

A mésszel stabilizált talajok teherbírásának tartóssága, fagyállósága

Szerző(k) **Szendefy János és Vámos Máté**

Kivonat

A talajkezelések során rövid és hosszú távon lehet javítani a talajok mechanikai tulajdonságait. A talaj típusától és a hozzáadott méssz mennyiségétől függ, hogy talajjavítást vagy talajstabilizációt végzünk. A talajstabilizációk tartósságának fontos mérőszáma, hogy az elnedvesedéssel és a fagyhatással szemben milyen mértékben romlik le a teherbírása. Laboratóriumi vizsgálatok készültek a mésszel stabilizált talajok teherbírásának tartósság-vizsgálatára, ami mellett bemutatásra kerülnek az erre vonatkozó szakirodalmi adatok és példák is. A kutatási eredmények alapján a hazánkban található felszínközeli gyenge teherbírású és fagyérzékeny talajok mésszel hatékonyan stabilizálhatóak.

1. Bevezetés

A talajstabilizációk készítése során a legfontosabb, hogy a talajfizikai paramétereknél elért pozitív változások fenntarthatóak legyenek. A velük szemben támasztott követelményeket a tervezett szerkezet élettartamáig el tudják látni, funkciójukat a változó időjárási viszonyoktól függetlenül be tudják tölteni.

Talajstabilizációt általában nagy felületű földmunkáknál (ipari padló és parkoló) vagy vonalas létesítményeknél (út és vasút) alkalmaznak. A pályaszerkezet, kültéri burkolatok és lemezek alátámasztását a földmű felső, javított rétegével biztosítjuk, fagyvédő és teherbírásjavító rétegek, illetve ágyzatnak hívjuk. Alapvetően durvaszemcsés anyagból (homokos kavics, zúzottkő) készülnek, mivel ezeknek az anyagoknak a teherbírása vízre nem érzékeny, nedvesség hatására legfeljebb kis mértékben csökken; bennük jégencse képződés nem jellemző, így a tavaszi olvadások során is megfelelően alá tudják támasztani a szerkezeteket. Amennyiben ezeket a rétegeket helyi anyag stabilizálásával szeretnénk kiváltani, úgy a stabilizációk tervezésénél a legfontosabb, hogy azok a vízzel és a fagyhatással szemben ellenállóak legyenek, annak hatására ne veszítsék el teherbírásukat.

2. Talajok és stabilizációk fagyveszélyessége az ÚT 2-1.222 szerint

A talajokat fagyveszélyesség szempontjából hazánkban az ÚT 2-1.222 Útügyi Műszaki Előírás sorolja kategóriákba. A magasépítési szabványokban, előírásokban nem található ehhez hasonló csoportosítás, így a lemezek tervezése esetén is erre támaszkodva járnak el a szakemberek.

Az Előírás alapvetően a kapilláris felszívás miatt kialakuló jégencse képződést veszi figyelembe a kategóriába soroláskor, ezért fagyállónak minősíti a nagy pórusokkal rendelkező durvaszemcsés anyagokat, amelyeknél a kapilláris felszívás alacsony, valamint a pórusszerkezet miatt a jégencsék kialakulása is limitált. A közepesen és a nagyon plasztikus talajokat fagyérzékenynek, míg a hazánk felszínét nagy részben fedő kissé plasztikus és átmeneti talajokat fagyveszélyes kategóriába sorolja.

A kategóriába sorolása alapvetően a szemeloszlás vizsgálat és plasztikus index vizsgálat alapján történik.

A fagyveszélyesség minősítése	Megnevezés	A szemeloszlás jellemzői		A plasztikus index, I_{pr} %
		0,02 mm-nél	0,1 mm-nél	
		kisebb szemcsék tömegszázaléka		
Fagyálló	homokos kavics kavicsos homok	< 10	< 25	

	homok			
Fagyérzékeny	iszapos kavics	10 - 20	25 - 40	
	iszapos homok	10 - 15		
	sovány agyag			15 - 20
	közepes agyag			20 - 30
	kövér agyag			> 30
Fagyveszélyes	iszapos kavics	> 20	> 40	
	iszapos homok	> 15		
	homokliszt	< 10	> 50	< 5
	iszapos homokliszt	> 10		5 - 10
	iszap			10 - 15

1. táblázat

Talajok minősítése fagyérzékenység szempontjából [Út 2-1.222 alapján]

A talajok mésszel történő stabilizálását követően a plasztikus index $I_p=5-15\%$ közötti szűk tartományban esik, a folyási határ meghatározása sokszor nehézkes a szemcsés anyagokhoz használatos árkolóval, ezért a stabilizációk jellemzésére alkalmasabb a szemeloszlás görbe [Szendefy, 2009]. Ezért, ha a mésszel stabilizált talajok fagyérzékenységét az 1. táblázat szerinti szemeloszlás alapján vizsgáljuk, úgy az tapasztalható, hogy a meszezéssel egy vagy két kategóriával feljebb sorolhatók a talajok. Ennek bemutatására készült saját laboratóriumi vizsgálatok és szakirodalomban publikált adatok alapján a 2. táblázat.

Minta		I+A [%]	HL+I+A [%]	Fagyérzékenység
Bucsuta*	0%	15	23	fagyérzékeny
	kezelt	0	16	fagyálló
Rigyác*	0%	18	39	fagyérzékeny
	kezelt	0	25	fagyálló
Téglagyár*	0%	27	43	fagyveszélyes
	kezelt	18	53	fagyérzékeny
Kékagyag*	0%	38	58	fagyveszélyes
	kezelt	9	23	fagyálló
Komárom	0%	32	37	fagyérzékeny
	kezelt	2,5	25	fagyálló
Hajdúnánás	0%	66	76	fagyveszélyes
	kezelt	5	25	fagyálló
Visonta	0%	92	98	fagyveszélyes
	kezelt	16	21	fagyérzékeny
Leányfalu	0%	65	77	fagyveszélyes
	kezelt	2	39	fagyérzékeny

2. táblázat

Talajok minősítése fagyérzékenység szempontjából [*-Kosztka, 2004; Szendefy, 2008]

Az Ütügyi Műszaki Előírás szerint a talajok fagyállóság szempontjából történő kategóriába sorolása a bemutatott talajazonosítás mellett más módon, például laboratóriumban vizsgált ásványi összetétel vagy a valóságot modellező vizsgálatok alapján is elvégezhető. Az ásványi összetétel vizsgálata során azt mérik, hogy

a fagyás szempontjából kritikus finom szemcsék ásványösszetétele a talajfagyás alatti víztartalom és térfogatnövekedés szempontjából nem vagy kevéssé veszélyes-e. A fagyhatás laboratóriumban történő modellezése esetén pedig vízfelszívást, térfogatváltozást és a fagyás hatására bekövetkező teherbíráscsökkenést javasolt mérni.

3. Laboratóriumi vizsgálatok a meszes talajstabilizáció tartósságának és fagyállóságának vizsgálatára

A mésszel stabilizált talajok tartósságát és fagyállóságát az előző fejezetben bemutatott szemeloszlás vizsgálatok mellett további laboratóriumi vizsgálatokkal is alá kívántuk támasztani.

Ezek a laboratóriumi vizsgálatok kezdetekben az ÚT 2-3.207 Útügyi Műszaki Előírás szerint készültek, ami a hidraulikus kötőanyaggal stabilizált talajok fagyállósági vizsgálatát nyomószilárdsági értékek alapján végzi. A vizsgálat során 4 db különböző talajnál és három különböző mészadagolással 6-6 db próbahenger, azaz összesen 72 db minta készült. A vizsgálati eredmények és a vizsgálat alapján az volt tapasztalható, hogy ez a vizsgálati módszer inkább hidraulikus kötőanyaggal készült anyagok (betonszerű-folytonos anyag) vizsgálatára alkalmas, a diszperz talajszerkezetre kevésbé. A vizsgálati minták elkészítése, homogenitásuk biztosítása nehézkes. A tárolás során több minta megsérült, annak ellenére, hogy mechanikai hatás nem érte. Ezen hatások miatt a mérés jelentős részét nem lehetett elvégezni, a fennmaradóba is olyan bizonytalanságok kerültek, ami miatt kiértékelésüket és értelmezésüket nehézkesnek és megbízhatatlannak tartottuk.

A tapasztalatok alapján úgy véljük, hogy a mésszel stabilizált talajok a hidraulikus kötőanyagú stabilizációkhoz készült eljárásokkal nem jellemezhetők megfelelően, mivel a meszes talajstabilizáció csak kis részben hidraulikus kötőanyagú stabilizáció, mivel a fizikai paraméterekben mérhető javulás döntően a kationcserének köszönhető [Szendefy, 2013].

A fentiek megfontolása miatt a mésszel stabilizált talajok tartósságát és fagyhatással szembeni ellenállását más módszerrel célszerű vizsgálni. Hasonló problémák miatt a teherbírás vizsgálatoknál már korábban CBR vizsgálatok készültek az egyirányú nyomóvizsgálat helyett, így a tartóssági teszteknel is erre térünk át.

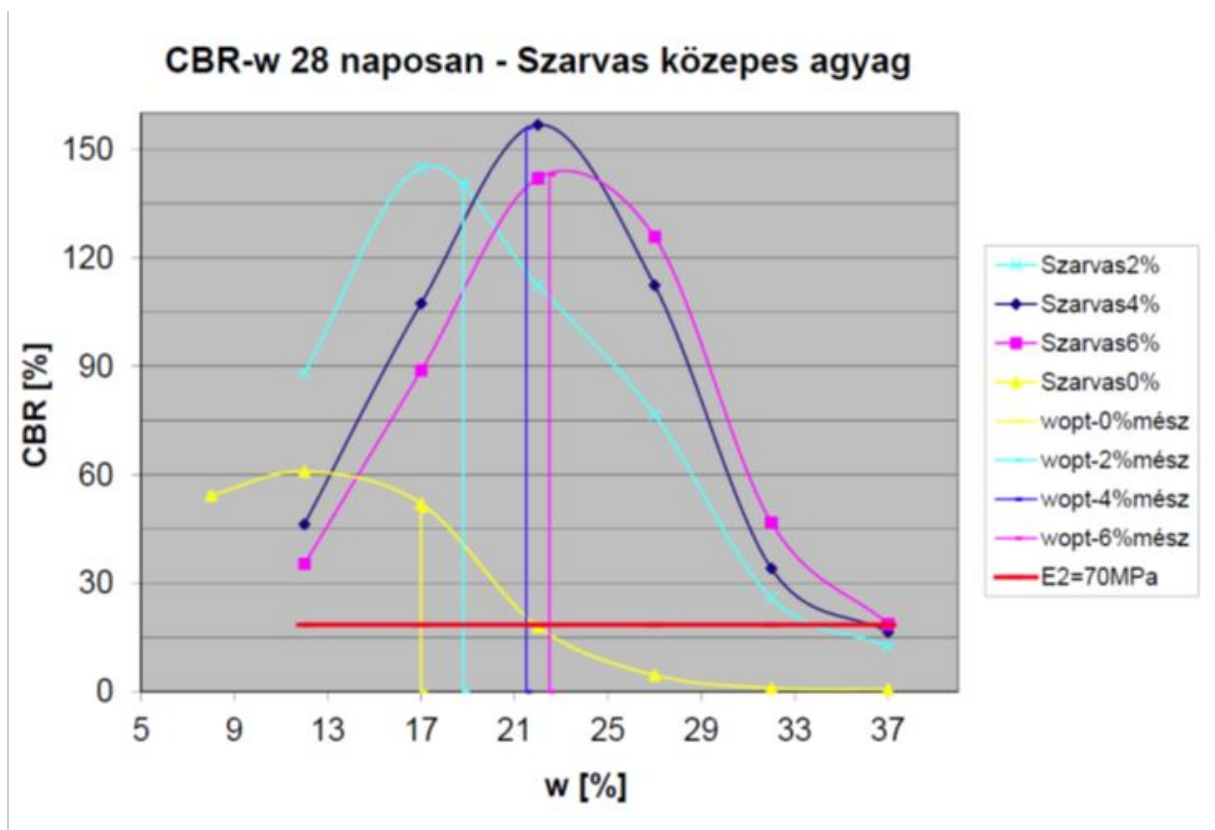
A vizsgálatok során a 4 db különböző típusú talaj, 6 különböző víztartalom mellett került összekeverésre 2 %, 4 % és 6 % őrölt, égetett mész hozzáadásával. A talajok között homokos iszap, iszap, valamint közepes agyag és kövér agyag talajok szerepeltek, a víztartalmak rendkívül széles tartományba ($w=4,5-37\%$) estek, a konzisztencia index talajtól függően $I_c=0,36-2,84$ között változott.

A minta bekészítésekor a kimért mézsmennyiség a beállított víztartalmú talajokhoz lett hozzákeverve, majd párazáró csomagolásban álltak 90 perct. Ez az idő a mész oltódásához szükséges, ami a térfogatváltozás miatt fellazíthatja, károsíthatja a mintákat. Ezt követően 5×55 ütést alkalmazva CBR edénybe tömörítve, 28 napig párazáró csomagolásban lettek pihentetve, amit 7 napos vízzel teli kádban állás követett. A továbbiakban 3 napig a fagyasztószekrénybe -20 °C-ba kerültek, majd további 24 órára vissza a víz alá. A vizsgálatok során összesen 144 db CBR teherbírás vizsgálat készült.

A minták vízfelvételeiben és a teherbírásában bekövetkezett változások a talajok kötöttségétől függetlenül hasonló jelleget mutattak, azonban az eltérő víztartalom értékek és nagy mennyiségű adat miatt egy ábrában nehezen szemléltethetők. A változások ezért az egyes talajok egy-egy kiragadott grafikonján keresztül kerülnek bemutatásra.

Az 1. ábrán a Szarvasról származó közepes agyag talaj CBR teherbírási értékei láthatóak 28 napos pihentetést követően. Az ábra vízszintes tengelyén a feltüntetett víztartalmak $I_c=0,55-1,55$ közötti tartományt fednek le.

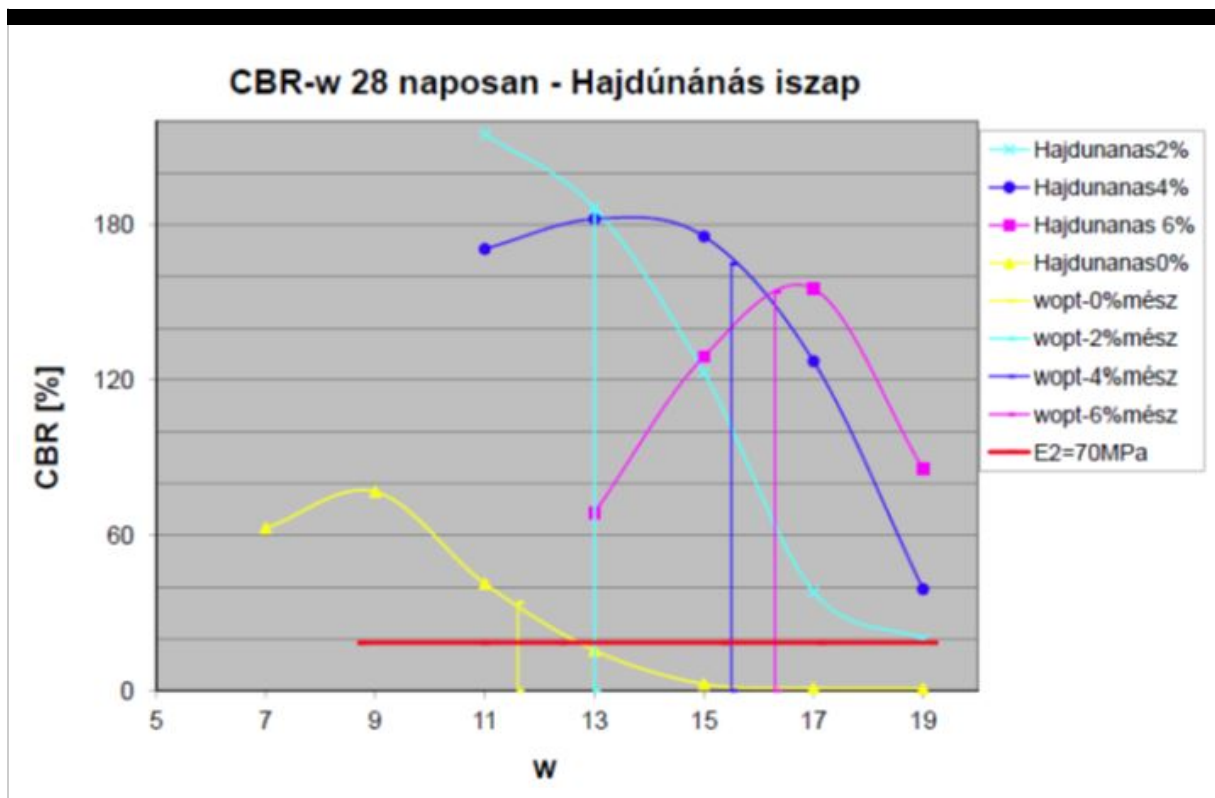




1. ábra

Közepes agyag talaj CBR teherbírása a víztartalom és mészadagolás függvényében

A 2. ábrán egy gyengén kötött iszap talaj stabilizációja során mért eredmények láthatóak. A víztartalom változtatása miatt a konzisztencia index az előzőhöz hasonlóan $I_c=0,55-1,55$ közöttire adódott.



2. ábra

Iszap talaj CBR teherbírása a víztartalom és mészadagolás függvényében

Az ábra szemléletesebbé tétele érdekében piros vízszintes vonallal megjelenítésre került a CBR-ből számítható $E_2=70$ MPa teherbírás érték is.

Az ábrán függőleges vonalak jelzik az egyes mézsttartalom esetén a Proctor-görbékről leolvasható optimális víztartalom értékeket. Ez felhívja a figyelmet arra a problémára, amivel a kivitelezések során sokszor szembesülhetünk, hogy a termett talajok teherbírása a száraz ágon a legmagasabb, itt azonban nehezebben tömöríthetőek, míg a nedves ágon, ahol könnyebb a tömörítés az optimálistól már nagyon kis mértékű víztartalom eltérés esetén is rendkívül alacsony teherbírás tapasztalható. Ezzel szemben a mésszel stabilizált talajok esetén az optimális víztartalom közel egybe esik a teherbírasi optimummal és gyakorlatilag bármilyen víztartalom mellett a szemcsés anyagokhoz hasonló teherbírás mérhető. A stabilizációk alacsony teherbírása csak száraz ágon tapasztalható, amikor betömörítésük is nehézkes, ezért kivitelezésük során gondoskodni kell a szükséges víz hozzáadásról.

Az áztatás és fagyasztás során felvett víz mennyisége csak a CBR edény súlyának lemérésével került meghatározásra, a minta belsejében a víztartalom változást nem mértük. A mérések szerint a nedves oldalon beépített talajok vizet nem vettek fel, míg a száraz ágon beépítettek az alacsony ($S_{r,min}=31\%$) telítettség miatt 100-350 g vizet vettek fel. Ez az elenyésző vízfelvétel a teljes mintára vetítve 3-10 %-os víztartalom változást okozott, ami természetes talajok esetén már jelentős teherbírás veszteséget eredményezne, azonban a stabilizációknál ez nem volt tapasztalható. A stabilizálatlan talajok vízfelvételét nem lehetett mérni, mivel azok az áztatás hatására az edényekből „kiáramlottak”.

