017. áprilisa közötti időszakban helyszíni mérések készültek a magyar-szerb határ mentén stabilizált helyi talajokból készült földesút kutatási célra épített próbaszakaszain. A kutatás az „Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezésének alternatív módszere” tervezési útmutató (Pethő, Primusz, Tóth 2016) 3 rétegű modelljének legalsó, földmű réteg paramétereit vizsgálta helyszíni mérésekkel. A tervezési módszer előnyei a típus-pályaszerkezetek méretezésénél használt  $E_2=40\text{MPa}$  tervezési teherbírásnál magasabb teherbírású földművek esetében érvényesülnek, ami döntően csak durvaszemcsés talajjal vagy talajstabilizációval érhető el.

A próbaszakaszok elkészítésének célja a stabilizált talajok teherbírásának és tartósságának vizsgálata volt. Ennek érdekében két eltérő, de a környezetet jól jellemző talajadottsággal rendelkező terület került kijelölésre. Az egyik jellemző talaj az eolikus eredetű futóhomok, míg a másik geológiai szempontból korábbi, de szintén szél által települt aleuritből képződött lösz formáció volt. A talajok viszonylag jól reprezentálják hazánk felszínközeli talajait, mivel hasonló szemeloszlású és eredetű talajok fedik az ország ~50%-át.

## 2. Próbaszakaszok bemutatása

A kutatás helyszíni mérései egy napi szinten forgalommal terhelt földesúton készültek. A próbaszakaszok oly módon kerültek kivitelezésre, hogy azok alkalmasak legyenek a kutatás helyszíni méréseinek elvégzésére. A próbaszakaszok egy talajstabilizációval készült földesút kijelölt szakaszai, ahol a földút pályaszerkezetét eltérő vastagságú, kötőanyagú és adagolású stabilizált talajból és zúzottkőből építették meg, illetve egyes szakaszok csak zúzottkő+geoműanyagok felhasználásával kerültek megépítésre. A lösz esetében 11 db, míg a homok altalaj esetén 10 db 30 m hosszúságú próbaszakasz került kivitelezésre, ahol az alábbi rétegrendek kerültek megépítésre:

Szakasz	Lösz	Homok
I	geotextília + 30 cm zúzottkő	geotextília + 30 cm zúzottkő
II	geotextília + georács + 30cm zúzottkő	geotextília + georács + 30cm zúzottkő
III	<b>45 cm</b> stab. 40kg/m <sup>3</sup> VC50 +10 cm zúzottkő	<b>45 cm</b> stab. 40kg/m <sup>3</sup> cement +10 cm zúzottkő
IV	<b>45 cm</b> stab. 75kg/m <sup>3</sup> VC50 +10 cm zúzottkő	<b>45 cm</b> stab. 75kg/m <sup>3</sup> cement +10 cm zúzottkő

<b>V</b>	<b>45 cm</b> stab. 100kg/m <sup>3</sup> VC50 +10 cm zúzottkő	<b>45 cm</b> stab. 100kg/m <sup>3</sup> cement +10 cm zúzottkő
<b>VI</b>	<b>30 cm</b> stab. 75kg/m <sup>3</sup> cement +10 cm zúzottkő	<b>30 cm</b> stab. 75kg/m <sup>3</sup> cement +10 cm zúzottkő
<b>VII</b>	<b>30 cm</b> stab. 75kg/m <sup>3</sup> VC50 +10 cm zúzottkő	<b>30 cm</b> stab. 100kg/m <sup>3</sup> cement +10 cm zúzottkő
<b>VIII</b>	<b>30 cm</b> stab. 100kg/m <sup>3</sup> VC50 +10 cm zúzottkő	<b>15 cm</b> stab. 40kg/m <sup>3</sup> cement +25 cm zúzottkő
<b>IX</b>	<b>15 cm</b> stab. 40kg/m <sup>3</sup> VC50 +25 cm zúzottkő	<b>15 cm</b> stab. 75kg/m <sup>3</sup> cement +25 cm zúzottkő
<b>X</b>	<b>15 cm</b> stab. 75kg/m <sup>3</sup> VC50 + 25 cm zúzottkő	<b>15 cm</b> stab. 100kg/m <sup>3</sup> cement +25 cm zúzottkő
<b>XI</b>	<b>15 cm</b> stab. 100kg/m <sup>3</sup> VC50 + 25 cm zúzottkő	

**1. táblázat**

A próbaszakaszok felosztása

A lösz talajok próbaszakaszának megépítése során ViaCalco C50 (táblázatban VC50) kötőanyagot, a homok talaj esetében pedig a stabilizációs munkáknál alkalmazott CEM II. B 32,5R jelzésű, gyorskötő cementet alkalmaztunk.

### 3. A helyszíni mérések bemutatása

Az elkészült próbaszakaszokon több fajta helyszíni teherbírás mérést végeztünk a stabilizált földmű, illetve a zúzottkő réteg teherbírására. Az E2 teherbírás alapvizsgálatának tekinthető a statikus tárcsás teherbírás vizsgálat, míg közvetett meghatározásra szolgál egy kisebb eszközigényű, gyorsabb és könnyebben elvégezhető módszer is, a könnyű ejtősúlyos teherbírás mérés. Mindezen helyszíni mérések mellett nehéz ejtősúlyos KUAB típusú FWD mérések is készültek.