Az alacsony vízfelvétel több dolognak tulajdonítható. A mésszel stabilizált talajok, különösen a nedves ágon, morzsálékosak, rendkívül jól bedolgozhatóvá válnak, felületük jól eldolgozható, zárt felületet ad, mind a laboratóriumban, mind pedig a helyszíni munkáknál. A kötött talajokat felépítő finomszemcsék relatív nagy felülettel rendelkeznek, ezért nagy mennyiségű víz megkötésére képesek. Ez a vízfelvétel okozza tulajdonképpen a nyírószilárdság csökkenését, a teherbírás elvesztését. A meszes talajstabilizáció során lezajló domináns kémiai folyamatnak, a kationcserének köszönhetően bekövetkező koaguláció miatt a finomszemcse tartalom jelentősen lecsökken, mindemellett a talajszemcse felületének töltésmegváltozása miatt a talajszemcsék felületéhez a víz kevéssé tud kapcsolódni, ezért az anyag csak kis mennyiségű vizet vesz fel. [Szendefy, 2009]

Az alacsony vízfelvételre mutat helyszíni példát a laboratóriumban is vizsgált kövér anyag talaj fotói. Az erdészeti út próbaszakaszként készült 30 cm vastag talajstabilizáció két év elteltével is rendkívül száraz, kemény állapotú volt, ahogy azt a 3. ábra mutatja, szemben a 4. ábrán található stabilizálatlan talajjal, aminek magasabb víztartalmára a színe mellett a helyszíni konzisztencia állapota is utalt.





3. ábra

Nedves kövér agyag talaj két évvel a beépítést követően

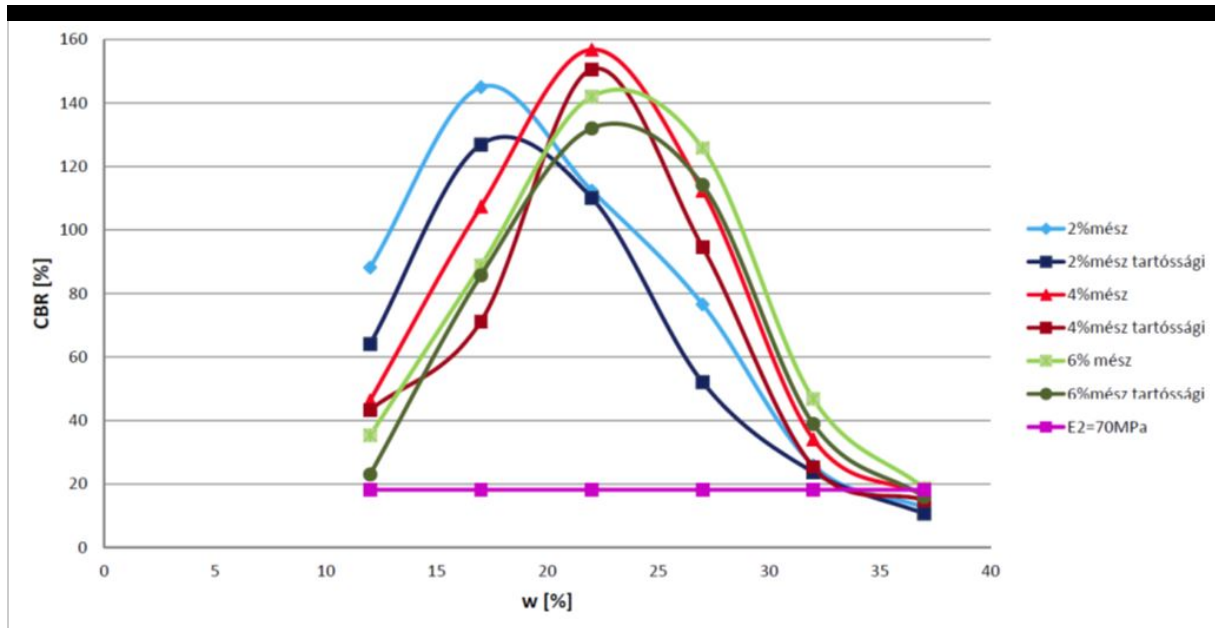


4. ábra

Száraz mésszel stabilizált talaj két évvel a beépítést követően

A mésszel stabilizált talajok magas teherbírása azonban nem csak a stabilizációt követően volt tapasztalható, azon az áztatás és fagyasztás hatására sem következett be számottevő változás. Míg a normál talajok esetében a víz alá helyezett minták néhány nap múlva önmaguktól „kiáramoltak” az edényekből, addig a stabilizált minták esetében csupán a felszíni néhány milliméter vastag réget „feltáskásodása”, felpuhulása volt megfigyelhető. Az emberi érzékekkel tapasztalhatóak CBR mérésekkel kerületek számszerűsítésre.

A 5. ábra diagramjai szemléltetik, hogy a vízben való tárolás és a fagyasztás hatására milyen elenyésző teherbírás csökkenés volt mérhető a különböző víztartalom mellett stabilizált, 28 napig pihentetett minták teherbírásához képest. A szemléletesség érdekében a diagramon ismét feltüntetésre került az $E_2=70$ MPa értékű egyenes is.



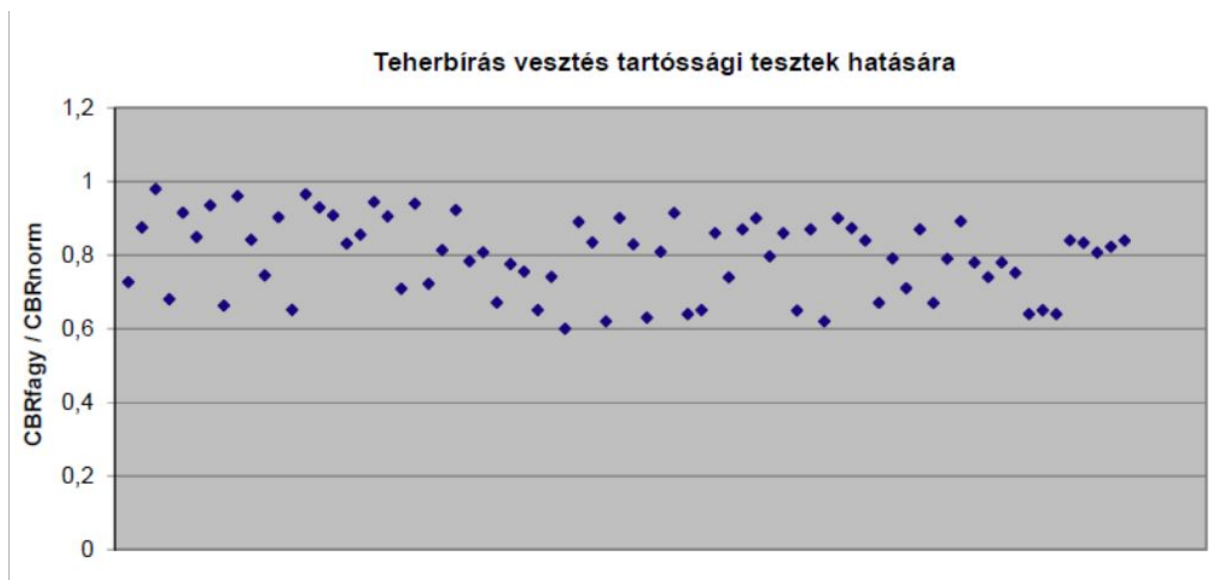
5. ábra

Mésszel stabilizált közepes agyag talaj teherbírása áztatás+fagyasztást követően és azt megelőzően

4. Laboratóriumi mérési eredmények értékelése és tartósság várható értékének meghatározása

Víz és fagy hatására a durvaszemcsés anyagokban is tapasztalható leromlás. Az, hogy a stabilizációk esetében ez milyen mértéket ölt a 114 db CBR teherbírás mérés statisztikai értékelésével került számszerűsítésre. A tartóssági tesztek során mért teherbírás csökkenés az áztatás+fagyasztást követően mért teherbírás érték és a 28 napos teherbírás érték hányadosával kerül kifejezésre. A számított hányadosokat a 4. ábra mutatja.

A 5. és 6. ábrán látható teherbírás csökkenés értelmezésekor ismét megemlítjük, hogy az áztatás+fagyasztás hatására a minták felső, néhány mm vastag része feltáskásodott, fellazult, amit a mérések során nem tudtunk kiküszöbölni és emiatt az eredményeket korigálni.



6. ábra

Teherbírás csökkenés mértéke áztatás+fagyasztás hatására

A statisztikai értékelés szerint az áztatás és a fagyasztás hatására a 4 különböző típusú talaj esetében vizsgált széles víztartalom tartomány mellett, 3 különböző mészadagolást alkalmazva átlag 20 %-os teherbírás csökkenés volt mérhető a CBR értékekben. Az átlag 0,8 arányszámhoz 0,088 átlagos eltérés és 0,1 szórás tartozott.

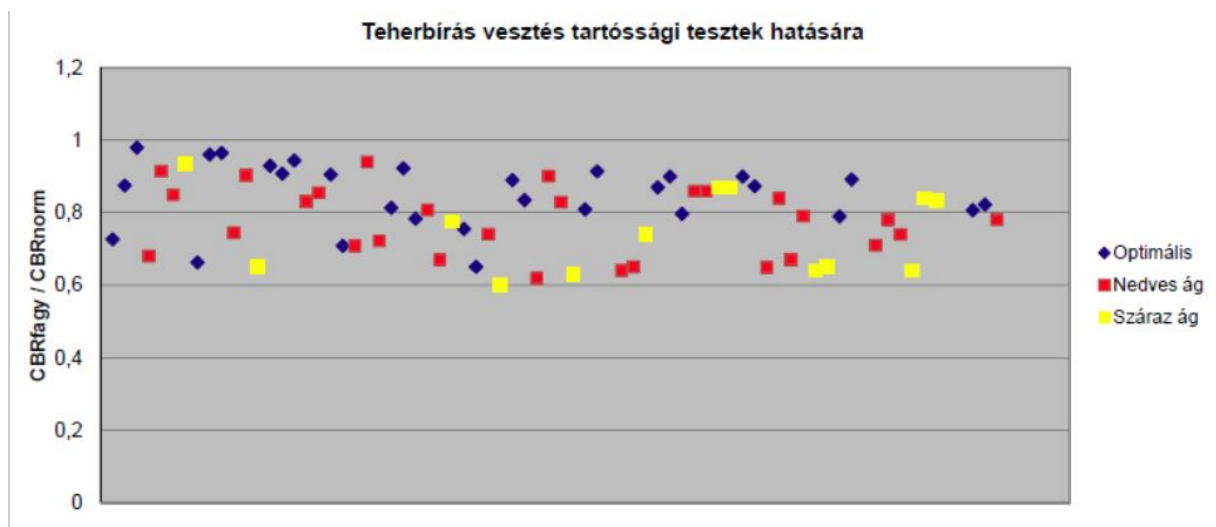
Amennyiben az értékelést a CBR eredményekből számítható E_2 értékekre végezzük el, úgy a teherbírás vesztes csak 14,2 %-ra, az átlagos eltérés 0,064, míg a szórás 0,076-ra adódik.

A korábbiakban már történt utalás, hogy már a laboratóriumi vizsgálatok során érezhető a bedolgozási víztartalom hatása. A Proctor-görbe száraz ágán lévő stabilizációk nehezen bedolgozhatóak, az anyag nem áll össze, így a tömörítés nehézkes, ami a teherbírási értékekbe is visszaköszön, míg a nedvesebb mintákkal „öröm” dolgozni. Az ebből tapasztalható hatás értékelése érdekében meghatározásra került a teherbírás csökkenés mértéke a bedolgozási víztartalom optimálistól való eltérés alapján is. Az eredmények feldolgozásakor szétválasztásra kerültek az optimális víztartalom és az melletti első száraz és nedves ágon mért teherbírások, valamint a további nedves és száraz ágon kapott eredmények. Habár pontos statisztikai értékelés is készült a szétválasztott víztartalmak alapján, az 7. ábra színei jól mutatják a tendenciákat. A CBR mérési eredményeket figyelembe véve a kékszínű, optimális vagy ahhoz közeli víztartalom mellett bedolgozott stabilizációk leromlása tendenciózusan 0-20 % közötti, míg a száraz ágon bedolgozottaké inkább a 20 % vagy az feletti volt. A nedves ágon bedolgozott minták pedig vegyes értékeket adnak.

	CBR értékre vonatkoztatva			E_2 értékre vonatkoztatva		
	száraz ág	optimum	nedves ág	száraz ág	optimum	nedves ág
átlag	0,73	0,85	0,78	0,81	0,90	0,84
szórás	0,11	0,08	0,09	0,08	0,06	0,07

3. táblázat

Teherbírás csökkenés mértéke áztatás+fagyasztás hatására a bedolgozási víztartalom alapján szétválasztva



7. ábra

Teherbírás csökkenés mértéke áztatás+fagyasztás hatására a bedolgozás optimális víztartalomtól való eltérése alapján

A statisztikai értékelés elkészült a számítható E_2 értékekre is, az eredményeket a 3. táblázat mutatja be.

A stabilizációknál mért leromlásoknál fontos kiemelni, hogy a meghatározott értékeknél nem sikerült kiküszöbölni a laboratóriumban a felszíni „feltáskásodás” hatását, ami a valóságban a rákerülő rétegek hatására nem vagy csak csökkenten következik be. Emellett azt is, hogy az áztatás és fagyasztás hatására sem csökkent a stabilizációk saját modulusa $E_2=70$ MPa alá, még extrém bekeverési víztartalom mellett sem. Amennyiben a stabilizáció megfelelő mészadagolás mellett, $T_{rp} \geq 95\%$ -os tömörségen kerül bedolgozásra, úgy a leromlással csökkentett teherbírás $E_2=165$ MPa értékben adható meg [Szendefy, 2009].

5. Nemzetközi és hazai tapasztalatok a meszes stabilizáció tartósságának és fagyállóságának alátámasztására

A szakirodalom előszeretettel alkalmazza a laboratóriumi vizsgálatok során a kapilláris vízfelszívás hatására való tönkremenetel vizsgálatát is. Ekkor a tönkremenetelt sokszor szubjektív módon határozzák meg, ahogy tették azt a Nyugat-Magyarországi Egyetemen,

Dr. Kosztka Miklós: „a talajok vízállóságának megállapítása érdekében a próbatesteket vízbe állítva alulról telítettük és mértük a próbatest tönkremenetelének idejét... A vízbe állított kezelt és kezeletlen próbatesteket egyszerre, párhuzamosan figyelhettük meg. Ez biztosította, hogy az azonos állapotot elérő próbatesteket tekintettük tönkrementnek.” [Kosztka, 2004]. A hazai kutatáshoz hasonlóan mérték a stabilizációk kapilláris vízfelszívását és tartósságát az USA-ban is (8. és 9. ábra).

A laboratóriumi vizsgálatok szerint a mésszel kezelt talajok vízfelvétele a kezeletlen talajokéhoz képest elenyésző, annak hatására csak hosszú idő elteltével vagy egyáltalán nem megy tönkre.



8. ábra
Kapillaris vízfelszívás és tartóssági teszt az USA-ban I.

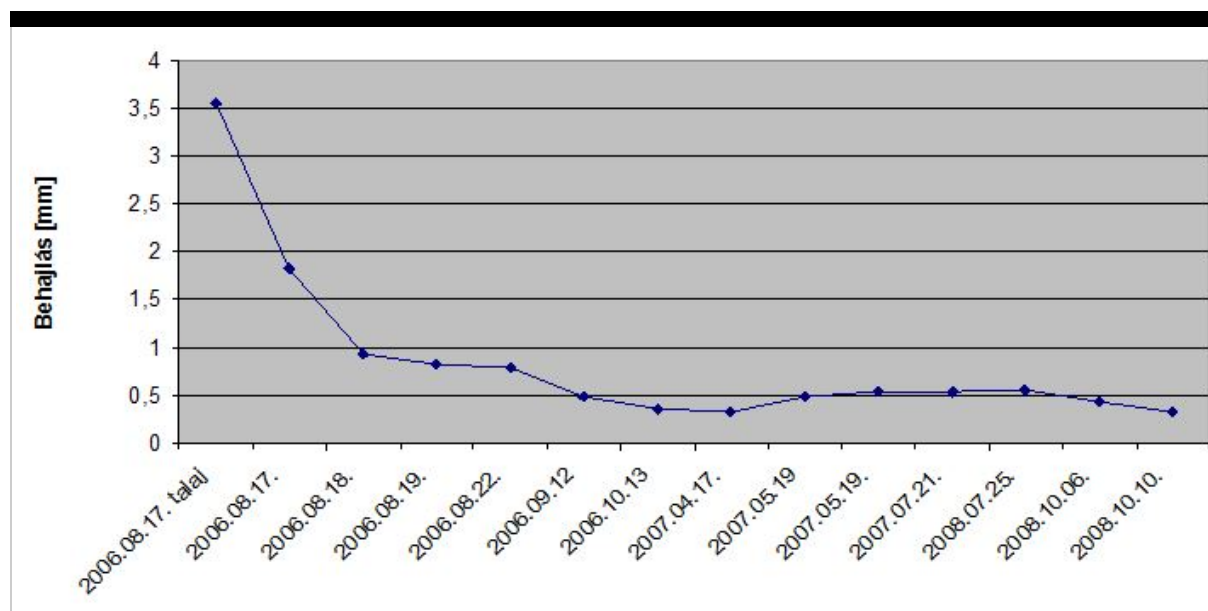


9. ábra

A laboratóriumi mérések mellett több külföldi és hazai helyszíni példa vagy nagyminta kísérlet is igazolja a stabilizációk tartósságát.

„Az 1970-es években a mezőgazdasági és erdészeti utak pályaszerkezet tervezésének pontosítása érdekében három kísérleti út épült. Két kísérleti út épült fagyveszélyes kötött talajon a Német Demokratikus Köztársaságban, egy pedig Magyarországon fagyveszélytelen talajon. Az NDK-ban épült kísérleti utak egyike alacsony talajvízállású (Bassdorf mellett), a másik magas talajvízállású (Kosdorf mellett) területen épült. ... a kísérleti úton 1971 tavaszán 20 000 db-ot meghaladó teheráthaladást teljesítettek. A veszélyes tavaszi időszakban terhelt úton sem a forgalomból, sem a fagy-olvadási periódusból az alap hibájára visszavezethető károsodást nem lehetett tapasztalni.” [Kosztka, 2004].

A cikk során bemutatott anyagok egyike a bánokszentgyörgyi erdészet területéről származik. Itt különböző pályaszerkezeteket vizsgált a NyME Soproni Erdőmérnöki Karának Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézete, amelyek közül az egyik az 1. képen is látható 5 cm zúzottkő szórás alatt 30 cm vastag mésszel stabilizált réteg volt. A próbaszakaszon a tervezett járatszámot - mesterséges forgalomként - fát szállító járművek közlekedése biztosította. A különböző időpontokban mért behajlásmérések adatsorát feldolgozó diagramot a 10. ábra mutatja.



10. ábra

Behajlásmérés a bánokszentgyörgyi stabilizált próbaúton

A 10. ábrán megfigyelhető a stabilizáció kezdeti fázisában domináns kationcsere gyors, közel egy hetes lefutási ideje, amit követően már csak a puccolán kötésből adódik esetleges teherbírás növekedés. [Szendefy, 2009]

Ezek mellett összegyűjtésre került néhány az USA-ban vagy a hazánkban korábban készült, jelenleg is használatban lévő (4. táblázat), károsodás és földmű leromlása nélküli stabilizáció, amelyek tartóssága bizonyítja, hogy a mésszel stabilizált talajok vízre és fagyra érzéketlenné válnak, azok káros hatásaival szemben megfelelően ellenállóak.