A helyszíni mérések több időpontban is elvégzésre kerültek, követve egyrészt a próbaszakaszok kivitelezési lépéseinél adódó különböző fázisokat, másrészt megmérve az időjárási tényezők teherbírásra gyakorolt kedvezőtlen hatását (Gáspár et al. 2017; Tóth és Szentpéteri 2014, Tóth és Szentpéteri 2016;). Összesen 5 alkalommal végeztünk méréseket, amelyek a következő időpontokra estek:

- szeptember 30-án stabilizáció előtt: 4 statikus, 8 könnyű ejtősúlyos;
- október 7-én: 13 statikus, 50 könnyű ejtősúlyos;

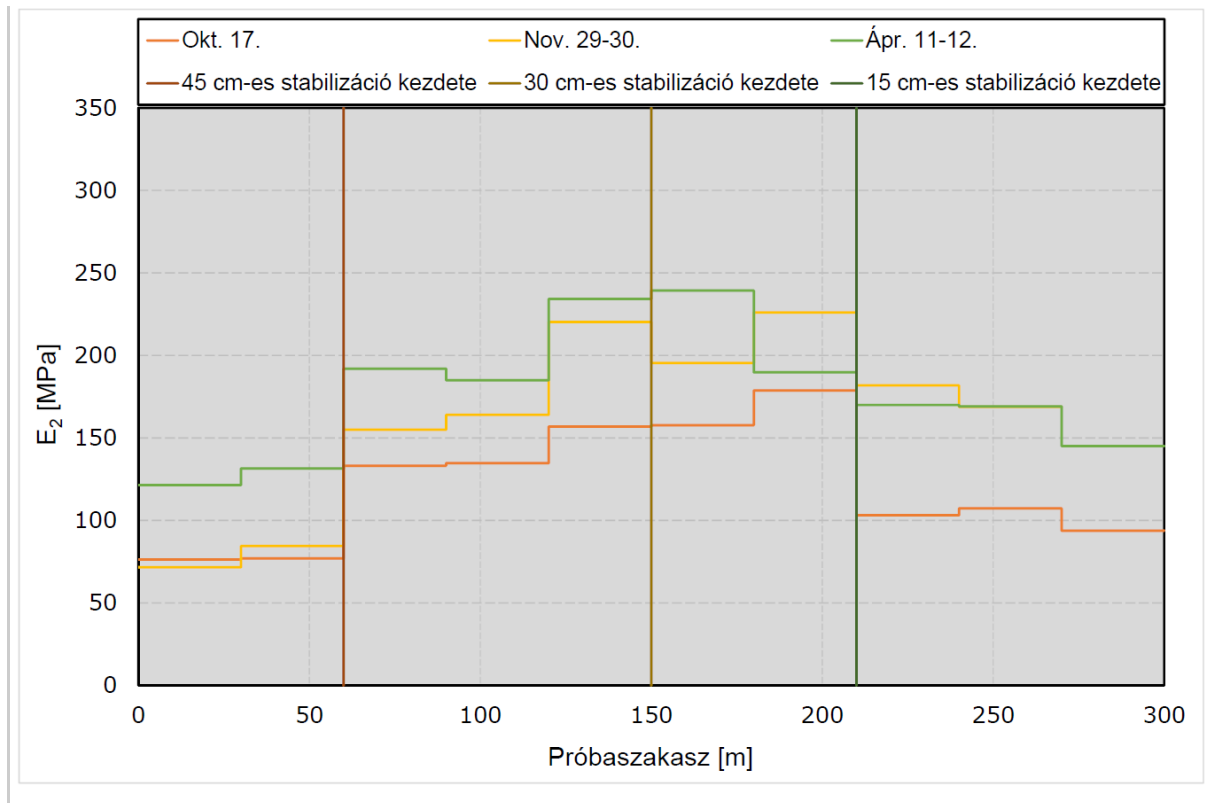
- október 17-én: 42 statikus, 186 könnyű ejtősúlyos, 298 FWD;
- november 29-30-án: 80 statikus, 144 könnyű ejtősúlyos, 297 FWD;
- április 11-12-én: 121 statikus, 239 ejtősúlyos, 224 FWD.

## 4. Statikus tárcsás próbaterhelés

Ezzel a módszerrel határozzuk meg a földművek tervezésénél és minősítésénél használt E2 értéket. Tárcsás teherbírás mérések több időpontban készültek, az elsők a kivitelezés során, a későbbiek a zúzottkőterítés előtt és után. Ezt követően az első fagyokat követő időszakban, 2016. november 29-30-án, 2 hónappal a kivitelezést követően, majd a tavaszi olvadások során, 2017. április 11-12-én. Összesen 260db tárcsás teherbírás mérés készült. Az eredmények viszonylag nagy szórást mutattak, ezért a trendek meghatározása érdekében statisztikai módszerekkel számított eredményekből és az átlagértékekből grafikonok készültek.

A mérési eredmények alapján elmondható, hogy a stabilizációval készült próbaszakaszok magasabb teherbírást adtak, mint a geoműanyag+zúzottkőből készült szakaszok. A geoműanyagokkal készült szakaszok eredményei szerint a georács kis mértékben -10MPa-lal- volt képes növelni a teherbírást a geotextíliához képest. A geoműanyagok szakaszoknál látható, hogy az elkészítésüket követő 1. és 2. hónap eredményei között nincsen jelentős különbség, hiszen kémiai folyamatok itt nem játszódnak le. Azonban teherbírás növekedést tapasztalhattunk a 2017. áprilisi méréseknél, amelynek vélhetően a zúzottkő finomszemcsével történő kismértékű elkoszolódása kiékelődése, illetve a forgalom okozta utótömörödés lehetett az oka. Ez a folyamat egy bizonyos szintig kedvező tud lenni, majd hosszabb idő elteltével a túlzott finomszemcsetartalom miatt a teherbírás leromlása várható majd.