Stabilizáció helyszíne	Építés óta eltelt idő [év]
US 45 autópálya	22
US 61 autópálya	20
US 82W autópálya	25
US 82E autópálya	25

Bánokszentgyörgy erdészeti út	7
Hatvani ipari csarnok	11
M0 autópálya	6
M7 autópálya	8
Békés megye alsóbbrendű utak	10
3. sz. főút	9

4. táblázat

Jelenleg is használatban lévő stabilizációk

6. Összefoglalás

A talajok mésszel való stabilizálása akkor tud a durvaszemcsés rétegekkel szemben hatékony alternatívaként megjelenni, ha a stabilizáció tartóssága garantált, a réteg a tervezett funkciót a tervezett élettartam alatt is el tudja látni. A stabilizációk gyakori alkalmazási körébe tartozó út, vasút, parkoló és ipari épületek padozatánál elvárt kritérium, hogy a stabilizált réteg a lehulló és beszivárgó csapadékvíz, esetleg a talajvíz megemelkedése esetén is teherbíró maradjon, a ráépített burkolatban aléptményi problémára visszavezethető károsodás ne következzen be.

A hazai előírás fagyállóság szempontjából alapvetően a szemeloszlás szerint sorolja kategóriákba a különböző talajokat. Amennyiben a mésszel stabilizált talajokat is csak ilyen módon kategorizálnánk, úgy nem feltétlenül sorolhatnánk azokat a fagyálló osztályba. A hazai és nemzetközi tapasztalatok azonban azt mutatják, hogy a mésszel stabilizált talajok kellően tartósak és fagyállóak is.

A tartósság és fagyállóság vizsgálatát ezért más módon is mérni próbáltuk. A mésszel stabilizált talajok a szabványok szerint jelenleg a hidraulikus kötőanyagú talajstabilizációk közé soroltak, amely előírások alapján végezhető vizsgálatok nem jellemzik megfelelően azt, ezért más típusú vizsgálatok elvégzése javasolt.

A tartósság és fagyállóság vizsgálata céljából CBR mérések készültek mésszel stabilizált talajok vízben és fagyasztószekrényben történő tárolását követően.

A vizsgálatok szerint a mésszel stabilizált talajok teherbírását a víz és a fagyhatás csak kis mértékben csökkenti, a stabilizációk vízerzékenyek, fagyállónak minősíthetők. A kis mértékű teherbírás csökkenés egy része a minta tárolása miatti felületi romlásból adódik, ezért a statisztikailag kimutatott 20 %-os teherbírás csökkenés jelentős biztonságot tartalmaz.

A vizsgálatok rámutattak arra is, hogy a stabilizációk esetében is fontos szerepet játszik a bedolgozási víztartalom. A stabilizált anyag bedolgozás az optimális víztartalom közelében és nedves ágon hatékonyabb, tartóssága is kedvezőbb ilyen esetben.

A laboratóriumi vizsgálatokkal előkészített stabilizációk megtervezése során az anyag teherbírása CBR vizsgálattal megbízhatóan meghatározható. Megfelelő mészadagolással és bedolgozással a durvaszemcsés anyagokkal egyenértékű réteg építhető a helyi, építésre esetleg alkalmatlannak vélt talajok mésszel való stabilizálása esetén.

7. Irodalomjegyzék

Ács P.- Boromisza T. - Gáspár L.: Útépítési geotechnikai vizsgálatok, 1965, Útügyi Kutató Intézet 36 sz. Kiadványa

Biczók E.: Jelentés a mész-pernyés stabilizáció laboratóriumi vizsgálatairól, 1981, BME Geotechnikai Tsz.

Biczók E.: Mezőgazdasági utak stabilizálása, 1982, BME Geotechnikai Tsz.

Boromisza T.: A kötőanyag nélküli burkolatalapokról, 2004, Közlekedési és mélyépítési szemle 2. szám 25-31. old.

Bowles, J. E. : Engineering Properties of Soils and their Measurement, 1992

Gáspár L.: Talajstabilizálás I-II, 1959, Útügyi Kutató Intézet

Herrin, M. -Mitchell, H. : Lime-Soil Mixtures, 1961, Highway Research Board Bulletin No. 304

Johnson, A. M. : Laboratory experiments with lime soil mixtures, 1948, Transportation Research Record

Kézdi Á.: Stabilizált földutak, 1967, Akadémiai Kiadó - Budapest

Kosztka M.: Kutatási jelentés stabilizált erdészeti utakról, 2004, Sopron

Little, Dallas N.: Fundamentals of the Stabilization of Soil With Lime, 1987, Arlington

Qubain, Bashar S. - Seksinsky, Eric J. - Li, Jianchao: Incorporating Subgrade Lime Stabilization into Pavement Design, 2000, Transportation Research Record

Sussmann, T. R. - Selig, E. T.: Lime stabilization of railway truck subgrade, 1997, 6th International Heavy Haul Conference pp.:98-112.

Szabó M.: Kötétt talajok teherbírás változása meszes talajstabilizálás hatására, 2008, Sopron, Diploma

Szendefy J.: A hazai talajok szerkezetének és teherbírásának változása meszes talajstabilizáció hatására, PhD értekezés 2009. BME

Szendefy J.: Impact of the soil-stabilization with lime, 18th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 2013. Paris

Wong, Daniel K.H.: A report on the Literature Search and the Review Phase of the Lime-Modified Clay Research Program, 1986,

ÚT 2-1.222 Utak és autópályák létesítésének általános szabályai

ÚT 2-3.207 Útpályaszerkezetek kötőanyag nélküli és hidraulikus kötőanyagú alaprétegei

MSZ EN 13286-50 Kötőanyag nélküli és hidraulikus kötőanyagú keverékek. 50. rész: Hidraulikus kötőanyagú keverékek vizsgálati próbatesteinek előállítási módszere Proctor-berendezéssel vagy vibroasztalos tömörítéssel

MSZ EN 13286-41 Kötőanyag nélküli és hidraulikus kötőanyagú keverékek. 41. rész: Vizsgálati módszer a hidraulikus kötőanyagú keverékek nyomószilárdságának meghatározására

Adatok

Megjelent itt

3. szám

2014. tavasz



Szerző

Szendefy János

Vámos Máté

Témakörök

Földművek • Kiemelt

Kulcsszavak

CBR • mész • talaj stabilizáció • teherbírás tartósság

Befogadva

Egy hozzászólás ehhez: "A mésszel stabilizált talajok teherbírásának tartóssága, fagyállósága"



Karoliny Márton szerint:

2014 július 21. - 14:28

Kedves Kollégák!

Nagy érdeklődéssel olvastam el ezt az írást és nagyon jónak, előremutatónak stb. találtam.

A hozzászólásra az késztetett, hogy én olvastam az egyik szerző PHD disszertációját (nagyon jó munkának tartom) és megjegyeztem egy fontos részt belőle (többet is), most idézem:

"Hibáztatni a tervezőket, beruházókat sem szabad, hiszen a módszer hazánkban valóban nem bír megfelelő ismertséggel, presztízzsel. A hazai szakirodalomban fellelhető művek is inkább csak megemlítik, bemutatják a módszer főbb lépésit, hatásait, de megfelelő mennyiségű kísérleti eredményeket, konkrét javaslatokat, receptúrákat nem adnak."

Nagyon fontos szavak ezek, mert jellemzik a hazai állapotokat.

Nyilván egy PHD értekezés nem vitafórum és a fiatal kolléga nem akar (érthető módon) pályája elején egy rakás ellenséget.

Ezért a fenti idézetet én most "lefordítom".

"A tervezők és beruházók nem olvasnak semmit, örülnek, hogy lediplomáztak és azt hiszik, hogy mindent tudnak, ami nagyon nem igaz".

Félreértés ne essék, ez az én fordításom, gyanakszom, hogy igazam van, ha valaki úgy érzi, hogy nem, megtalál és örömmel vitatkozok Vele.

A cikkről (őszinte elismerésem mellett).

Az alaphelyzet az, hogy hiányoznak azok a minimális ismeretek a széles szakmából, ami alapján a valós helyén lehet értékelni ezt az írást (meglehetősen magasan az én véleményem szerint)

A hiány úgy csökkenthető, ha a PHD anyagból és a 2013. évi geotechnikai konferencia anyagából készülne egy hiánypótló írás a Lapok hasábjain (van azért esély arra, hogy itt elolvassa néhány ember és azért, mert az előzmények nélkül sokak számára nem érthető - ha egyáltalán el is olvassa)

Ezek csak a kommunikációs hiányrészről szóltak, a továbbiakban néhány szakmai komment is.

Nincs és aligha lesz (klímatiskus változékonyság) fagykár és aligha olvadási kár is, erről ugyanebben a példányban néhány dolgot leírtam.

Ez elég keménynek tűnik, de a meteostatisztikai adatok alapján ma azt a tartós hidegmennyiséget, ami képes fagykárt okozni, saccom szerint a következő száz évben nem várhatunk.

Ugyanakkor - lényegében hasonló, vagy rokon okok miatt - várható a térfogatváltozási hajlamok miatti kármennyiség növekedése.

Éppen ez az, amiért örülök a cikknek és az eredményeknek.

Lényegében a meszes "beavatkozás" valószínűleg segíthet ezen (lásd a fényképeket).

Azaz, javaslom a kollégáknak, hogy ebbe az irányba is induljanak, ez valós probléma és valószínűleg a leírt eszközökkel, módszerekkel jól kezelhető.

Sok sikert kívánva:

Karoliny Márton

Válasz

Hozzászólás

* Név	<input type="text"/>
* Email	<input type="text"/>
Honlap	<input type="text"/>
Hozzászólás	<input type="text"/>

Hozzászólás elküldése

[Bejegyzések](#)

[Galéria](#)

[Impresszum](#)

[Interjúk](#)

[Könyvajánló](#)

[Témakörök](#)

© **Copyright Útügyi Lapok** 2013 • *Minden jog fenntartva.*



Útpályaszerkezetek homogén szakaszképzésének tapasztalatai

Szerző(k) **Szentpéteri Ibolya**

Kivonat

Magyarországon a útpályaszerkezetek megerősítését a útpályaszerkezet teherbíró-képességének meghatározása során rögzített behajlásértékek alapján végzik. Az erősítőréteg szükséges vastagságának meghatározásához a tervezési szakasz hasonló teherbírású alszakaszokra bontása szükséges. A jelenlegi magyar előírásban [ÚT 2-1.202; 2005] található kritériumok engedékenyebbek a külföldi előírásokhoz képest, ezért gyakran előfordul, hogy az előírás szerint homogénnek definiált alszakasz teherbírása a valóságban meglehetősen inhomogén. Jelen cikk ezen problémára világít rá, továbbá a pályaszerkezet különböző paramétereinek alapján képezhető homogén szakaszok, illetve a kumulatív-szomma és a mozgó átlagok abszolút differenciájának módszerével végezhető homogén szakaszképzés összehasonlításával foglalkozik.

1. Bevezetés

Az útpályaszerkezetek megerősítés méretezésének fontos momentuma a tervezési szakasz homogén alszakaszokra bontása. Hazánkban gyakori a több ütemben végrehajtott útépités és szélesítések miatti változatos pályaszerkezet, a felújítások során alkalmazott különböző technológiák, vagy éppen az eltérő altalaj az út hossz tengelye mentén a pályaszerkezet teherbírásának inhomogenitását eredményezheti. A homogenitás ismert és ismeretlen tényezőktől egyaránt függő, mérhető vagy számítható jellemzőkkel leírható jelenség. Egy adatsort akkor nevezünk homogénnek, ha az adatok a mintavételezés során azonos szabályszerűséget, eloszlást követnek [Gálai, 2007]. A tervezési szakaszt számos paraméter alapján lehet homogén alszakaszokra bontani, pl.: IRI, teherbírás, behajlási teknő paraméterek, stb. A homogén szakaszképzésnek azért van nagy jelentősége a megerősítés méretezés során, mert egy homogén szakaszon belül azonos vastagságú megerősítést alkalmazunk.

2. A tárcsaközép-süllyedéseken alapuló homogén szakaszképzés gyakorlata

A jelenleg érvényben lévő szabályozásunk [ÚT 2-1.202; 2005] szerint a tervezési szakasz homogén szakaszokra bontását a terherbíró-képesség meghatározásakor rögzített központi behajlások alapján végezzük. A központi behajlás, vagy másnéven tárcsaközép-süllyedés a terhelő tárcsa középpontja alatt, azaz a terhelés tengelyében mért behajlás. A méretezés első lépése a vizsgált adatsor kiugró értékű elemeinek eltávolítása. A kiemelkedően magas, illetve alacsony értékeket (pl.: az átlagtól való eltérés az adatsor szórásának kétszeresével) ki kell szűrni, és el kell vetni. A kiugró értékek rendszerint valamilyen lokális pályaszerkezeti hiba következményei. A kiszűrésnek azért van jelentősége, mert a kiugró értékek a mértékadó behajlás meghatározása során hamis értékhez vezethetnek. A mértékadó behajlás értékének ismeretében definiálható a megerősítő réteg vastagsága. A mértékadó behajlást az előírás a következőképpen definiálja, "Egy homogén teherbírású útszakaszt jellemző behajlás. A mért behajlások alapján, az egységtengelyterhelésre, + 20°C-os aszfaltburkolat-hőmérsékletre átszámított behajlás, amely a behajlások alapsokaságát egy értékkel adott biztonsági szinten jellemzi." Az említett előírás kimondja, hogy homogén teherbírású útszakasznak azon szakaszok tekinthetők, amelyek tárcsaközép-süllyedésének variációs koefficiense, varianciája nem haladja meg a 0,5-es értéket. Amennyiben ez a feltétel nem teljesül, a homogén szakaszokat újra ki kell osztani. A tervezési szakasz teherbírásának homogenitását akkor lehet vizsgálni, ha a két egymást követő mérési pont szelvényei között 100 m-nél kisebb távolság van. [Boromisza, 1997] Hazai szabályozásunk pl.: a svájci előíráshoz [SN 640 733b] képest a variancia értékét illetően meglehetősen engedékeny. Az előírás ezen érték meghatározásán kívül semmilyen követelményt nem nevez meg, amely a homogén szakasz képzésének folyamatát egzaktabbá tenné. Svájcban a pályaszerkezetek megerősítési módszereit az SN 640 733b „Erhaltung von Fahrbahnen” című

szabvány részletezi, melyben a méretezés alapját a magyar szabályozáshoz hasonlóan a behajlasmérés képezi. A burkolat teherbíró-képességének megállapítására az előírás elsősorban a Benkelman-féle behajlasmérőt vagy a Lacroix mérőkocsit javasolja, de nem zárja ki olyan módszerek alkalmazását sem, amelyek eredményei és az említett eljárásokkal meghatározott eredmények között szoros korreláció van. A megerősítés célja, hogy a pályaszerkezet adott feltételek mellett egy gazdaságilag és műszakilag egyaránt optimális megoldással hosszabb élettartam elérésére legyen képes.

A két előírás közös vonása, hogy a tervezési szakaszt homogén alszakaszokra bontják, és a méretezést minden egyes szakaszra külön elvégzik. A svájci szabvány szerint egy útszakasz akkor tekinthető homogénnek, ha a választott mérési eredmény sor variációjának nem haladja meg a 0,35 értéket, ami szigorúbb, mint a magyar határérték. A homogén szakasz minimális hosszának a 300 métert jelöltek ki, ettől rövidebb szakasz csak különleges esetekben alkalmazható.

3. Problémafelvetés

A magyar előírásban fellelhető módszert követve gyakran találkozhatunk azzal a problémával, hogy ha a tárcsaközép-süllyedések szórása túl nagy, akkor a központi behajlások variációs koefficiensét figyelembe véve akár 5-10 km hosszú szakasz is homogénnek tekinthető. A szabályozás sem a homogén szakaszok minimális, sem a maximális hosszára nem tartalmaz kritériumokat. 3 – 500 m-nél rövidebb homogén szakaszok alkalmazása gyakorlati szempontból nem célszerű, ugyanis ilyen rövid szakaszokra a technológiát kicserélni nem gazdaságos. [Vasvári, 2012]

A homogén szakasz képzésének többféle módszere ismert, pl.: variációs koefficiens, mozgó átlag, kumulatív-szomma módszer, Bayes-féle algoritmus, stb. Jelen cikk célja a jelenlegi előírásban ismertetett és más módon meghatározható homogén szakaszok határai közötti különbségek ismertetése. A cikk ezen kívül a kumulatív-szomma módszerével és a mozgó átlagok abszolút differenciájának módszerével végzett homogén szakaszképzést, valamint a pályaszerkezet behajlásból levezethető különböző jellemzők szerinti homogén szakaszképzés eredményeinek összehasonlítását tárgyalja.

4. Mintapélda

A homogén szakaszképzés problémáinak feltárása közben több útszakasz homogenizálása készült el. A cél annak a megállapítása volt, hogy az említett hiba csak bizonyos úttípusoknál jelentkezik, vagy úttípustól teljesen független és egyöntetűen jellemzi azokat.

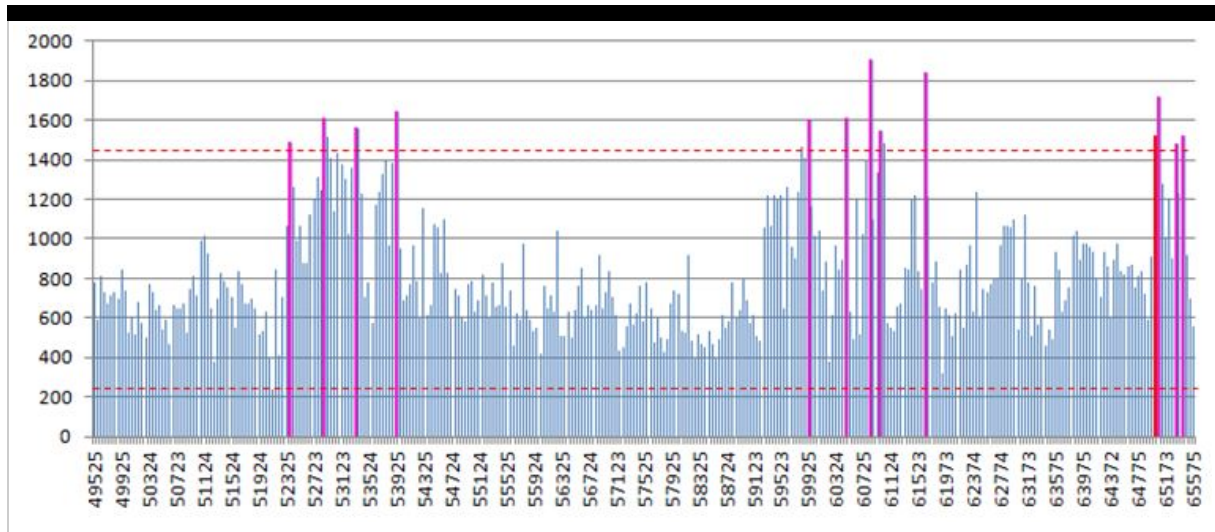
Az alábbi példa egy 4 számjegyű út 16,1 km-es szakaszának homogén szakaszokra bontását mutatja be. A központi behajlások átlaga a kiugró értékek kiszűrése előtt 823 μm -re adódott. Az értékek szórása 301 lett, az adatsor variációs tényezője 0,37. Az előírásunknak megfelelően kihagyásra kerültek azok a mért behajlásértékek, amelyek a vizsgált szakasz átlagos behajlásától a szórás értékének kétszeresétől jobban eltértek. A kilógó értékek eltávolítása után ismét meghatározásra került a három jellemző. Ekkor a szakasz behajlásának átlaga 785 μm , az értékek szórása 252, míg a vizsgált mérési eredmények variációjának 0,32 lett. A jelenlegi szabályozás szerint a behajlások variációjának nem éri el a kritériumként megadott értéket, tehát a vizsgált szakasz egy homogén szakasznak tekinthető, *1. táblázat*.