**1. ábra**

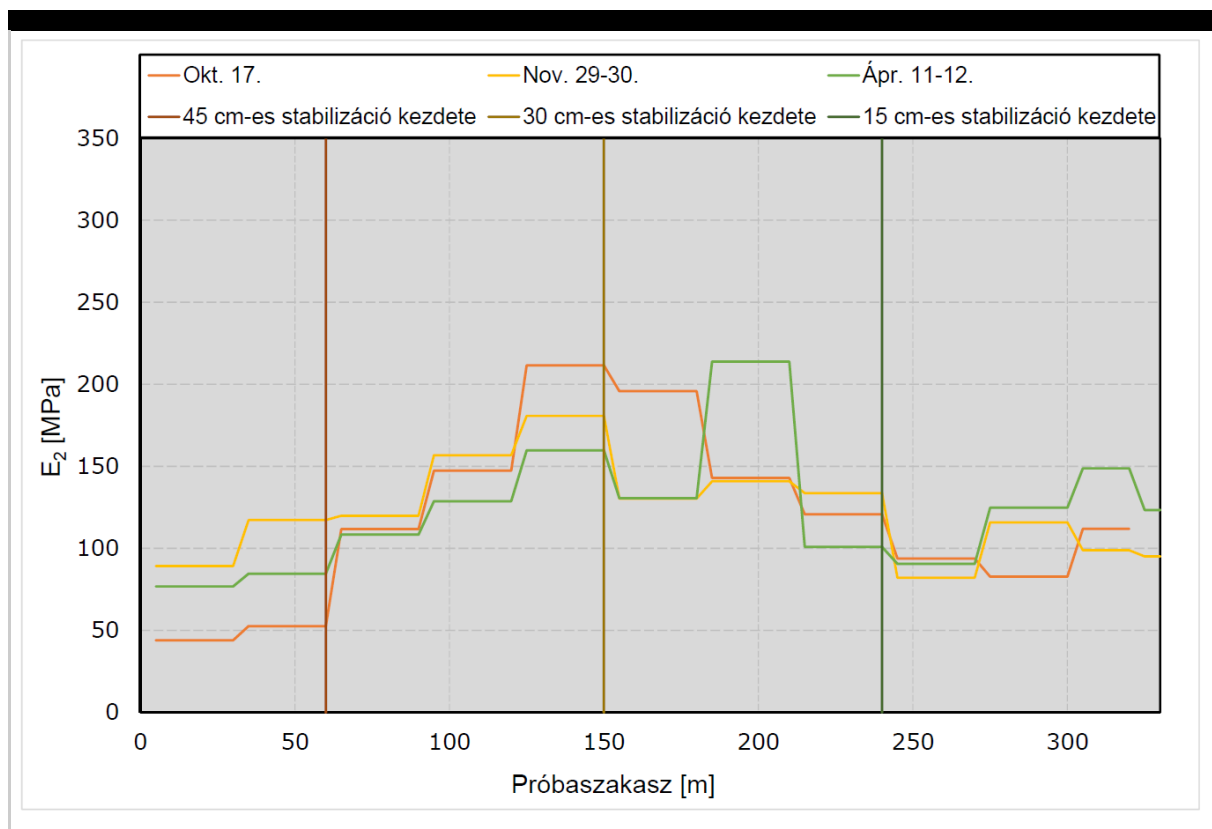
*Homok talajon készült próbaszakaszok statikus tárcsás teherbírás mérési eredményei statisztikai kiértékelést követően*

A 30cm és 45cm vastagsággal készült talajstabilizációkat közel kétszer akkora teherbírás jellemzi, mint az azonos vastagságú geoműanyagokkal erősített zúzottkő szakaszokét. A két teherbírás zóna közé esnek a geoműanyag szakaszokhoz hasonlóan viszonylag vastag zúzottkőből készült -15cm vastag stabilizáció és 25cm vastag zúzottkő- szakaszok eredményei.

A stabilizált szakaszok teherbírás mérésénél jól kirajzolódik a hidraulikus kötések, mint kémiai folyamatok időben való bekövetkezése, ugyanis a teherbírás a kezdeti időszakban az idő múlásával növekedett. Fontos kiemelni, hogy teherbírás növekedés volt mérhető annak ellenére, hogy a próbaszakaszokon ebben az időszakban már folyamatos volt a forgalom, az októberi méréstől eltelt egy hónap viszonylag csapadékos őszi időszak volt, valamint néhány napos fagyok is előfordultak már. Az elmúlt évtizedek egyik leghosszabb és leghidegebb tele volt hazánkban a 2016-2017-es évi, ahol a térszín alatt 80-100cm-ben is átfagyások voltak tapasztalhatóak. A kiolvadás viszonylag gyorsan végbement a március végi hirtelen felmelegedéssel, ami alatt a forgalom változatlanul folyamatos volt a próbaszakaszokon. Ennek ellenére a mérések szerint a stabilizált szakaszokon nem volt tapasztalható a teherbírás leromlása. A fenti eredmények azt bizonyítják, hogy a stabilizációval elkészülő földművek vízzel és faggal szemben tartós teherbírással rendelkeznek, ilyen módon az útburkolatoknak tartós alátámasztást tudnak biztosítani.

A homok talajon készült stabilizációs szakaszok tárcsás teherbírás mérési eredményein a kötőanyag mennyiségének hatása kevésbé volt visszakövethető, ez a lösz szakaszoknál jobban kirajzolódott. A lösz talajon készült próbaszakaszokon végzett tárcsás teherbírás mérési eredményeit mutatja a 2. ábra. A teherbírás mérés során az E<sub>2</sub> értékek a lösz talajoknál a homok talajokhoz hasonló eredményeket mutattak. A geoműanyagokkal erősített szakaszok itt is alacsonyabb teherbírással rendelkeztek, mint a stabilizált szakaszok. A geoműanyagok szakaszainál a georács teherbírásnövelő hatása, hasonlóan a homok szakaszokéhoz ~10MPa értékben volt kimutatható.