Jellemzők	Kiugró értékek eltávolítása	
	előtt	után
Átlag	823	785
Szórás	301	252
Variancia	0,37	0,32

1. táblázat
A vizsgált szakasz jellemzői

Az *1. ábra* mutatja az átlagtól a megengedettnél jobban eltérő értékeket. Az ábrán a vízszintes piros szaggatott vonal jelöli az átlagtól való eltérés határértékét, rózsaszín oszlopok a kilógó értékeket, a kék oszlopok pedig a

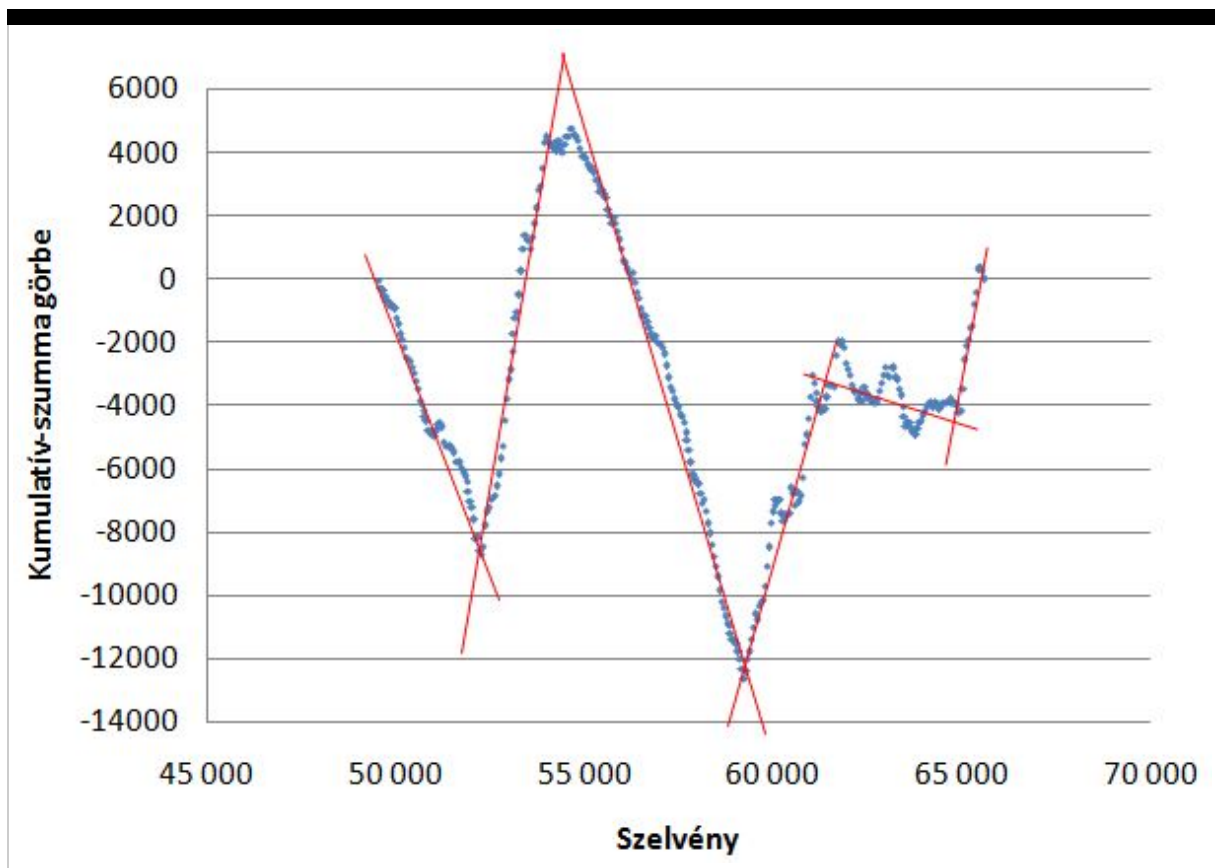
mérési eredményeket. A bemutatott példában most csak olyan kiugró értékek vannak jelölve, amelyek az értékek átlagát kimagaslóan meghaladják, tehát túllépik a megengedett felső határt. Az adatsor 321 db mérési eredményt tartalmazott, a megengedetttől 15 érték tért el, ami azt jelenti, a mért adatok 5 %-át elvesztettük. Arra nem lehet iránymutatást adni, hogy egy adatsorból átlagos hány adat esik ki a kiugró értékek keresését követően, ugyanis ez legfőképpen a pályaszerkezet lokális hibáitól, valamint a mérés körülményeitől is függ, ami minden vizsgált útszakaszon más és más.



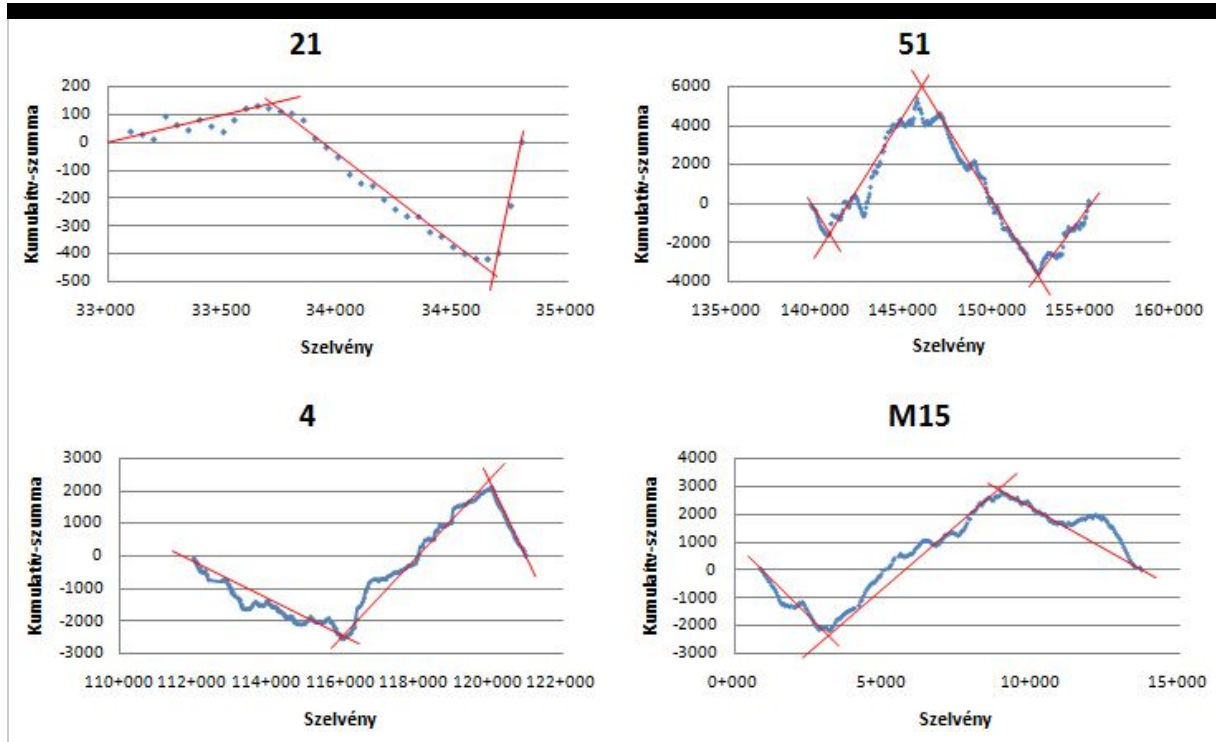
1. ábra

Kiugró értékek kiszűrése

Az adatsor kumulált összeggörbéjét az 2. ábrán láthatjuk. A példa jól szemlélteti, hogy a kumulált-szomma módszer szerint a vizsgált szakasz teherbírása meglehetősen inhomogén, a teljes szakaszt 6 homogén szakaszra kellene bontani. A görbére fektetett egyenesek irányának változása, illetve töréspontja utal a pályaszerkezet teherbíró-képességének inhomogenitására.



Az elemzett útszakaszon a homogén szakaszokra osztás az előírás szerint, valamint a kumulált-összegek módszerével is meg lett határozva. A hazai szabályozásban foglaltakat követve a vizsgált szakasz teljesen egészében 1 db homogén szakasznak tekinthető. A kumulált-szumma módszerének elve alapján a példában bemutatott szakaszokat 3-4 homogén szakaszra lehetett bontani. A két módszer összehasonlítását a 3. ábra és 2. táblázat szemlélteti.



3. ábra
Homogén szakaszképzés

Jellemzők	Előírás szerint	Kumulatív szumma módszer			
		1. alszakasz	2. alszakasz	3. alszakasz	4. alszakasz
Út száma		21			
Szelvény	33+100 - 34+800	33+100 - 33+649	33+697 - 34+598	34+649 - 34+800	-
Átlagos központi behajlás, μm	200	193	201	213	
Szórás	44	27	50	58	
Variancia	0,22	0,14	0,25	0,27	
Út száma		51			
Szelvény	139+700 - 155+500	139+700 - 140+650	140+700 - 145+701	145+751 - 152+554	152+600 - 155+500
Átlagos központi behajlás, μm	398	319	472	333	458
Szórás	146	49	159	105	144
Variancia	0,37	0,15	0,34	0,32	0,31
Út száma		4			

Szelvény	112+000 - 121+000	112+000 - 116+051	116+100 - 120+051	120+100 - 121+000	-
Átlagos központi behajlás, μm	255	221	313	131	
Szórás	93	62	86	25	
Variancia	0,36	0,28	0,27	0,19	
Út száma	M15				
Szelvény	0+850 - 13+725	0+825 - 3+174	3+225 - 8+975	9+025 - 13+725	-
Átlagos központi behajlás, μm	202	156	248	172	
Szórás	70	62	56	55	
Variancia	0,34	0,39	0,23	0,32	

2. táblázat
Homogén szakaszra bontás

A részszakaszok behajlásértékeinek átlaga, szórása és varianciája összehasonlítható az előírás alapján meghatározható értékekkel. A 2. táblázatban szereplő adatok azt mutatják, hogy a behajlások átlaga homogén szakaszonként jelentősen eltér egymástól, a legnagyobb érték meghaladja a legkisebb érték másfélszeresét. Az előírást követve a 4 út teljes tervezési szakaszát egy homogén szakasznak tekinthetnénk, ha annak átlagértékei alapján határoznánk meg a tervezési szakasz mértékadó behajlását, valamint a szükséges erősítőréteg vastagságát, akkor utanként 3-5 km-es szakaszok alul lennének méretezve, ami a tervezési szakaszok $\sim 1/3$ -t jelenti. Ugyanígy fennáll a felülméretezés esete is, ettől a biztonság javára ugyan eltekinthetünk, de az indokolatlanul vastag pályaszerkezet a beruházás költségeit megnöveli. A variációs koefficiens értékeit áttekintve megállapítható, hogy a homogén szakaszra bontás hozzájárul a szakasz variációjának csökkenéséhez.

A fenti példához hasonló esettel gyakran találkozhatunk. A kumulált-összegek módszerének alkalmazása a jelenlegihez képest egy precízebb méretezést tesz lehetővé, melynek segítségével csökkenthető a helytelen, alul-, illetve felülméretezés kockázata. Megfontolandó lenne a homogén szakaszok variációs koefficiensének szigorítása, vagy más módszer alkalmazása.

5. Homogén szakaszképzés mozgó átlagok differenciájának módszerével

A mozgó átlagot idősorok elemzéséhez használják, hogy kiszűrjék, vagy minimalizálják az adatsor elemeinek ingadozásaiból származó statisztikai zajokat. A mozgó átlag lényege, hogy adott intervallumon belül meghatározzák az elemek átlagértékét. A mozgó átlag az alábbi képlet szerint határozható meg.

$$y_i = \frac{1}{2q+1} \sum_{j=i-q}^{i+q} x_j \quad (1)$$

$$i = q + 1, \dots, n - q \quad (2)$$

ahol,

s - statikus behajlás, mm,

d_0 - korrigált tárcsaközép-süllyedés, mm.

A mozgó átlagot az adatsor elemein végighaladva kell megállapítani, figyelve arra, hogy a választott intervallum (q) kétszeresével rövidül az adatsor hossza.

A mozgó átlagok értékéből egyszerűen meghatározható a mozgó átlag abszolút különbsége. Az adatsor i -dik elemének abszolút differenciája, az i -dik elemet megelőző $(i-d)$ -dik és követő $(i+d)$ -dik elemek képlete a

következő:

$$z_i = |y_{i-d} - y_{i+d}| \quad (3)$$

$$i = d + q + 1, \dots, n - q - d \quad (4)$$

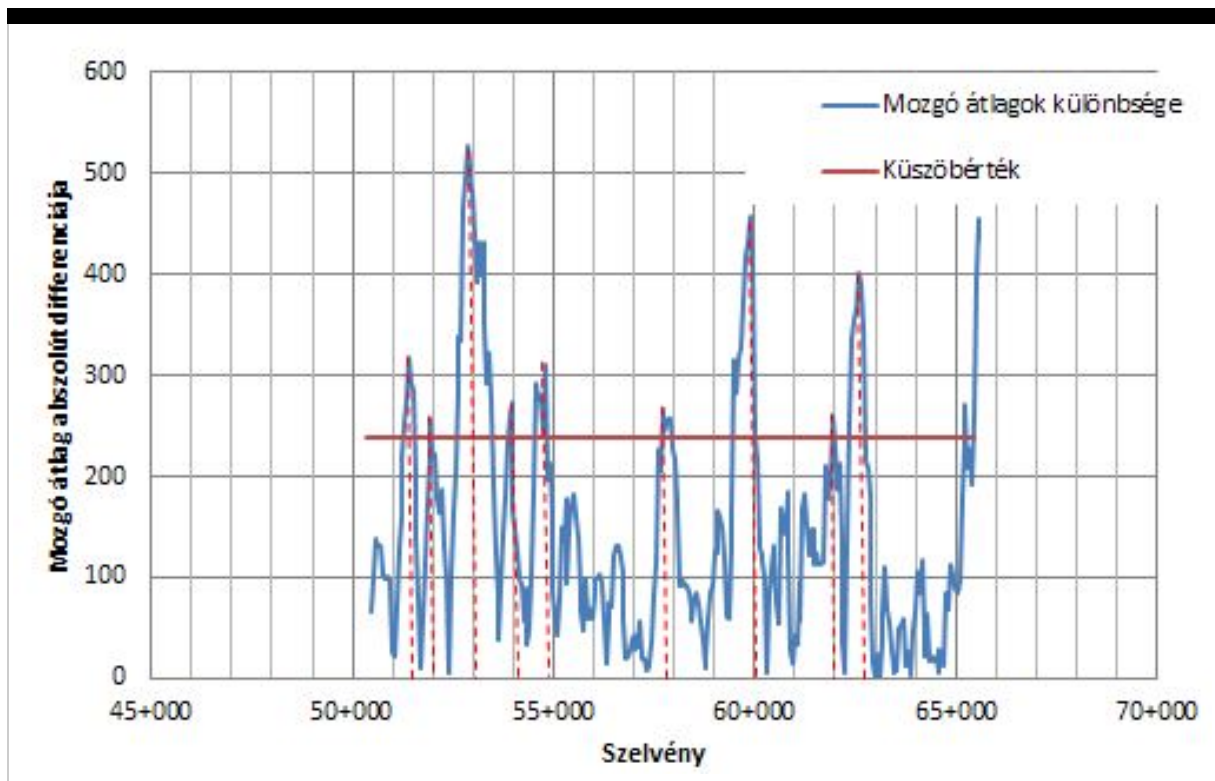
ahol,

z_i - i -dik elem mozgó átlaga,

d - intervallum hossza.

A mozgó átlagok abszolút különbségénél szintén rövidül az adatsor $2d$ db adattal. A q és d értéke tetszőlegesen vehető fel, akár meg is egyezhet. Az intervallum hosszának azonban több okból kifolyólag sem érdemes túl nagy számot felvenni, egyrészt rövid adatsornál nagy q és d esetén jelentős mennyiségű adatot veszünk, másrészt a tág intervallum miatt a bemeneti adatok hirtelen megváltozása (értékük ugrása) nehezen jelenik meg.

Több kutató, úgy találta, hogy a mozgó átlagok abszolút különbsége alkalmas módszer a homogén szakaszok megállapítására [Thomas, 2004]. A korábban vizsgált útszakaszok homogén szakaszhatárait ezzel a módszerrel is megadtuk. Az intervallum választott hossza $q=d=5$, mert az adatvesztés ebben az esetben még nem jelentős, továbbá egyszerre $2q+1=11$ db elem homogenitása lett vizsgálva. A mérési pontok 50 m-es gyakorisággal követték egymást, ezért $11 \text{ db} \cdot 50 \text{ m} = 550 \text{ m}$ hosszú szakaszok mozgó átlagait, és ezek abszolút különbségét számítottuk ki. Ahhoz, hogy a homogén szakaszok határait meg tudjuk adni, szükséges egy küszöbérték megállapítása. A szakirodalomban ez az érték nincs pontosan definiálva, csak annyi említés található, hogy ki kell kísérletezni azt a határértéket, amivel homogén szakaszok lehatárolhatók. A homogén szakaszképzésnél a mozgó átlagok abszolút különbségeinek küszöbérték alatti értékeivel nem foglalkozunk. Az abszolút különbségek görbéjének és a küszöbértéknek a közös diagramja az 5. ábrán látható. A görbe küszöbérték feletti hullámainak maximuma adja meg a homogén szakaszok határát.

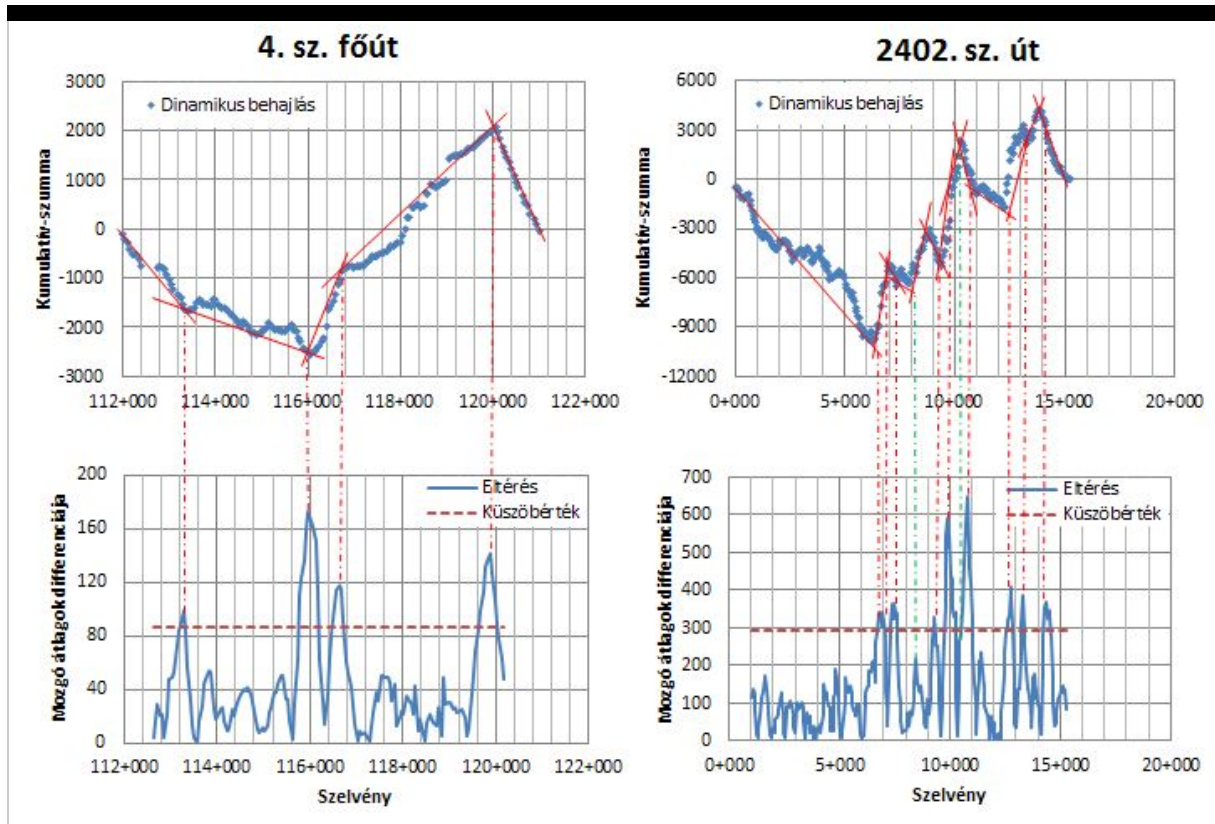


4. ábra

Mozgó átlagok abszolút differenciájának módszere

A vizsgált útszakaszok eredményei alapján, ha a küszöbérték az abszolút különbség maximumának 40-50 %-a

körül van definiálva ($0,4 \dots 0,5 * z_{\max}$), akkor a homogén szakaszok határai a kumulatív-szumma szerinti homogén szakaszhatárokkal azonos, vagy ahhoz közeli szelvénybe esnek. A 6. ábrán bemutatott példákban a küszöbértéknek az abszolút differenciák maximumának 45%-át választottuk. A 4. sz. főút esetén mind a két módszerrel azonos határokat kaptunk. A 2402. j. út azt példázza, hogy rövid (3-400 m-es) szakaszok esetén is azonos szelvénybe esnek a határok.