A stabilizált szakaszoknál mért teherbírás ezen szakaszoknál is c.ca.. kétszeresét mutatta a zúzottkő+georács szakaszokénak. A kötőanyag mennyisége viszonylag markánsan jelentkezett a lösz szakaszoknál, ami magyarázható azzal, hogy az átmeneti talajok stabilizálásánál inkább a 75kg/m<sup>3</sup> adagolás a javasolt (Szendefy 2009.) mennyiség, míg a homok talajok esetében már alacsonyabb adagolás is célravezető lehet. A mérések a teherbírás kismértékű csökkenését mutatják bizonyos szakaszoknál a novemberi, majd az áprilisi mérések során, azonban a próbaszakaszokon végzett más típusú teherbírás mérések ezt a csökkenést nem mutatták ki. A nem trendszerű csökkenés és a más mérési eredmények alapján úgy gondoljuk, hogy lösz szakaszon a stabilizált talajrétegek is kellően ellenállóak a víz és fagyhatásoknak.



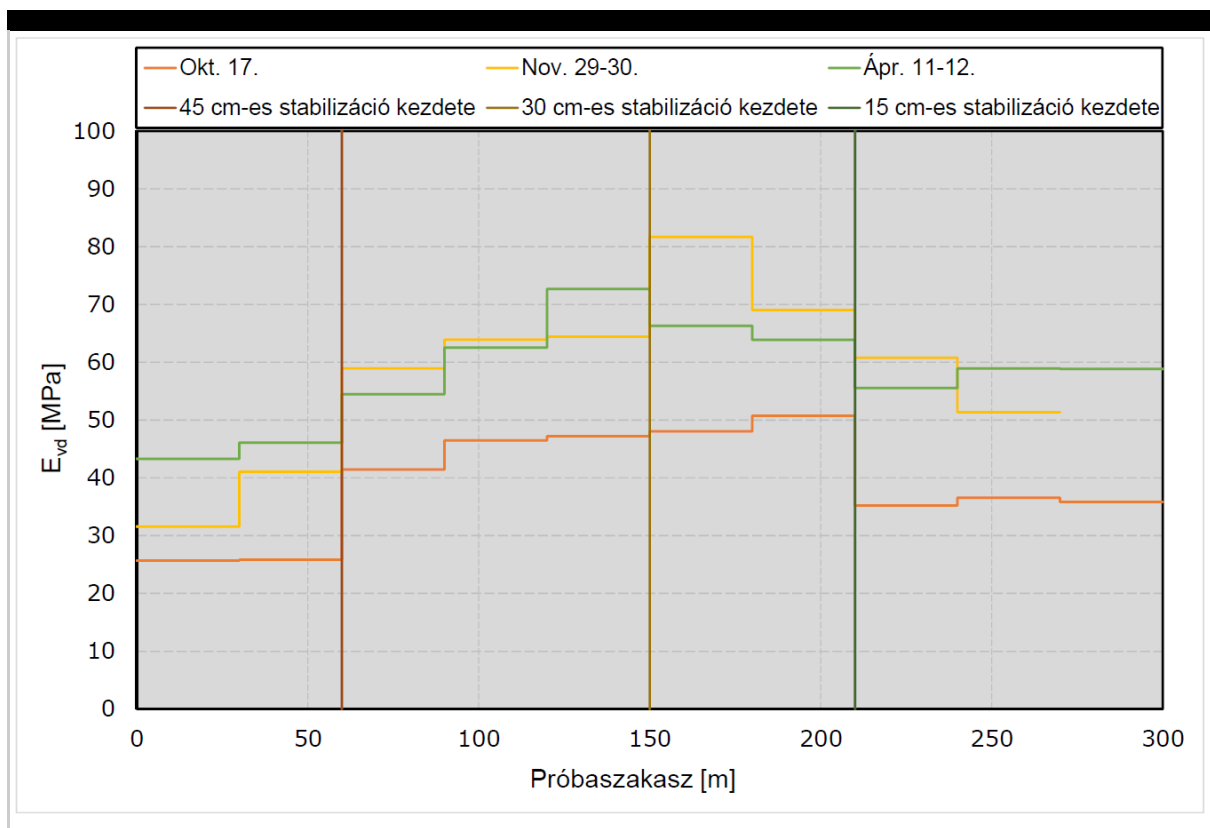
2. ábra

Lösz talajon készült próbaszakaszok statikus tárcsás teherbírás mérési eredményei statisztikai kiértékelést követően

## 5. Könnyű ejtősúlyos teherbírás mérés

A kutatási próbaszakaszokon összesen 627db könnyű ejtősúlyos mérés került elvégzésre. A nagyszámú mérés, amelynek keretén belül egy-egy időpontban az egyes szakaszokon 5-9db mérés készült, lehetőséget nyújtott arra, hogy az egyes szakaszokhoz hozzárendelhető átlagos dinamikus teherbírasi értéket ( $E_{vd}$ ) statisztikai kiértékelés alapján határozzuk meg. A könnyű ejtősúlyos vizsgálatoknál a statikus tárcsás teherbírás méréshez hasonló trendek voltak tapasztalhatóak. A homok talajnál készült szakaszok esetében a geoműanyag+zúzottkő szakaszok adták az alacsonyabb teherbírás, amely c.ca. a stabilizált szakaszok felére adódott. Bár a szakaszok elkészülte után 1.hónappal végzett méréseknél nem volt érzékelhető a georács hatása, a 2. hónap után és a tavasszal készült méréseknél már megmutatkozott a tárcsás teherbírás méréseknél is tapasztalt magasabb teherbírás.