5. ábra

Homogén szakaszképzés kumulatív-szumma és mozgó átlagok differenciája módszerrel

A vizsgált szakaszoknál szerzett tapasztalatok szerint a küszöbértéket nem célszerű alacsonyabb értékre felvenni, mert akkor a homogén szakaszok hossza a szükséges technológiai hossz (3-500 m) alá rövidülhet, fordított esetben pedig beleeshetünk a jelenlegi előírás hibájába, vagyis inhomogén szakaszokat nyilváníthatunk homogénnek. A kumulatív-szumma és a mozgó átlagok abszolút különbségének módszerét összehasonlítva elmondható, hogy homogén szakaszhatárok azonos helyre esnek. A kumulatív-szumma módszerrel egyszerűbben meghatározhatók a szakaszhatárok, és a teljes adatsor elemezhető, nincs adatvesztés, nem úgy, mint a mozgó átlagok differenciájával.

6. Homogén szakaszképzés különböző értékek alapján

A homogén szakaszok elemzése során azt is vizsgáltam, hogy a méretezés alapjául szolgáló dinamikus behajlásmérés eredményeinek és az ennek megfeleltetett statikus behajlásértékek kumulatív összeggörbéjének iránytangensei, illetve töréspontjai egymáshoz képest változnak-e. Erre az adott okot, hogy a dinamikus behajlások statikus értékeké történő átszámításakor egy empirikus képletet alkalmazunk, ami a dinamikus értékeket sok esetben torzítja.

$$s = 1,2 * d_0 - 0,08 \quad (5)$$

ahol,

s - statikus behajlás, mm,

d_0 - korrigált tárcsaközép-süllyedés, mm.

Ha a mért behajlások értéke nagyon alacsony, akkor a képlet második felében szereplő negatív tag jelentősége megnő, ugyanis a dinamikus és az annak megfeleltetett statikus behajlás értéke között jelentős különbség tapasztalható. Pl.: a mért tárcsaközép-süllyedés $150 \mu\text{m} = 0,15 \text{ mm}$, ekkor az átszámított statikus behajlás $s = 1,2 * 0,15 - 0,08 = 0,1 \text{ mm}$; tehát a statikus behajlás az eredeti érték 2/3-ra csökkent; míg egy $800 \mu\text{m} = 0,8 \text{ mm}$ tarcsaközép-süllyedés esetén ez $s = 1,2 * 0,8 - 0,08 = 0,88 \text{ mm}$ adódik, ami 10 %-os növekedést jelent az eredetihez képest. Az elemzés elvégzésekor arra kerestem választ, hogy ez a torzulás megjelenik-e az adatsor homogén szakaszainak kijelölésekor.

A tervezési szakasz homogén alszakaszait többféle adat, érték alapján meg lehet határozni, pl: központi behajlás, behajlási teknő különböző paraméterei, IRI, stb. Adorjányi a behajlási teknők területindexének kumulált összeggörbéje szerint határozta meg a szakaszhatárokat [Adorjányi, 2009]. A cikk egyik tárgya a vizsgált útszakasz homogén szakaszhatárainak megállapítása néhány teknőparaméter, valamint a dinamikus és a megfeleltetett statikus központi behajlások figyelembe vételével. A választott teknőparaméterek:

- Felületi görbületi index

$$SCI = d_0 - d_{300} \quad (6)$$

- Alap romlási index

$$BDI = d_{300} - d_{600} \quad (7)$$

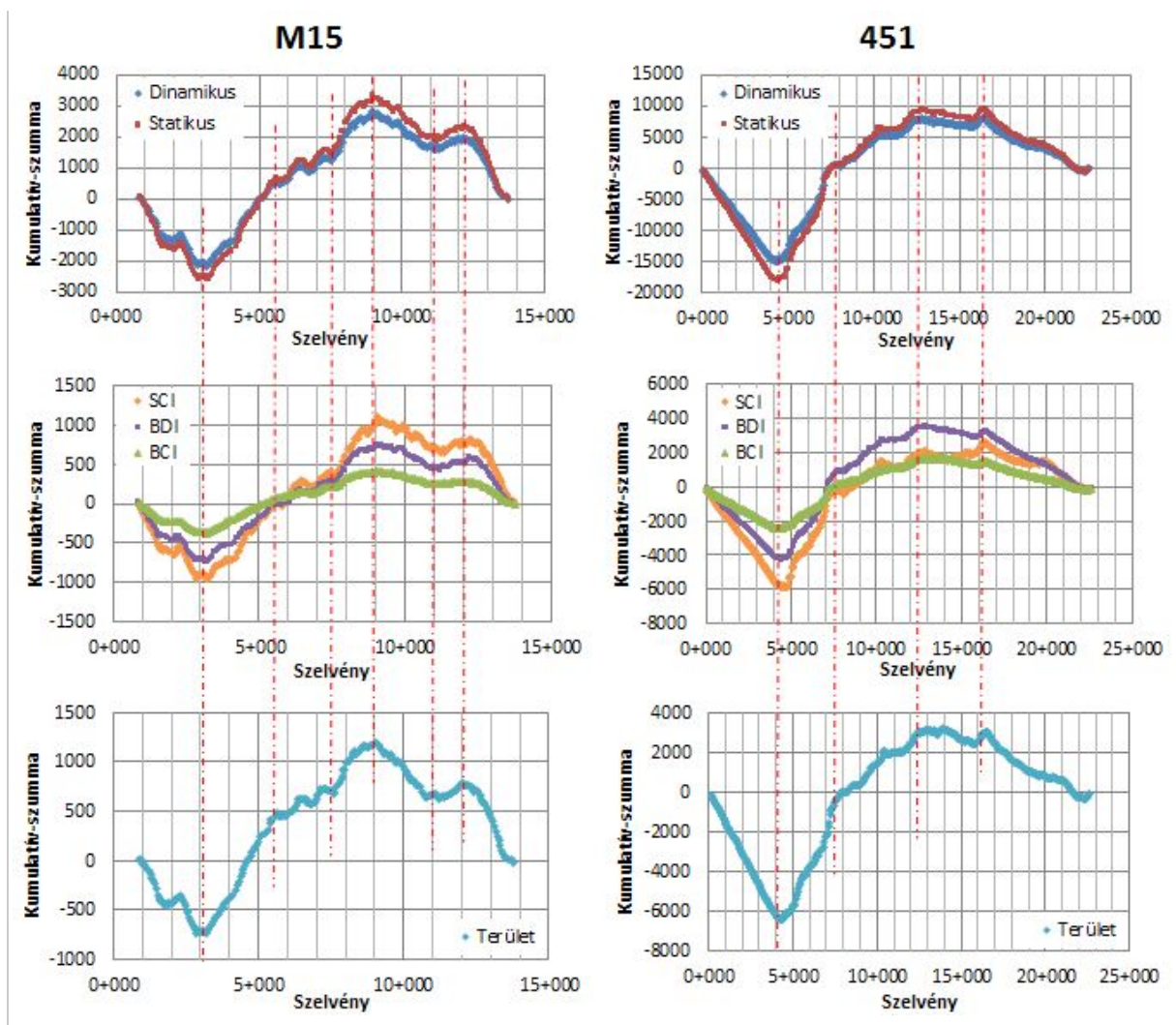
- Alap görbületi index

$$BCI = d_{600} - d_{900} \quad (8)$$

- Területindex [Adorjányi; 2009]:

$$TP = \frac{1}{12} [d_0 + 1,25 d_{300} + 2,25 d_{600} + 1,5 * (d_{200} + d_{450} + 2 * d_{900} + d_{1200})] \quad (9)$$

A szakaszhatárok a kumulatív-szomma görbe módszerét alkalmazva kerültek meghatározásra, a vizsgált útszakaszok közül kettő példa a 3. ábrán látható. A felső diagramokon a dinamikus és az abból számított statikus tárcsaközép-süllyedés szerinti szakaszhatárok vannak feltüntetve, a középsőkön a behajlásokból számítható indexek, az alsón szintén a behajlások értékéből meghatározható területindex kumulált összeggörbéje és az alszakaszok határai.



6. ábra

Homogén szakaszhatárok képzése különböző paraméterek alapján

Az összeggörbék irányváltásait, töréspontjait követve megállapítható, hogy azok azonos szelvényre esnek. Az elemzett szakaszok vizsgált paraméterek szerint képzett homogén alszakaszainak határai megegyeznek, ezért az a következtetés vonható le, hogy a behajlásértékekből értelmezett különböző paraméterek szerint ugyanazon homogén szakaszhatárok adhatók meg, mint a tárcsaközép-süllyedések alapján. Ehhez hasonlóan nem tapasztalható különbség a dinamikus, illetve a statikus központi behajlások kumulatív összeggörbéjének trendjénél. A fent említett átszámítás miatti torzító hatás a homogén szakasz képzésekor nem jelenik meg.

7. Összefoglalás

A cikk a pályaszerkezetek megerősítésének méretezésekor alkalmazott homogén teherbírású szakaszok képzésének problémájáról szól. Az ÚT 2-1.202:2005 előírásban található kritérium nem túl szigorú, ezáltal gyakorta előfordul, hogy a behajlasmérés eredményeiből származtatható variancia értéke szerint a vizsgált útszakasz egy homogén szakaszként kezelhető tovább. Ha e vizsgált útszakaszok homogén alszakaszait más módszerrel, például kumulatív-szuma, vagy mozgó átlagok abszolút differenciája módszerrel osztjuk fel, akkor arra a következtetésre jutunk, hogy a vizsgált szakasz nem homogén. A vonatkozó előírás további problémája, hogy a dinamikus mérőberendezések elterjedése miatt megalkotott dinamikus-statisztikus átszámítási képlet negatív behajlásokat eredményezhet, melyek műszakilag értelmezhetetlenek, nem vehetők figyelembe a további számításokhoz.

A cikk a behajlasmérési eredményekből származó paraméterek szerinti alszakaszképzéssel is foglalkozott, melynek eredményeként megállapítható, hogy a központi behajlást (dinamikus és az ebből átszámított statikus), SCI-t, BDI-t, BCI-t és területindexet alapul véve azonos alszakaszhatárok adhatók meg. A cikkben vizsgáltuk, hogyan alkalmazható a homogenitás vizsgálatok közé tartozó mozgó átlagok abszolút differenciájának módszere egy vizsgált szakasz homogén alszakaszokra bontására. A módszer egyik hátránya,

hogy az elemzés során a vizsgált szakasz elejéről és végéről egyaránt elvesztünk néhány adatot. Másik hátránya, hogy a szakaszhatárok megállapításához szükség van egy küszöbérték megállapítására, melyet még pontosan nem definiáltak. A cikkben elemzett példánál a dinamikus behajlások mozgó átlagai közötti abszolút különbségek maximumának 0,4-0,5-szörösét tekintettük küszöbértéknek, melyet összehasonlítva a kumulatív-szumma módszere szerinti szakaszhatárokkal, megállapítható, hogy ez a módszer is alkalmas alszakaszképzésre, a két módszerrel a szakaszhatárok közel azonos szelvényre estek. További vizsgálatok szükségesek a küszöbérték pontos definiálásához, ezt követően a mozgó átlagok abszolút differenciájának módszere is egy alternatív homogén alszakaszképzési eljárássá válhat.

8. Hivatkozások:

Adorjányi Kálmán: Bemenő paraméterek bővítése az aszfaltburkolatú pályaszerkezetek méretezésénél; Közlekedésképzési Szemle; 59. évf. 7. szám; pp.: 11-17; 2009

Boromisza Tibor, Dr.: Méretezési Praktikum, Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezésének gyakorlata; Közúti Közlekedési Füzetek; 1997

COST 336 Use of Falling Weight Deflectometers in Pavement Evaluation; 2005

Fridtjof Thomas: Generating homogeneous road sections based on surface measurements: available methods; 2nd European Pavement and Asset Management Conference; Berlin, 2004

Gálai Antal: A Szmirnov-Kolgomorov próba – ahogy az alkalmazók mondták: - élesztése; Hidrológiai Közöny; 87. évf. 4. szám; pp.: 57; 2007

Kosztka Miklós, Dr.; Péterfalvi József, Dr.: Hajlékony pályaszerkezetek tervezése erdészeti utakon, előadás

SN 640 733b Erhaltung von Fahrbahnen; Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute; 1997

ÚT 2-1.202 (e-UT 06.03.13) Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése; Útügyi Műszaki Előírás; 2005

Vasvári Gergely: Burkolat megerősítés, Úttervezés BSc jegyzet; BME Út és Vasútépítési Tanszék; 2012

Adatok

Megjelent itt

3. szám

2014. tavasz



Szerző

Szentpéteri Ibolya

Témakörök

Kiemelt • Útépités

Kulcsszavak

behajlás • homogén szakasz • kumulatív-szumma • mozgó átlagok abszolút differenciája

Hozzászólás

* Név	<input type="text"/>
* Email	<input type="text"/>
Honlap	<input type="text"/>
Hozzászólás	<input type="text"/>
<input type="button" value="Hozzászólás elküldése"/>	

[Bejegyzések](#)

[Galéria](#)

[Impresszum](#)

[Interjúk](#)

[Könyvajánló](#)

[Témakörök](#)



Törvénytisztelő tervezés vagy műszaki racionalitás? – avagy hídtervezés és a 147/2010. (IV. 29.) Kormányrendelet

Szerző(k) **Hajós Bence**

Kivonat

Előljáróban Nem lehet törvényes a műszaki racionalitás? A címben szereplő utalás talán nem túlzás, ha bátorkodunk részleteiben is elemezni az alcímben megadott [147/2010], hidászok számára oly fontos rendeletet. Ez a dilemma indított jelen tanulmány összeállítására. A jogszabály megjelenése a meglepetés erejével hatott a hidászokra. Az előkészítés folyamatából sajnos a közlekedési ágazat kimaradt, vagy kifejejtette önmagát. [...]

1. Előljáróban

Nem lehet törvényes a műszaki racionalitás? A címben szereplő utalás talán nem túlzás, ha bátorkodunk részleteiben is elemezni az alcímben megadott [147/2010], hidászok számára oly fontos rendeletet. Ez a dilemma indított jelen tanulmány összeállítására.

A jogszabály megjelenése a meglepetés erejével hatott a hidászokra. Az előkészítés folyamatából sajnos a közlekedési ágazat kimaradt, vagy kifejejtette önmagát. Már a megjelenést követően rövidesen, több ízben is felmerült, hogy azonnal szükséges a módosítása. Ennek érdekében a jelzéseket a hidászok megtették saját minisztériumuk felé. Az biztos, hogy ezen kísérletek mind sikertelenek voltak, hiszen eltelt négy esztendő és hidász szempontból semmi sem változott, pedig időközben a rendelet több más pontját is módosították.

A hídtervezés és a vízépítés nem lehet egymás vetélytársa. Nem szabad feledni, hogy a kettő egy szakma, csak a szakosodás olykor túl vékony szeleteket láttat. Az alábbiakban vázolt gondok nemcsak a vízfolyást keresztezni vágyó hidásznak rossz, hanem a vízfolyást kezelő vízépítő mérnöknek is, hiszen az ő tevékenységét is korlátozza.

Legyen ez a rövid tanulmány figyelemfelkeltés a kormányrendelet módosításának halaszthatatlanságára. (Szakterületemnél maradva, csak a hidász vonatkozásokkal foglalkozom.)

2. Alaphelyzet

A felelős tervező – azaz esetünkben a tisztelt hídtervező mérnök – feladata, felelőssége és kötelessége a hatályos jogszabályok teljes körű betartása. Így, ha valamit egy kormányrendelet előír (s egyetlen más jogszabály sem mond attól különbözőt), akkor az kötelező érvényű, megkerülhetetlen. Jogszabályra, kormányrendeletre nincs eseti felmentés, mint az Útügyi Műszaki Előírások esetében.

A hídterveket elbíráló, vízfolyáskezelő mérnök és az engedélyező hatóság mérnöke is állami alkalmazott, akinek elsődleges feladata a jogszabályok teljesülésének ellenőrzése. Hiába nem ért vele egyet, vagy gondol mást, ha a rendelet „félre érthetetlen”, akkor nincs kibúvó.

Látszólag a hídtervező és a vízépítő mérnök (vagy hatóság) ütközik egymással, pedig mindketten csak a jogszabállyal ütköznek.

Megjegyzendő azonban, hogy noha a tárgyi rendelet négy éves, mégis csak töredékében jelentek meg a napi gyakorlatban a benne szereplő előírások mind a hídterveken, mind az eljárásokban, előírásokban. Nyilván ez is indokolja, miért nem jutottak el a hidász bajok az orvoslásig. (Ebből kifolyólag bizonyosan sokaknak újdonságot is jelentenek az itt írtak.)

Az alábbiakban bemutatom a legfontosabb problémákat és ellentmondásokat, igyekezve azokat közismert, vagy más egyszerű példákkal szemléltetni. (Ezek ismertetésekor a lényegyet nem érintő egyszerűsítéseket alkalmaztam.) A jogszabályi idézeteket az időzőjelen kívül dőlt betűs szedéssel is jelöltem.

3. Fogalomhasználat

A jogszabályok szakmai szóhasználata és azok értelmezése egy külön problémakört nyitna meg, mellyel nem kívánok foglalkozni. Ezért az alábbiakban megadom néhány fontos vízügyi szakkifejezés értelmezését. A szómagyarázatok nem szabatosak jogszabályi értelemben, ezek célja csupán a tárgyalni kívánt problémák megértése.

A kormányrendelet elején található értelmező rendelkezések mellett a hiányzó fogalmakat egyéb jogszabályok [11/2010] [21/2006] [17/2002] szóhasználatából vettem át.