A talajstabilizációs szakaszok esetében szintén kirajzolódott a 2. hónapra megnövekvő teherbírás, ami már nem mutatott említésre méltó csökkenést vagy növekedést a tavaszi időszakban elvégzett méréseknél. Az ejtősúlyos mérések eredményeinél a 15cm talajstabilizáció+25cm zúzottkő szakaszok a többi stabilizált szakaszhoz hasonló teherbírás értéket mutattak, így ennél a mérésnél nem volt tapasztalható olyan mértékű különbség, mint a statikus tárcsás teherbírás mérések során.

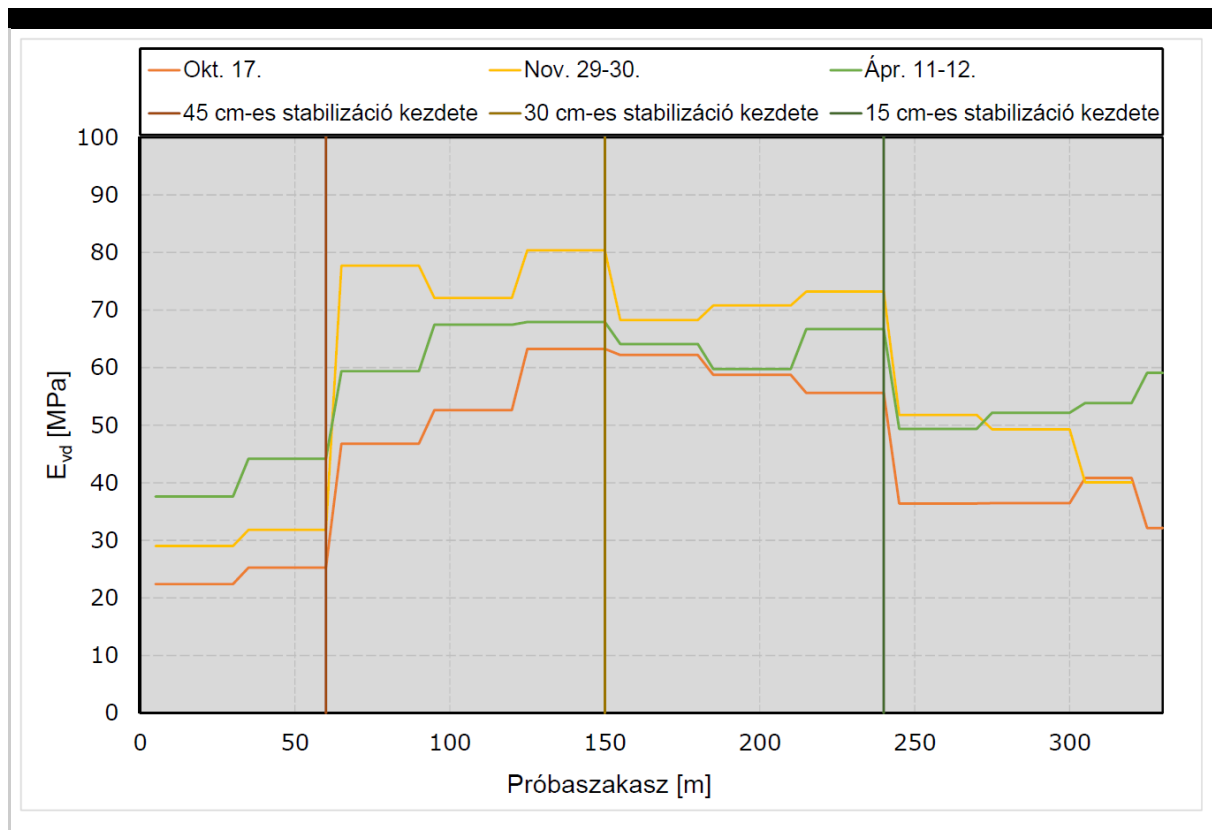


**3. ábra**

*A homok szakaszon készített dinamikus teherbírás mérés eredményei*

A lösz talajok szakaszainál készült könnyű ejtősúlyos vizsgálatok eredményeinél már a kezdeti időszakban kivehető volt a georács teherbírásnövelő hatása. Itt mindhárom mérés során kissé magasabb teherbírás volt mérhető a georácsos szakasznál, mint a csak geotextíliával erősített szakasznál. Azonban a geoműanyagokkal erősített szakaszok teherbírása így is jelentősen alulmaradt a stabilizált szakaszokéhoz képest.

A stabilizált szakaszoknál az 1. hónap utáni, majd a tavaszi mérések viszonylag jól visszaadták a kötőanyag adagolás mértékét, míg ez a trend a 2. hónapra készülő méréseknél nem volt viziontlátható. Ahogy már a statikus tárcsás teherbírás mérés során említettük, nem volt teherbírás csökkenés a 2. havi méréseknél az 1. havihoz képest, inkább a homok talajoknál is tapasztalt teherbírás növekedés volt mérhető. Bár a tavaszi mérések kismértékű teherbírás csökkenést mutatnak a 2. havi mérésekhez viszonyítva, még így is magasabb értékek adódtak a kivitelezést követő 1. hónaphoz képest.