Meder: Kisvízi és középvízi helyzetben a vízfolyás által borított terület (tehát „árvíz” kivételével)

Parti sáv: A mederhez kapcsolódó terület, amely a Duna, Tisza, Dráva, Körös és Bodrog esetében 10 m széles, más állami tulajdonú vízfolyások esetében 6 m széles, egyéb esetekben pedig 3 m széles

Partél: A meder és a parti sáv határvonala

Nagyvízi meder: Azon terület, melyet a vízfolyás rendszeresen elborít (azaz „árvízi” helyzetben)

Hullámtér: A „nagyvízi meder” azon része, ami nem része a „meder”-nek

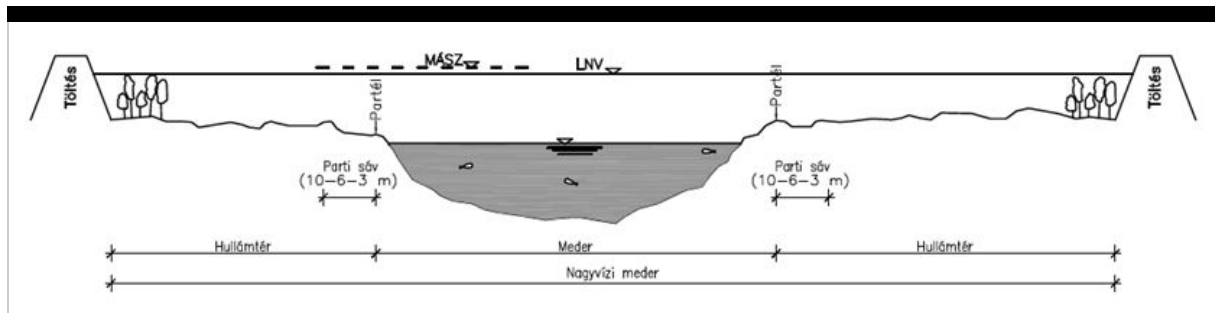
LNV: Legnagyobb vízszint – a vízrajzi feljegyzések kezdete óta előfordult legmagasabb vízállás, amely lehet jeges LNV is

MÁSZ: Mértékadó Árvízszint – külön jogszabályban [11/2010] megadott, statisztikai adatok és szakmapolitikai döntés alapján meghatározott vízmagasság, melyet új tervezés esetén alapul kell venni (lehet az LNV-nél nagyobb és kisebb is!)

Magassági biztonság: A MÁSZ-ról rendelkező jogszabályban [11/2010] megadott biztonsági érték, amelyet a hídszerkezet alsó élének tervezésekor a MÁSZ felett figyelembe kell venni (értéke 0,5-1,5 m közötti)

Víziút: Külön jogszabályban [17/2002] szakmapolitikai döntés alapján kijelölt vízfolyás. Mint a rendelet címe is mutatja, a víziút lehet hajózásra alkalmatlan, de azzá tehető vízfelület is.

Hajózható: A vizek hajózhatóságának nincs jogi meghatározása, jogalkalmazásban jellemzően azonosnak tekintik a hajózható és a víziút fogalmakat. Máshogyan nehezen értelmezhető, mivel kisgéphajóval már hajózható egy közepes belvízcsatorna is. Noha több víziút nem hajózható és több hajózható folyó nem víziút.



1. ábra

Fogalomhasználat egy tipizált keresztmetszévényben

4. A rendelet tartalma

A hídtervezésre a 14 oldalas kormányhatározat szövegéből egyetlen egy mondat vonatkozik:

„73. § (7) A műemléki védelem alatt álló építmények, létesítmények kivételével, a vizek és vízi létesítmények keresztezésére vonatkozó, az 1. mellékletben foglalt követelményeket a) [...], b) a térszín feletti keresztezésnél a nyomvonalas létesítmények műtárgyainak felszerkezet cserével történő átépítése során is érvényesíteni kell.”

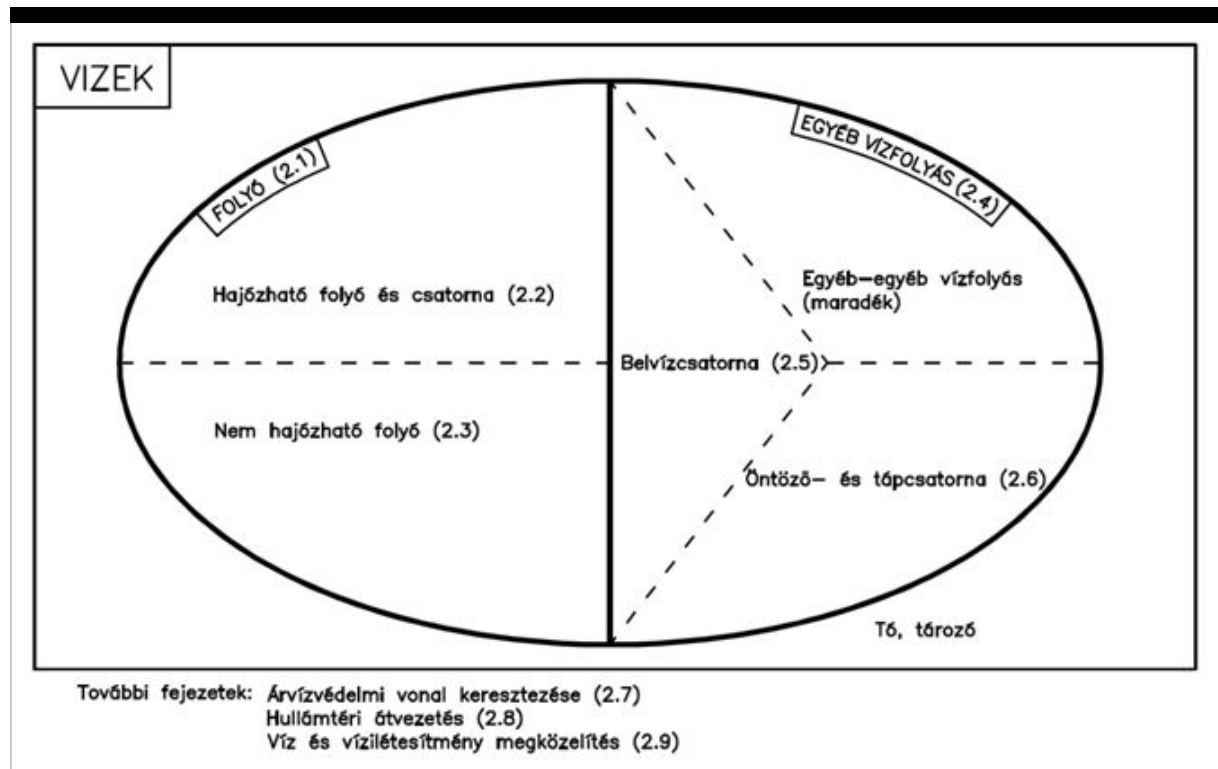
Ezen mondattal életre keltett 1. melléklet 8,5 oldalának mintegy fele alapvetően szabályozza a hídtervezést.

De előbb tekintsük a fenti egyetlen mondatot. Szokatlan a mondatszerkezet „is” kapcsolása, ugyanis nincsen alapeset. Legyen alapeset az új létesítés – bár ez csak fikció részemről, de értelmet ad az „is”-nek, azaz a hidaknál nem ritka felszerkezet cserék esetének. Ezen értelmezés mellett azonban minnek minősül az egyéb, szintén engedélyköteles beavatkozás, mint a szélesítés (pl. járdát szélesíték, kerékpárkonzolt építék, átereszt hosszabbítók), az erősítés, vagy éppen a hosszabbítás új nyílás hozzátoldásával.

Ezekre nem vonatkozna egyáltalán a kormányrendelet? A jogalkalmazási gyakorlat szerint ekkor is megkövetelik a melléklet előírásait.

A mellékletnek kilenc fő fejezete van: 1. általános előírások, 2. víz és vízi létesítmény keresztezése vasúttal, közúttal és saját használatú úttal, 3. ~ keresztezése és megközelítése függőpályával és szállítószalaggal, 4. ~ keresztezése és megközelítése távközlési vezetékkel, 5. ~ keresztezése és megközelítése földgáz-, kőolaj-, és kőolajtermék szállító (elosztó és csatlakozó) vezetékre, 6. ~ keresztezése és megközelítése erősáramú kábellel és légvezetékkel, 7. ~ keresztezése és megközelítése távhőellátási vezetékkel, 8. víz keresztezése és megközelítése vízi létesítménnyel, 9. vízi létesítmény keresztezése és megközelítése vízi létesítménnyel.

Újabb értelmezési nehézség adódik a hosszú mellékletet olvasva. Bár a melléklet szövege nem tartalmazza, továbbá a fejezetek számozási rendszere is mellérendelő, mégis műszaki szemmel olvasva a logika azt kívánja, hogy a 2. fejezet kétszámjegyű fejezeteit részben egymás részalmazaként értelmezzük, a 2. ábra szerint.



2. ábra

A 147/2010 kormányrendelet melléklet 2. fejezetének belső tagolódása

A vizek és vízi létesítmények keresztezésekor a nem vízfolyásokra nincsenek részletes előírások. A vízfolyásokat folyókra (2.1) és egyéb vízfolyásokra (2.4) oszthatjuk. Pontosan mi minősül folyónak az nem egyértelmű, hiszen a folyók két alcsoportra osztásakor (hajózható és nem hajózható) részben megjelennek a csatornák is, így a víziútnak számító Keleti-főcsatorna.

Az egyéb vízfolyásokat három alcsoportra oszthatjuk, belvízcsatornára (2.5), öntöző- és tápcsatornára (2.6) és egyéb maradéokra (pl. patakok, erek, folyások).

5. Példák a kormányrendelet mellékletének előírásaiból

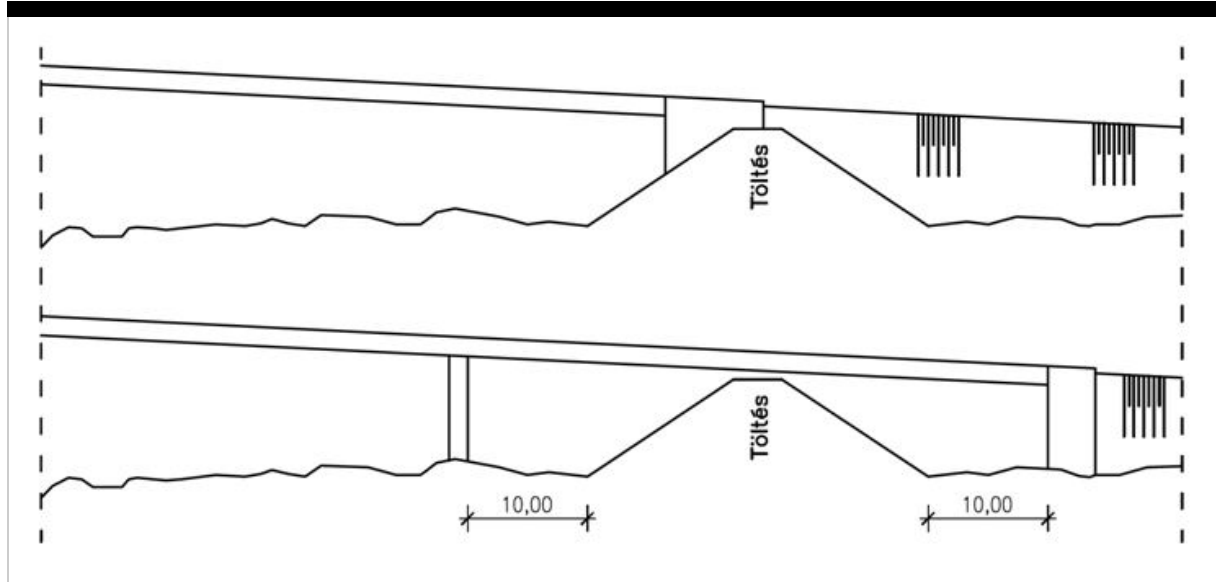
A kormányrendelet mellékletének 1. fejezete az általános előírásokat, a 2. fejezete pedig a részletes előírásokat tartalmazza a víz és vízi létesítmény keresztezése vasúttal, közúttal és saját használatú úttal esetére. A melléklet fejezeteit sorra véve ismertetem a hídtervezésre kiható alkalmazási, értelmezési problémákat.

5.1. Tartószerkezetet elhelyezni tilos

„1.2.1 A keresztező létesítmény tartószerkezetét a parti sávon, illetve az árvízvédelmi töltés és magasvezetésű csatorna vagy duzzasztott vízszintű vízfolyás töltésének lábvonálától – a töltésfejlesztés mértékét is figyelembe véve – 10 m-es sávon belül tilos elhelyezni.”

A melléklet első fejezete általános előírásokat tartalmaz, így az itt leírtakat, eltérő rendelkezés hiányában, hidak esetén is be kell tartani. A híd bizonyosan térszín feletti keresztezésnek minősül. Azonban a fenti mondatot, különösen annak második felét, műszaki szemmel olvasva a tartószerkezet alatt csak a vezeték tartó oszlopokra szeretnék gondolni. Szó szerinti értelmezésben ugyanis árvédelmi töltés híddal való keresztezésekor a teljes töltést és a töltéslábtól számított 10-10 m sávot is egy szép nagy (40-60 m-es) nyílással kellene áthidalni, s ezen területre hídfő sem építhető. Megjegyzendő, hogy árvédelmi töltést úttöltéssel lehet keresztezni (2.7 pont), de híd esetén a fenti előírás a kötelező.

Nyilván ez műszakilag nem csak értelmetlen, de felesleges előírás is, mégis a betű sajnos ezt tartalmazza.



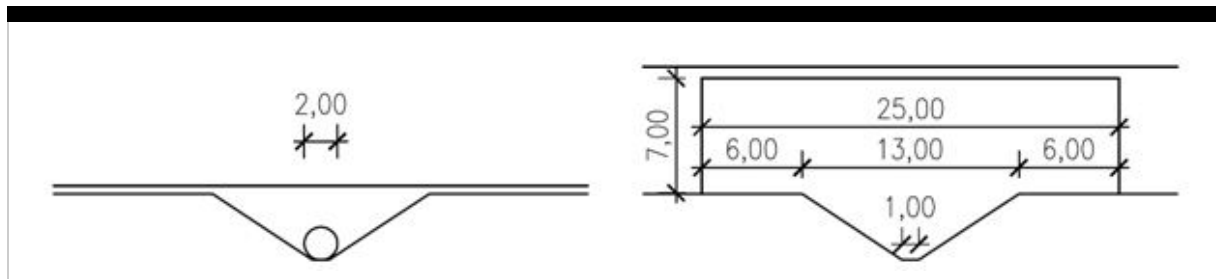
3. ábra

Töltés és tartószerkezet kapcsolata: tipikus gyakorlat fent és a kormányrendelet 1.2.1 pont szerinti előírása lent

5.2. Hol megy a 7 m magas munkagép?

„1.2.6 Vízfolyást, öntöző-, táp- és belvízcsatornát úgy lehet keresztezni, hogy a sokévi középvízszintnél, illetve az üzemvízszintnél a mederben úszó, a parti sávon, illetve a magasvezetésű csatorna töltéskoronáján, vagy a töltés menti, legfeljebb 6 m széles sávon dolgozó és legfeljebb 7 m magas munkagép akadálytalanul dolgozhasson.”

Szerencsére még ezen bekezdés egyetlen hídtervezésnél sem köszönt vissza, pedig a kormányrendelet már négy éves. Szintén az általános előírások között szerepel a fenti előírás, térszín feletti keresztezésekre. Ha csak légvezetékre kell értelmezni, akkor minden rendben, hidak esetében pedig giga-felüljárók adódnának minden vízfolyásból.



4. ábra

2,00 m-es csőáteresz és egy 25 m nyílású felüljáró a 7 m magas kotró helyigényének megfelelően, a kormányrendelet 1.2.6 pont szerint

Az 4. ábrán egy négy méter mély beágyazódású, 1,00 m fenékszélességű csatorna látható, amelynek keresztezéséhez hidraulikailag elegendő egy 2,00 m átmérőjű átereszcső. Az átereszcső becsült költsége 10 millió

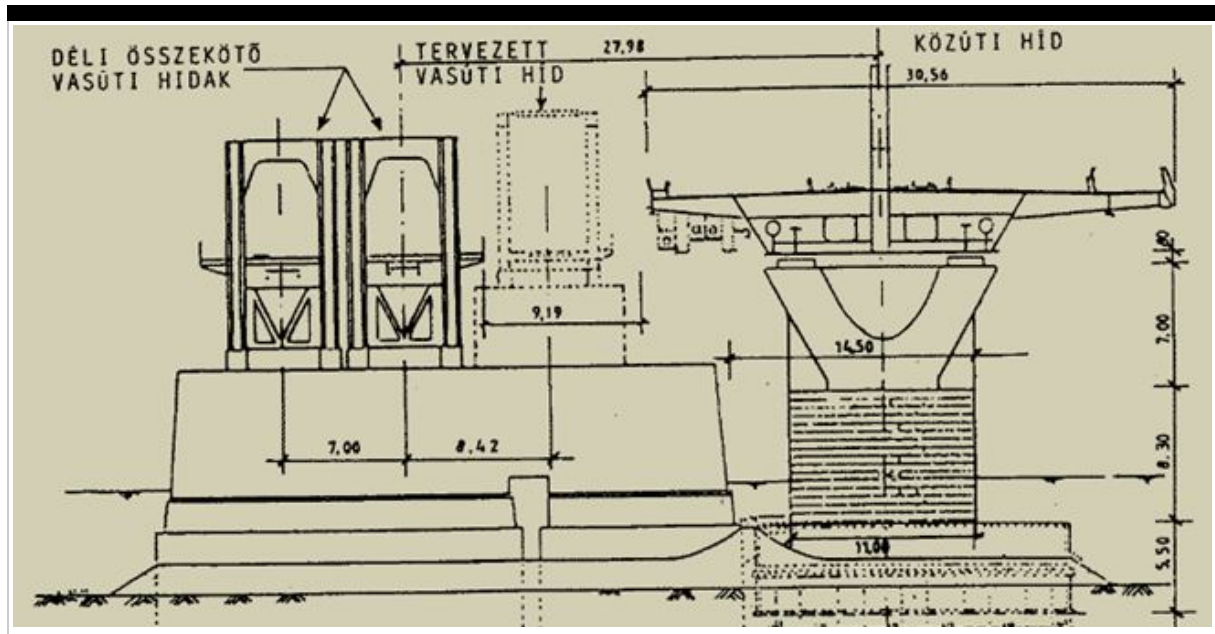
Ft. Az ábra jobb oldalán látható, munkagép miatt építendő 25 m-es felüljáró becsült költsége legalább 250 millió Ft.

E két, az általános előírásból vett bekezdés után – amelyeket lehet a hidakra nem is akarták vonatkoztatni – lássuk a melléklet 2. fejezetét, az úttal, vasúttal való keresztezésről.

5.3. Szomszédos hidak

„2.2.3 Új hidat a meglévő hídtól [...] a hajók fordulásához, megállásához szükséges távolságra kell elhelyezni. Ha ez nem teljesíthető, akkor a hídnylás szélességének növelésével kell a kétirányú hajózást biztosítani.”

Ezen passzus szerint ma már nem lehetne megépíteni Budapesten a Rákóczi hidat, illetve az Összekötő vasúti híd harmadik vágányához előkészített pillérekre sem építhető hídszerkezet.



5. ábra

A budapesti Déli Összekötő vasúti híd harmadik vágányának helye [Sigray, 1995]

5.4. Híd és a horgonytilalom

„2.2.4 Hidat tilos létesíteni ott, ahol a folyón a híd felett [...] horgonytilalmi mező van.”

Számos hidász és vízépítő mérnökkel való konzultáció után sem sikerült annak nyomára bukkanni, mi lehet ezen előírás műszaki szükség szerűsége, ugyanis a híd létesíthető akár úgy is, hogy annak alépítményei a hajózástól teljesen függetleníthetőek.