**4. ábra**

*A lösz szakaszon készített dinamikus teherbírás mérés eredményei*

A homok, illetve a lösz szakaszon is megfigyelhető, hogy a 30 cm és 45 cm vastagságban készült stabilizációk között nincsenek jelentős különbségek, ami arra utalhat, hogy a könnyű ejtősúlyos vizsgálat mérési tartományán kívül esik ez a vastagság. A 30 cm-es és a 45 cm-es vastagságban stabilizált talajokra egy 10 cm-es zúzottkő réteget is terítettek, így a javítórétegek vastagsága 40 cm és 55 cm



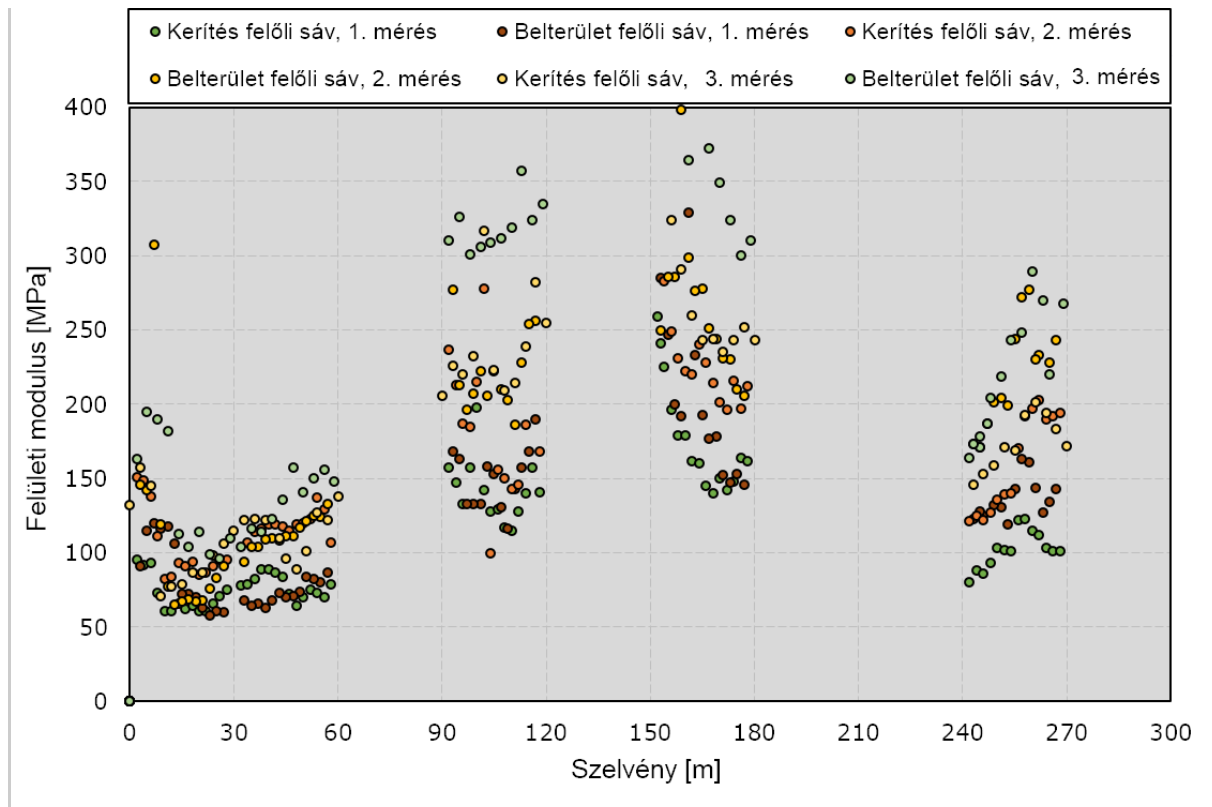
ezeken a szakaszokon. Egyes szakirodalmi adatok alapján a dinamikus teherbírásmérés hatásmélysége kb. a tárcsaátmérő másfélszerese (Tompai 2008.), ami 30 cm-es tárcsa esetén 45 cm, így az 55 cm-es rétegvastagság már a mérési tartományon kívül esik. A 30 cm-es és 15 cm-es vastagságban stabilizált (de egyenlő javítóréteg vastagság) szakaszok közti különbséget a dinamikus mérés is kimutatta. A statikus és a dinamikus mérés alapján is megállapítható, hogy a 30 cm stabilizáció + 10 cm-es zúzottkő jobb teherbírást biztosít, mint a 15 cm stabilizáció + 25 cm zúzottkő.

## 6. KUAB típusú FWD mérések

FWD mérések a limitált anyagi háttér miatt nem minden szakaszon készültek. A homok altalajú szakaszok esetében a 10 szakaszból 5 szakasznál készültek ilyen mérések, amelyek lefedték a két különböző geoműanyaggal készült szakaszt, a további három mérés a 75kg/m<sup>3</sup> középső adagolás mennyiséggel készült különböző vastagságú stabilizált szakaszoknál készültek. A lösz altalajú szakaszok esetében 6 szakasznál készült mérés, szintén a két geoműanyag szakasznál, valamint a három 75kg/m<sup>3</sup> adagolású szakasznál, valamint a kötőanyag-mennyiség összehasonlíthatósága kedvéért egy 100kg/m<sup>3</sup> adagolással készült szakasznál is. Összesen 819db mérés készült a próbaszakaszokon.

Az FWD mérések a statikus tárcsás és a könnyűejtősúlyos teherbírásmérésekkel azonos időpontokban készültek, így a trendek is hasonlítanak azon méréseknél meghatározottakra. A geoműanyagokkal erősített szakaszok teherbírása az FWD méréseknél is átlag felére adódott a stabilizált talajból készült szakaszokénál. Továbbá ezen mérésnél is felfedezhető a georács teherbírásnövelő hatása. Bár a mérési eredmények ábrázolásából nem láthatók olyan jól a javulási tendenciák, mint az előző két teherbírásmérésnél, a geoműanyag szakaszon ezen méréssel is kimutatható volt a kis mértékű javulás, ami a zúzottkő finomszemcsével történt elszennyeződése, kiékelődése vagy a forgalom okozta tömörödéséből adódhat. Javulás volt tapasztalható a stabilizált szakaszoknál is: az 1. hónapos méréseknél magasabb értékeket adtak a 2. hónap után mért értékek, majd további kis mértékű javulás volt tapasztalható a tavaszi mérések során.