5.5. Jeges MÁSZ hajózható folyókon

„2.2.9.1 A hídszerkezet alsó élének magasságát úgy kell meghatározni, hogy az a mértékadó árvízszintnél legalább 1,0 m-rel magasabban legyen. Ha jeges árvízszint a mértékadó, akkor ez a magasság 1,5 m legyen. Alul íves vonalú hídszerkezet legalsó pontja is legalább 30 cm-rel, jeges árvízszint esetén pedig 80 cm-rel kell a mértékadó árvízszint felett lennie.”

Három mondat, három problémával. Lássuk sorban.

Alapesetben legyen a híd alsó éle MÁSZ + 1,0 m magasan. Ez világos és köztudomású. Azonban a probléma az, hogy mint később a nem hajózható folyókra vonatkozó előírások esetében olvashatjuk, a MÁSZ rendszerét tartalmazó külön rendelet [11/2010] a MÁSZ felett alkalmazandó magassági biztonságot esetenként 1,0 m alatt (0,5 0,6), illetve 1,0 m felett határozza meg (1,2 1,3 vagy 1,5). Bár ezen, differenciált magassági biztonságot engedélyezéskor érvényesíteni kell, ezt a jogszabályi hierarchia miatt a 147/2010 kormányrendelet a hidak vonatkozásában „felülírja” egységes 1,0 m-re.

Nyilván nem ez volt a jogalkotó szándéka.

A második mondat a jeges MÁSZ esetére növelt biztonságot ír elő 1,5 m-es értékkel. Ezzel az a probléma, hogy

nem értelmezhetünk jeges MÁSZ-t csak jeges LNV-t. Ha a mondat szellemiségét nézzük, akkor a hidak alsó élének felvételekor a MÁSZ + 1,0 m a nem jeges LNV + 1,0 m és a jeges LNV + 1,5 m közül a legnagyobbat kellene alapul venni – mivel lehet, hogy az LNV nagyobb a MÁSZ-nál, illetve lehet a jeges LNV kisebb a nem jeges LNV-nél, de a növelt biztonság miatt mégis magasságilag beelőz. Azonban a fenti bekezdés második mondata nem ezt tartalmazza.

Sajnos a szóhasználat itt is pontatlan.

A harmadik mondat az „*alul íves vonalú*” hidakra ad engedményt. De mi is az ív? Ami nem egyenes? Ez esetben szinte minden híd alsó éle íves. Ha állandó is a híd szerkezeti magassága, a híd hossz-szelvényi lekerekítése miatt az alsó öv is lekerekített. De tekintsük a vásárosnaményi II. Rákóczi Ferenc Tisza-hídat, amelynek kiékelte főtartója, kétség kívül íves.

Azonban biztosra veszem a jogalkotó nem erre gondolt, hanem boltozatra, keretre, csőszerkezetre.



6. ábra

A 2013-ban átadott új vásárosnaményi II. Rákóczi Ferenc Tisza-híd

5.6. Radarjel

„2.2.10.2 A hajózható nyílás melletti pilléreken, a pilléreknél a hajóút tengelyével párhuzamos vonalában radarjeleket visszaverő berendezést kell elhelyezni.”

Azaz nincs kivétel. A hajózható és a víziút fogalmak közötti heveny különbözőséget fentebb már tárgyaltuk. Emellett akkor sincs kivétel, ha a „*nyílás melletti pillér*” kívül esik a legnagyobb hajózási vízszinten, akár a MÁSZ-on is. Legjobb példa erre az M3 és az M35 autópályák egy-egy Keleti-főcsatorna-hídja. A rendelet mind kettőnél az amúgy nyílegyenes mesterséges csatorna partjában, mindig szárazon álló pillérekre is előírja a radarjeleket, hátha arra porzik el egy hajó. Radarjelek szükségesek eszerint a budapesti Erzsébet hídra is. Indokolatlan a műszaki mérlegelés teljes kizárása.



7. ábra

Az M35 autópálya Keleti-főcsatorna-hídja [hidatok.hu]

5.7. Jeges MÁSZ nem hajózható folyókon

„2.3.2 [...] Ha a jeges árvízszint a mértékadó, akkor a folyók mértékadó árvízszintjéről szóló jogszabályban meghatározott magassági biztonságot legalább 1,5 m-rel meg kell növelni.”

Ezen bekezdés első, itt nem idézett mondata helyesen hivatkozik a külön rendelet [11/2010] szerinti differenciált magassági biztonságra. Fentebb (2.2.9.1), a hajózható folyókra vonatkozó bekezdésnél már tárgyaltuk a jeges MÁSZ értelmezhetetlenségét. Az idézett mondat azonban bizonyosan hibás. Nem a magassági biztonságot adja meg 1,5 m-ben, hanem a rendelet szerinti magassági biztonságot (újabb) 1,5 m-rel megnöveli. Azaz ha abban 1,0 m szerepel, akkor a „jeges” esetben 2,5 m alkalmazandó.

5.8. Pillért mederbe építeni tilos

„2.3.3 A mederbe pillér nem építhető. [...]”

Egyszerű, világos tőmondat. Nehéz félreérteni. Igaz, csak nem hajózható folyókra érvényes. De akkor példának okáért a Felső-Tiszán (Vásárosnaményig víziút) ezentúl csak 200-400 m-es nyílású hidakat építhetünk? Kisebb folyók esetében pedig a meglévő, és gondot nem okozó hidakhoz képest sok esetben háromszor-négyszer nagyobb hídnnyílások adódnak.

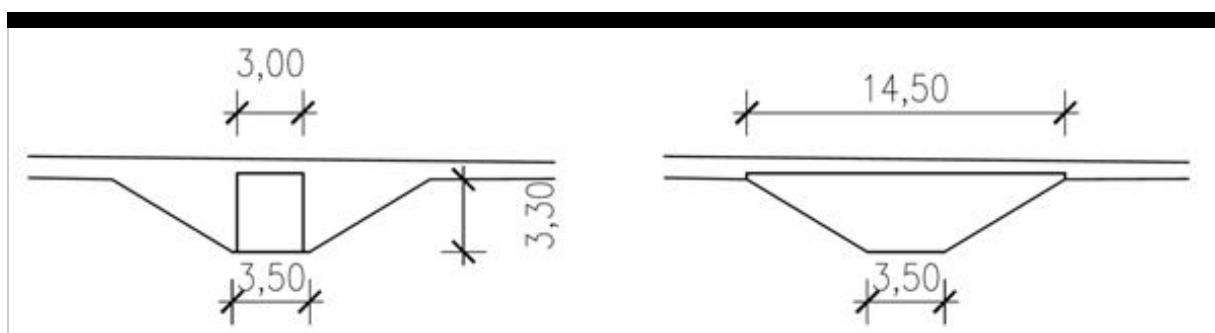
5.9. Pillér és az egyéb vízfolyás

„2.4.5 A hídpillért csak az átfolyási szelvényen és a híd környezetében jellemző partélek vonalán kívül lehet elhelyezni.”

Rendkívül szigorú előírás lényegében a pilléreket megtiltja az egyéb vízfolyások esetében, azaz minden esetben, ami nem folyó.

Ha az átfolyási szelvényben nem lehet, akkor azt is mondhatjuk egyszerűen, a pillér nem lehet vizes. Ha pedig a jellemző partéleket is beszámítjuk, akkor egy eddig 3 m-es hídnnyílás helyett rögtön 10-20-30 m-nél találhatjuk magunkat. Ez volna a műszaki cél? Még szerencse, hogy csak hídnak nem lehet pillére, áteresznek lehet, ellenben az ikerátereszeztől is elbúcsúzhatnánk...

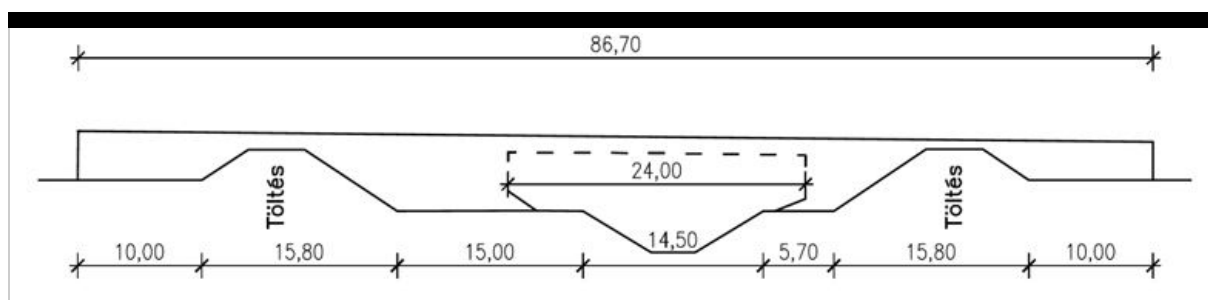
A hídfő nem pillér, így e bekezdés nem tiltja hídfő építését akár a mederbe is?



A hidraulikailag indokolt 3,0 m-es hídníylás (balra) és a kormányrendelet 2.4.5 pontjában előírtak betartásával adódó 14,5 m-es nyílás (jobbra)

Lássunk egy összetett hídtervezési példát a gyakorlatból, először a szükséges szabad nyílásra vonatkozóan. Bár a példa minden adatát a valóságból merítettem, legyen a neve Minta-csatorna. A Minta-csatorna belvízgyűjtő csatorna, azonban a befogadó folyó visszaduzzasztása miatt belesik annak árvízvédelmi területébe, így két oldalon árvízi védvonalak futnak.

Ha a belvízcsatorna mederszelvényét csökkentés nélkül kívánjuk áthidalni a mértékadó vízszint figyelembe vételével, akkor 24 méteres szabad nyílás adódik, amit az ábrán szaggatott vonallal jelöltem. Ez vízhozam szempontjából még kedvezőbb is – az összetett szelvényű medernek hála. A két hídfő beépíthető a töltéseken belülré és a 24 m nyílás egyszerűen begerendázható.



9. ábra

A Minta-csatorna hidraulikailag indokolt hídníylása szaggatott vonallal (24,00 m) és a kormányrendeletben előírtak betartásával (86,70 m)

Azonban a kormányrendelet mellékletének 1.2.1 pontja miatt a töltés lábakon belül és 10-10 m-es védőtávolságban tartószerkezet nem lehet, továbbá 1.2.6 pont szerinti 6 m széles parti sávot szabadon kell hagyni, továbbá 2.4.5 pont szerint hídpillért a partélen belülré nem lehet helyezni, ebből adódik a fenti ábra szerinti, potom 86,70 m szükséges szabad nyílás! Legyen a 24 m-es híd 180 millió Ft, a 86,70 m nyílású híd pedig 500 millió Ft.

De maradjunk még egy pillanatra e fenti példánál. Legyen a 24,00 m-es híd meglévő közúti hídszerkezet, ami mellé kíván építeni egy kerékpáros hidacska a helyi önkormányzat. Ez esetben a kerékpáros hidacska a fentiek szerint már 86,70 m-es lehet csak!

5.10. Mi is az a partél?

A partél fogalmát a jogszabályok nem definiálják. Más jogszabályban [3] ugyanezen jelentésre a partvonal szerepel. Ha egy klasszikus mintakeresztmetszetet veszünk fel, mint az 1. ábra esetében, akkor a partél beazonosítása kézenfekvő. De mi a helyes értelmezés, pl. mély berágódású csatornánál, vagy hegyvidéki patak esetében. Ez utóbbi esetében, ha elég „meredek” a közvetlen csatlakozó hegyoldal, akkor a hegygerinc lenne a partél?

És mitől lesz, és főleg kinek, az a bizonyos partél jellemző? Ha a víz szempontjából nézem, akkor lehet jellemző a hídkörnyezetben legalacsonyabb partél?

A már-már provokatív kérdés nem alaptalan. Egyéb vízfolyások esetében ugyanis a minimálisan szükséges hídníylás méretét alapvetően befolyásolja, mint azt már az előző fejezet is tartalmazta.

Ha jó diák módjára – avagy törvénytisztelő tervezőhöz illően – betű szerint követjük a kormányrendeletet, akkor abból sok műszaki csúfság lesz.

Néhány hivatkozás a partélhez igazított előíráshoz még hozzáteszi az esetleges depóniákat is. Így ha egy csatorna kotrásakor egyik partján (jellemzően) szakaszokból álló depóniákat képeznek, akkor még ezt is vegyük alapul a híd alsó élének tervezésekor? Ezen, merev előírás jó példa arra, hogy az esetek többségében műszakilag ez bizonyosan szükségtelen. Ugyanis ha a depónia egybefüggő és a mértékadót többszörösen meghaladó víz levonulását befolyásolja, akkor az a depónia már partélként működik.

5.11. Híd alsó élének biztonsági magassága

„2.4.6 A híd szerkezeti alsó élmagasságát úgy kell kialakítani, hogy az minden esetben a híd környezetében jellemző partél vagy depónia szintjének biztonsági magassággal növelt szintje fölött legyen. Amennyiben a $Q_{1\%}$ -os valószínűségű árvízszint biztonsági magassággal növelt értéke alapján számított szerkezeti alsó élmagasság a jelenlegi partélek vagy depóniák szintje alapján számított értéktől magasabb értékre adódik, akkor a hídszerkezet alsó élét a magasabb szinthez kell igazítani. Az előírt biztonsági magasság a $120 \text{ m}^3/\text{s}$ -ot meghaladó $Q_{1\%}$ -os valószínűségű árvízi vízhozamú vízfolyásokon legalább $1,0 \text{ m}$, a $80\text{--}120 \text{ m}^3/\text{s}$ között vízhozamnál $0,7 \text{ m}$, a $80 \text{ m}^3/\text{s}$ -nél kisebb vízhozamoknál pedig $0,5 \text{ m}$. Vasúti híd esetén az előírt biztonsági magasság betartása a mederszelvénynek a híd környezetében történő bővítésével is megoldható.”

Szép új fogalom: **biztonsági magasság**. Nem keverendő össze a MÁSZ-nál használatos magassági biztonsággal! Egyéb vízfolyások esetében tehát a biztonsági magasság a fentiek szerint, táblázatba foglalva:

Árvízi hozam [m^3/s]	Biztonsági magasság [m]
$120 < Q_{1\%}$	1,0
$80 \leq Q_{1\%} \leq 120$	0,7
$Q_{1\%} < 80$	0,5

1. táblázat

Gyalogos balesetek aránya az összes balesetkez képest 2008 és 2012 között [adatok forrása: KSH]

Ez érthető és világos, azonban nem szabad elfelejteni, hogy azon egyéb vízfolyások esetében, melyek szerepelnek a MÁSZ-rendeletben [2] a szerkezet alsó élének tekintetében az ott előírtakat is teljesíteni kell. (A $Q_{1\%}$ pedig éppúgy lehet a MÁSZ alatt, mint felett.) Még egy gyakorlati probléma is társul ezen előíráshoz: sok esetben igen nehéz előállítani a $Q_{1\%}$ árvízi vízhozamot.

A fenti bekezdés utolsó mondata indokolatlan különbséget tesz vasúti és egyéb hidak között, még akkor is, ha ezen műszaki megoldás vasúti hidak esetében életszerűbb annak nagyobb hossz-szelvényi kötöttsége miatt.

A bekezdés csak hidat említ, így átereszre nem vonatkozik.

5.12. Boltozat kivételével

„2.4.7 A folyók mértékadó árvízszintjeiről szóló miniszteri rendelet hatálya alá nem tartozó vízfolyásoknál az íves alsó vonalú hídszerkezet legalsó pontját úgy kell kialakítani, hogy az legalább $0,3 \text{ m}$ -rel a mértékadó vízszint, illetve a híd környezetében jellemző partél, depónia szintje felett legyen. A falazathoz érintőlegesen csatlakozó boltozatoknál az érintési pont a mértékadó vízszint, illetve a híd környezetében jellemző partél, depónia szintjének megfelelő magasságáig süllyeszthető.”

Ismét néhány logikai hiba. A hajózható folyóknál tárgyaltuk az íves alsó vonal értelmezési problémáját. Egyéb vízfolyások esetében ehhez még társul a kis nyílású áthidalások esete is, akár egy csőszelvény, akár egy kvázi lemez-szerkezet, de a falazatnál, pl. 20 cm -es íves csatlakozással. Ezen bekezdésnek csak akkor van értelme, ha az előző előírást felülírja, vagy amazt csak a legmagasabb alsó élre vonatkozó követelményre módosítja. A MÁSZ-rendelet [11/2010] alá tartozó hidak ezen könnyítésből ki vannak véve, ami azt jelenti, hogy az árvíz elleni biztonság az ott nevesített vízfolyások esetében fontosabb.

A bekezdés utolsó mondata ismét egy kakukktojás, indokolatlanul kiemelve a boltozatokat, mivel vízfolyás szempontjából nincs különbség boltozat és keret között, hacsak nem az, hogy boltozat alkalmazása nagyobb nyílás esetén nem jellemző. (A hullámosított csőszelvények sem minősülnek boltozatnak, hiába azonos a befoglaló geometriájuk, mint egy falazott igazi boltozaté.)

E bekezdés is csak hidat említ, így átereszre nem vonatkozik. Azaz egyéb vízfolyás esetében, amely nem belvív-, öntöző-, vagy tápcsatorna, áteresz esetében nincs semmilyen jogszabályi előírás, akár nyomás alatti átvezetés is tervezhető! Ez önmagában nem baj, hiszen a vízfolyáskezelők az indokolt tervezési előírásait megteszik, azonban e rendelet egyéb részeinek merev és szigorú előírásai mellett ez érthetetlen, így szövegezési hibának tűnik.

5.13. Belvízcsatorna legkisebb fiktív átereszei

„2.5.1.2 A műtárgyat olyan nyílásmérettel kell tervezni, hogy alkalmas legyen a mértékadó vízhozam átvezetésére és lehetővé tegye a karbantartási munkák elvégzését. A 3 m³/s vízállító-képességet meghaladó belvízcsatornák esetén minimum 1,6 m átmérőjű csőátereszt vagy minimum 1,4 m széles, 1,6 m magas méretű műtárgyat kell tervezni. Ha a talajadottság miatt burkolat szükséges, vagy a csatlakozó mederszakaszon is van burkolat, vagy a híd meg nem engedhető sebességnövekedést okoz, a burkolat hossz- és magassági méreteit is meg kell tervezni.”

A belvíz-, öntöző- és tápcsatornák fejezetei már következetesen áthidaló szerkezetekről beszélnek, ami tartalmazza a hidakat és átereszeket is, így itt nincs az előbb említett hiátus.

Az idézett fejezet második mondata ismét egy igen merev szabály. Bár, ha a következő fejezet (2.5.2) előírását is nézzük, akkor ez szinte csak egy elméleti eset marad. Gyakorlatilag ezen minimum feltétel lényegesen kisebb eredményt ad, mint az egyéb előírások (vízszint és a feletti biztonság).

Gyakorlati tervezés esetén ugyanis már 700-800 l/s mértékadó vízhozam mellett adódó mértékadó vízmagasság 70-80 cm, amelyhez hozzászámolva (partélre nem gondolva) az 1,0 m-es biztonságot, rögtön 1,7-1,8 m szükséges műtárgy magasság adódik.

5.14. Áthidaló szerkezet alsó élének magassága belvízcsatornákon

„2.5.2.1 Az áthidaló szerkezet alsó élét úgy kell kialakítani, hogy az a keresztelési szakaszon a jellemző partél felett minimum 0,5 m-rel és a mértékadó vízszint felett minimum 1,0 m-rel magasabban legyen.