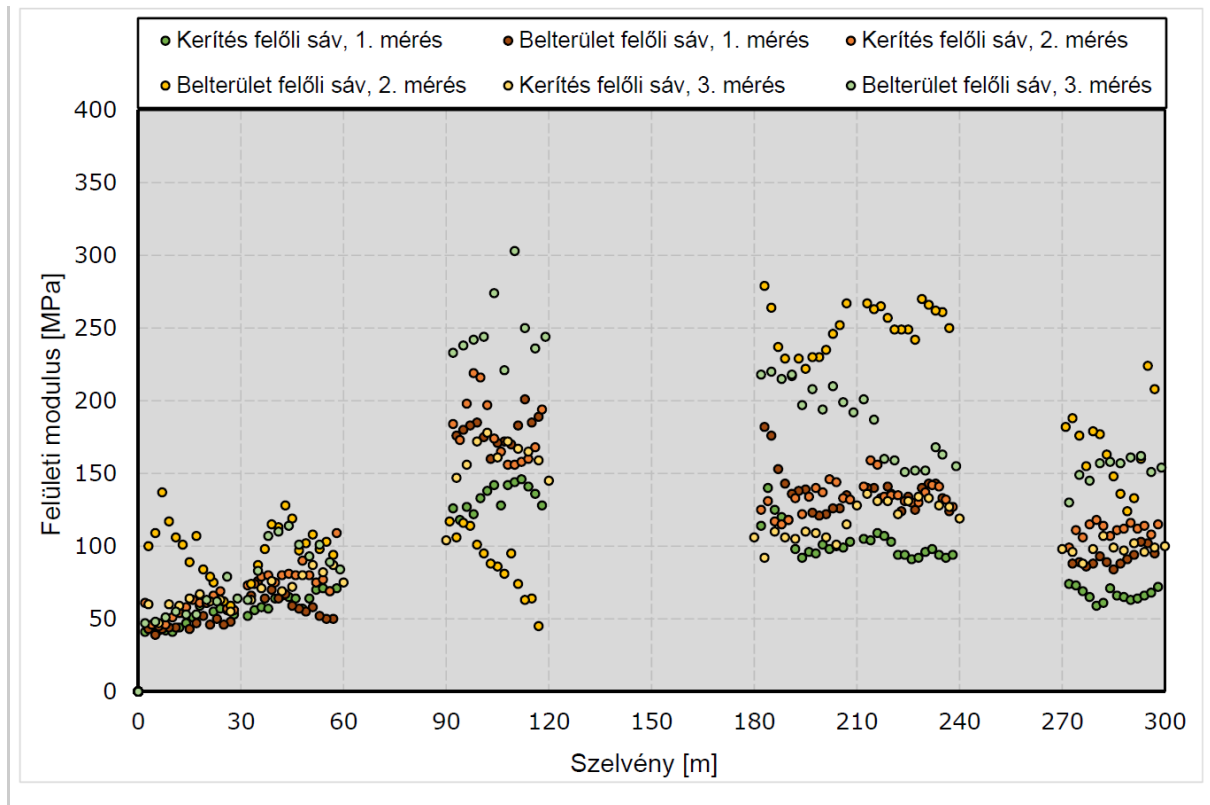
A mérőeszköz a méretei miatt olyan módon tudott csak mérni, hogy a próbaszakaszok kerítés felőli nyomsávjában, valamint visszafelé a szembejövő nyomsávban végzett méréseket. Érdekes trendnek tűnik, hogy a különböző nyomsávokat kissé eltérő eredmények jellemezték a mérések során, azonban erre jelenleg még nem tudunk fizikai magyarázatot adni.

**5. ábra**

*A homok szakaszon készített FWD teherbírásmérés eredményei*

A lösz szakaszon végzett mérési eredmények is jó egyezést mutatnak a korábban bemutatott teherbírásmérések eredményeivel, bár a geoműanyagok szakaszokon nem mutatnak olyan mértékű javulást. A mérési eredmények egy tartományba esnek, hasonlóan a statikus tárcsás vagy az ejtősúlyos vizsgálattal, ettől kivétel a 2. hónapnál készült mérés magyarországi nyomcsávjában készült eredmények (piros szín), amelyek viszonylag nagy szórást és a trendektől való eltérést mutatnak.





6. ábra

*A lösz szakaszon készített FWD teherbírásmérés eredményei*

A homok és a lösz talajok szakaszainál a szerb oldali nyomásáv eredményeinél a statikus tárcsás teherbírásmérés és az FWD mérési módszer pontjai viszonylag jó egybeesést mutattak, azonban a magyarországi nyomásávok esetében az FWD mérések önmagukban is nagyobb szórást mutattak és a két mérés eredményei is jelentősebb eltéréseket mutattak. Jelenleg nincs fizikai vagy kémiai magyarázat a két nyomásáv eredményei közötti különbségre. Mindezen eltérésektől függetlenül az FWD-vel mért felületi modulus értéke és a statikus tárcsás teherbírásmérés E2 teherbírás értéke azonos értéktartományban lévő eredményeket szolgáltatott. A mérések szerint a geoműanyagokkal erősített zúzottkő teherbírása  $E2 \approx 100 \text{ MPa}$  értékre vehető, míg a stabilizált talajokat az  $E2 = 150\text{-}250 \text{ MPa}$  közötti teherbírás jellemzi.

## 7. Összefoglalás

A három mérési módszer eredményei alapján elmondható, hogy a geoműanyagokkal erősített zúzottkő pályaszerkezetek esetében közel fele akkora teherbírás volt mérhető, mint a stabilizációval készült szakaszoknál. A geoműanyaggal erősített zúzottkővel készült szakaszok teherbírása  $E2 = 70\text{-}120 \text{ MPa}$  volt a homok altalajon, míg  $E2 = 50\text{-}100 \text{ MPa}$  volt mérhető a lösz szakaszon. A stabilizációval készült szakaszok esetében a kötőanyag mennyiségétől függően homok talaj esetén  $E2 = 150\text{-}300 \text{ MPa}$  értékek, míg lösz esetén  $E2 = 150\text{-}200 \text{ MPa}$  teherbírás volt mérhető.

Az FWD és a statikus tárcsás teherbírásmérések eredményei jó egyezést mutattak, ami két tényező miatt is nagy fontossággal bírhat. A dinamikus terhelésből adódó rugalmassági modulus, amit a pályaszerkezet méretezése során szükséges használni, fizikai jellegében megegyezik az FWD mérés felületi modulusával, ami szintén egy dinamikus teher hatására létrejövő alakváltozásból számított. Ilyen módon a korábbi statikus elemeket használó módszerek és a dinamikus módszerekre épülő elméletek mérnöki gyakorlatban bevett értékei, értéktartományai jól átvehetőek vagy összedolgozhatóak. A hasonlóságból eredő másik előny lehet, hogy a nagy idő és eszközigényű (ellensúly) statikus tárcsás teherbírásmérés részben vagy teljesen kiváltható lenne az FWD méréssel, ami földművek esetében is egy sokkal gyorsabb és hatékonyabb eszközt jelentene a minősítésekhez.

## 8. Irodalomjegyzék

Dankó B. (2016): Stabilizált talajrétegek teherbírásának vizsgálata és annak pályaszerkezeti rétegekre gyakorolt hatása, MsC diplomamunka Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kar

Gáspár L., Karoliny M., Tóth Cs., (2017) Predicting subgrade soil strength using FWD and meteorological time series data; CRC Press – Taylor and Francis Group, 2017. 9 p (ISBN:978-1-138-29595-7)

Pethő L., Primusz P., Tóth Cs., (2016): Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezésének alternatív módszere tervezési útmutató

Primusz P., Tóth Cs., (2016): Alternatív méretezési eljárásokra vonatkozó tanulmány és az alternatív módszerek bevezetését segítő irányelv

Szendefy J. (2009): A hazai talajok szerkezetének és teherbírásának változása meszes talajstabilizáció hatására, Phd dolgozat Budapesti Műszaki És Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kar

Szendefy J. (2017): Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezésének alternatív módszere című tervezői utasítás geotechnikai paramétereinek pontosítására

Tompai Z. (2008): Földművek és kötőanyag nélküli alaprétegek teherbírásának és tömörségének ellenőrzése könnyű ejtősúlyos módszerekkel, Phd dolgozat Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kar

Tóth Cs., Szentpéteri I., (2014) Klimatikus hatások figyelembevétele a behajlási adatsorok kiértékelése során, Útügyi Lapok: A Közlekedésépítési Szakterület Mérnöki és Tudományos Folyóirata 2014:(4)

Tóth, Cs., Szentpéteri I., (2016) Effect of Precipitation on Load Bearing Capacity of Subgrade, JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE RESEARCH

3:(5) pp. 1447-1455.

József Péterfalvi, Péter Primusz, Gergely Markó, Balázs Kisfaludi, Miklós Kosztka:  
Evaluation of the Effect of Lime-Stabilized Subgrade on the Performance of an  
Experimental Road Pavement, CROATIAN JOURNAL OF FOREST ENGINEERING  
36: (2) pp. 269-282. 2015

Péterfalvi József, Primusz Péter, Markó Gergely, Kisfaludi Balázs, Kosztka Miklós  
(2014): Mésszel stabilizált földmű hatásainak vizsgálata egy kísérleti útszakaszon,  
ERDÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK 4.: (1.) pp. 119-134.

József Péterfalvi, Miklós Kosztka, Gergely Markó, Péter Primusz (2008):  
Experimental Pavements Built on Cohesive Soil, HUNGARIAN AGRICULTURAL  
ENGINEERING 21: pp. 53-54.

## *Adatok*

*Megjelent itt*

**10. szám**

2017. ősz



---

## *Szerző*

### **Dankó Bence**

EFERTE Mérnöki Tanácsadó és Szolgáltató Kft.

### **Soós Zoltán**

Okleveles építőmérnök, 2014 óta a BME Út és Vasútépítési Tanszék PhD hallgatója.

### **Szendefy János**

Okl. építőmérnök, PhD, egyetemi adjunktus BME Geotechnika és Mérnökgeológia  
Tanszék

---

## *Témakörök*

Földművek

## *Kulcsszavak*

*Befogadva*

2017. december 3.

---

## Hozzászólás

Hozzászólás

\* Név

\* E-mail cím

Honlap

Hozzászólás elküldése

Bejegyzések

Galéria

Impresszum

Interjúk

Könyvajánló

Nemzetközi szemle

Szakolvasó

Témakörök

---

© **Copyright** **Ütügyi Lapok** 2019 • *Minden jog fenntartva.*

Az Ütügyi Lapok félévente elektronikus formában megjelenő, online szabadon elérhető kiadvány, erre tekintettel jelenleg nem előfizethető. Alkalmanként azonban papíralapon



is megjelenik, amennyiben szeretne a papír alapú megjelenésről értesítést illetve példányt kapni, kérjük érdeklődési szándékát az alábbi címen jelezze: [utugyilapok@makadam.hu](mailto:utugyilapok@makadam.hu). *A lapban megjelent cikkek a szerzőik személyes véleményét fejezik ki és nem feltétlenül egyeznek meg a szerkesztők véleményével illetve ismereteivel.*