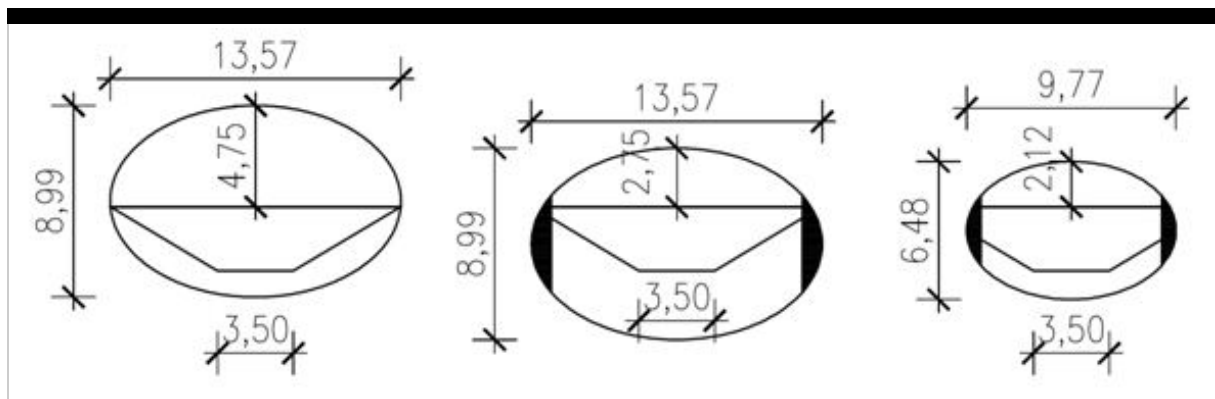
2.5.2.2 Íves alsó vonalú hídszerkezet legalsó pontját úgy kell kialakítani, hogy legalább 0,5 m-rel a mértékadó vízszint felett legyen.”

Műtárgytervezési oldalról ez talán a legszigorúbb előírás. A belvízcsatornákra vonatkozó kitétel áteresze és hídra egyaránt érvényes, szigorítva a fentebbi (2.4.6) általános, vízhozam szerint differenciált előírást.

A mértékadó vízszintet tekintve látványos értelmezési minta erre az 1 m-es keretelem áteresze, amelynek belvízi szempontból figyelembe vehető vízállítása zérus. Ha a partélre vonatkozó kitéletet is tekintjük, akkor lényegében elfelejthetjük az összes járatos áteresze csövet és keretét egyaránt.

A második bekezdésben ismét az íves alsó vonal problémáját láthatjuk. Ha ezt egy 1,20 m-es csőáteresztre értelmezzük (feltéve, hogy elegendő az alsó él előírása a cső tetőben teljesíteni), akkor a fent idézett első bekezdés szerint 20 cm-es vízszintet tervezhetünk a csőbe, de a második bekezdés miatt már csak 10 cm-t. A 1,20 m-es csőszelvény alján tervezhető 10, vagy akár 20 cm-es vízszinthez tartozó vízhozam pedig igencsak csekély.

Lássunk végezetül egy példasort hullámosított csőszerkezetekre vonatkozóan. Noha rendkívül széles szelvényválasztékban gyártják ezen szerkezeteket, a példa miatt egy egyszerű fekvő ellipszis keresztmetszetet vizsgáltunk.



10. ábra

Ellipszis alakú hullámosított acéllemez szerkezetben mértékadó vízszint tervezése 0,50 m-es biztonsággal

Az ábra bal szélső rajza mutatja a kormányrendelet 2.5.2.2 pont szerinti alapesetet, azaz a mértékadó vízszint felett az íves szerkezetnek legyen meg a 0,5 m biztonsága. Ekkor a teljes szelvénynek 53 %-a kihasználatlan marad. Jelenleg is épült ilyen hídszerkezet e feltétel miatt. Ez azonban igen nagy pályaszint – vízszint

magasság-különbséget igényel, ami sok esetben nincsen meg.

Provokatív, de kormányrendeletnek megfelelő megoldást mutat a középső rajz, ahol az ellipszis szelvény két oldalán 91-91 cm-t „kibetonoztunk”. Ekkor viszont a csőszerkezetet 2 m-rel mélyebbre lehet beépíteni, ami esetleges pályaszint-kötöttség esetén rendkívül előnyös lehet.

A példa harmadik, jobb oldali rajza egy lényegesen kisebb (72%) ellipszist mutat, szintén kétoldali (ez esetben 66-66 cm-es) kibetonozással. Így a csőszerkezet tetőpontja újabb 63 cm-rel süllyeszthető! Belátható, hogy amennyiben a tiszta trapéz mederszelvény az ábra szerint hidraulikailag csonkolható, ugyanazon mértékadó vízszint mellett, kétoldali kibetonozással lényegesen kisebb ellipszis szelvény is beépíthető. Jogos a kérdés azonban, kibetonozással miért kedvezőbb egy szelvény, mint kibetonozás nélkül.

5.15. Előírás-hiány: átereszek

Noha nem hiányzik a részletes előírás, de a fenti szigorú rendszer mellett említést érdemel, hogy az átereszek részben kiestek a szabályozásból.

Mivel a kormányrendelet bekezdései többségében hidakról beszélnek, egyedül a belvíz-, öntöző- és tápcsatorna esetében szerepel a gyűjtőfogalom „műtárgy”, illetve „áthidaló szerkezet”.

6. Javaslatok

A műszaki tervezésben szokatlan, hogy kormányrendelet ilyen részletesen meghatározza a tervezés feltételeit, lényegében kizárva a mérnöki mérlegelést és gondolkodást. 2010 előtt ez egyszerűen a vízfolyáskezelőkre volt bízva, akik jól sáfárcodtak ezen felelősséggel, mivel ez nem okozott érdemi problémát. (Ahol vízfolyási problémák adódtak, ott nem a műtárgytervezés elégtelenségében kell keresni a baj valódi okát!)

Fentiek alapján belátható, hogy a módosítás halaszthatatlan. Erre két lehetőség kínálkozik, vagy rendbe kell tenni a melléklet előírás rendszerét nem sajnálva időt, egyeztetést, fáradságot, de ez esetben is sok ponton fellazítva a kötöttségeket, avagy negligálni kell az egész mellékletet a 73 § (7) pontját átírva, avagy törölve. Nem fog hiányozni. Jelentem a vízfolyáskezelők jobban értik mi a kötelességük e rendelet nélkül!

7. Összegzés

Végül figyelem felkeltésül álljon itt egy kérdés – ki-ki válaszolja meg magának, melyik a jobb:

- ha van egy jogszabály, amelyet csak kénye-kedve szerint tart be tervező, beruházó, ellenőr, hatóság, avagy
- betartjuk a jogszabályt, így értelmetlen, világ csúfsága hidakat építve az indokolt költség 10-20-szorosáért?

(Kézirat lezárva: 2014. március 10.)

8. Hivatkozások

Jogszabályok

147/2010. (IV.29.) Korm. rendelet a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról

11/2010. (IV. 28.) KvVM rendelet a folyók mértékadó árvízszintjeiről

21/2006. (I. 31.) Korm. rendelet a nagyvízi medrek, a parti sávok, a vízjárta, valamint a fakadó vizek által veszélyeztetett területek használatáról és hasznosításáról, valamint a nyári gátak által védett területek értékének csökkenésével kapcsolatos eljárásról

17/2002. (III. 7.) KöViM rendelet a hajózásra alkalmas, illetőleg hajózásra alkalmassá tehető természetes és mesterséges felszíni vizek víziúttá nyilvánításáról

Képek forrása

Sigrai Tibor dr.: A Lágymányosi Duna-híd tervezése, Közlekedésépítés- és mélyépítéstudományi Szemle, XLV. évf. 1995/10-11. szám

www.hidatok.hu

Adatok

Megjelent itt
3. szám
2014. tavasz



Szerző

Hajós Bence

Témakörök

Hidak és műtárgyak • Kiemelt

Kulcsszavak

Befogadva

2014. július 4.

Hozzászólás

* Név

* Email

Honlap

Hozzászólás

Hozzászólás elküldése

Bejegyzések

Galéria

Impresszum

Interjúk

Könyvajánló

Témakörök

© **Copyright Útügyi Lapok** 2013 • *Minden jog fenntartva.*



Behajlásmérési idősorok elemzése

Szerző(k) **Karoliny Márton**

Kivonat

A behajlásmérések egyik jelentős problémája a mértékadó időszak meghatározása, amely nyilvánvalóan összefügg a földmű nedvességtartalmával, ami viszont a meteorológiai és talajmechanikai viszonyok függvénye. Megállapítható, hogy a korábban kidolgozott korrekciós módszerek elsősorban a hosszútávú meteorológiai változékonyság miatt megkérdőjelezhetők. A szerző három etalonszakaszos behajlásmérési idősor felhasználásával számítási eljárást mutat be a mértékadó behajlás meghatározására.

1. Bevezetés

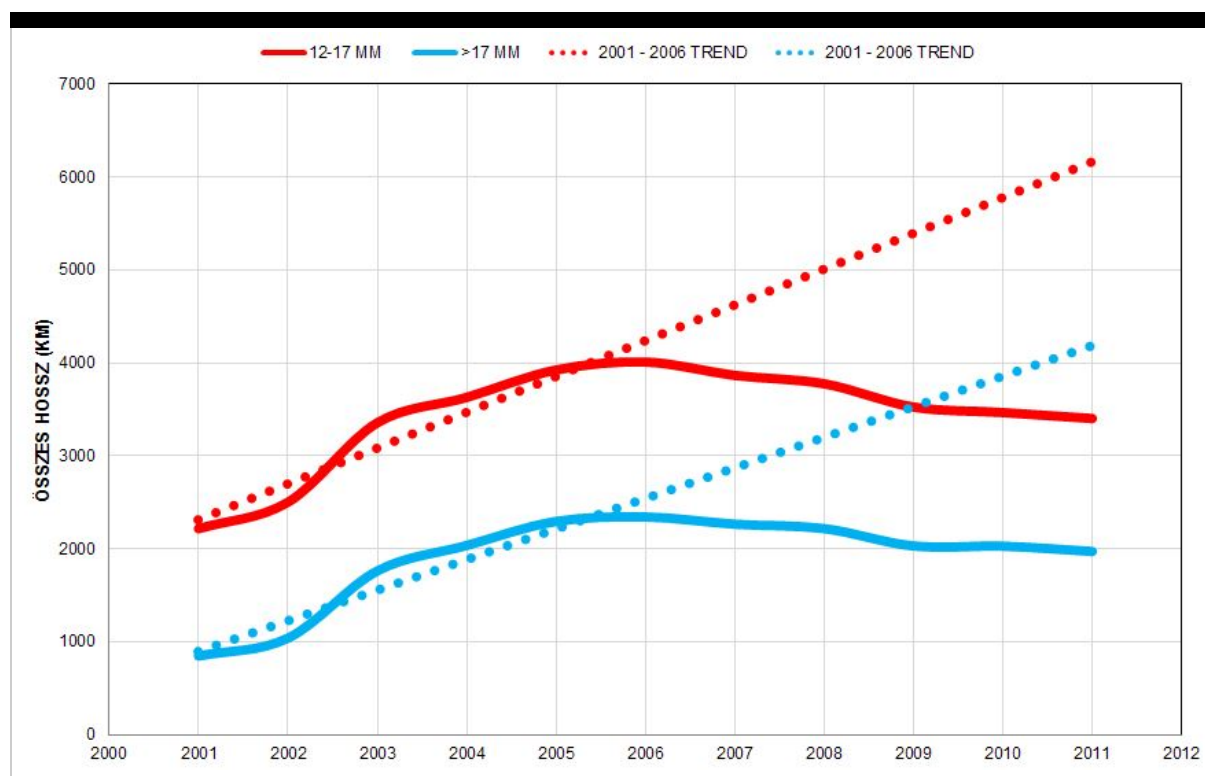
Ismeretes, hogy hazánkban a behajlásmérést európai összehasonlításban is nagyon korán bevezették [Boromisza, 1959] és azóta is – nem csak a felújítási projekteknél, hanem az állapotértékelésben is – használják.

Ebben a cikkben a hosszú időszak alatt felhalmozódott behajlásmérési adatok felhasználásának lehetőségét mutatom be a megerősítési, útgazdálkodási célú feladatok esetében.

2. Idősorok elemzése

Idősornak az olyan statisztikai megfigyeléseket nevezzük, amelynek elemeit egymást követő időpontokban (időszakokban) regisztrálták, és ez az időbeliség az adatok fontos tulajdonsága.

Az országos közúthálózaton rendszeresen végzett állapotfelmérési célú mérések adataiból nagyon érdekes eredményeket lehet kapni, ha idősorba állítjuk az egyes állapotadatokat.



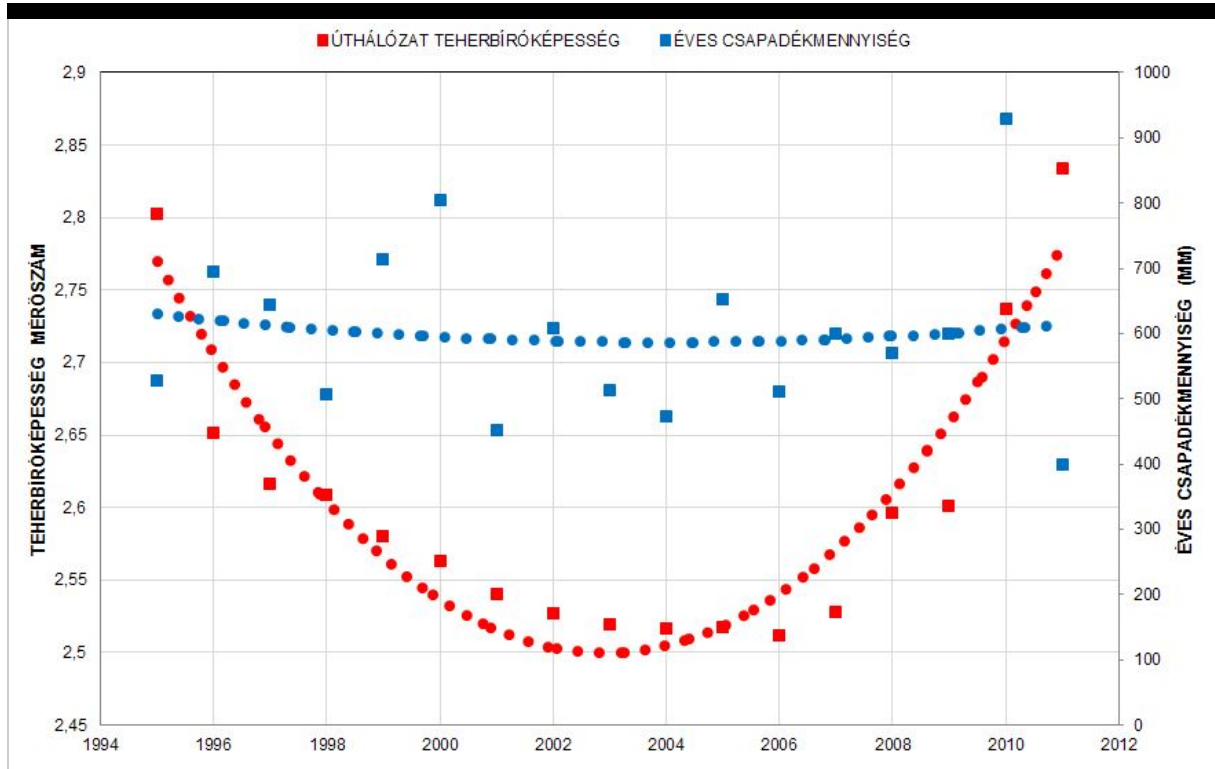
1. ábra

Példaként először vizsgáljuk meg a keréknyomos utak hosszának alakulását, ami nagyon meglepő eredményt mutat, hiszen a különböző szakmai fórumokon a keréknyomosodás nagyon gyakran, elháríthatatlan technológiai okként, vagy a globális felmelegedésből következő veszélyként van említve.

Az idősor rácsafol ezekre a vélekedésekre, ugyanis egyértelműen fenntartási hiányosságként lehet a korábbi kedvezőtlen trendet értelmezni.

A javulás ugyanis az EU előcsatlakozási, illetve felzárkóztató programjai által nyújtott többletforrások következménye.

Az idősorok alkalmasak egyes befolyásoló tényezők tényleges hatásának legalább kvalitatív értékelésére is.



2. ábra

Országos közúthálózat teherbíróképességének alakulása

Második példaként a teljes országos közúthálózat teherbíró-képességének idősorát mutatjuk be, egy diagramon az éves csapadékmennyiségekkel.

Jól megfigyelhető, hogy a teherbíró-képesség mérőszámának javulása, majd romlása láthatóan követi az éves csapadékmennyiség alakulását.

Ez egyben arra is felhívja a figyelmet, hogy az aktuális értékek vizsgálatánál – amelyek elvileg a fenntartási források feletti döntéseket is megalapozzák – figyelembe kell venni a befolyásoló tényezők változásait is.

3. Rendszeres behajlásmérések az országos közúthálózaton

Boromisza [Boromisza, 1993] egy nagyon jó áttekintést ad a hazai behajlásmérési gyakorlatról.

Külön ki kell emelni az ejtősúlyos berendezések használatának bevezetését, mert ezek alkalmazásával – a kézenfekvő egyéb előnyökön kívül – lehetőség adódott a mérési eredmények elektronikus rögzítésére és ebből adatbázisok kialakítására is. [Tóth, 2006]

Nem közismert, hogy az ejtősúlyos berendezések rendkívül sok mérést végeznek, minden mérési ponton (behajlások a terhelés tengelyében és attól különböző 6 – 8 helyen, burkolathőmérséklet, levegőhőmérséklet, pontos ejtési erő) és ezen adatok segítségével az egyszerű központi behajláson túl még sok fontos jellemző is megállapítható.

Az állapotfelmérési rendszer továbbfejlesztésére irányuló újabb tevékenységek dokumentumai rögzítik [MAÚT, 2009], hogy a lehetőség szerint minden országos közút legalább öt évenként mérésre kerüljön, azaz az eddigi mérésekkel együtt viszonylag rövid időn belül meglehetősen hosszú idősorok fognak rendelkezésre állni. Külön ki kell emelni, hogy létezik számos, ún. etalonszakasz [KTI, 2012], ahol már – a lényegesen nagyobb frekvencia miatt – ténylegesen elemezhető idősorok is rendelkezésre állnak. A pályaszerkezet méretezés új szabályozásának tervezete [MK-MAÚT, 2013] a megerősítés előtti behajlásmérésen túl előírja a megerősítés utáni mérést is. Azaz már most, de a jövőben biztosan rendelkezésre fognak állni az utak döntő részén megfelelő hosszúságú idősorok és ezáltal hasznos elemzések végezhetőek.

4. A „mértékadó” időpont a behajlásmérésnél

A behajlásmérések elterjedése és az első rendszeres (hazai) mérések után [Boromisza, 1959] hamarosan világossá vált az a tény, hogy az ugyanazon helyen mért behajlásértékek különböző, viszonylag egymáshoz közeli időpontokban eltérnek egymástól.

Kézenfekvő és helyes volt az a feltételezés, hogy ez a földmű merevségével van összefüggésben, ezt viszont nagymértékben meghatározza az aktuális nedvességtartalma illetve a földmű anyaga.

Az aktuális nedvességtartalom pedig meglehetősen nyilvánvaló, hogy a meteorológiai események függvénye.

Ennek megfelelően viszonylag hamar kialakultak olyan korrekciós eljárások, amelyek főleg a meteorológiai ciklusok függvényében adták meg a szükséges módosító tényezőket.

Ilyen található az érvényes megerősítési utasításban [ÚT 2-1.202:2005], illet közöl Ullidzt [Ullidzt, 1998] illetve a vasúti alépítmények esetében is illet használnak [Horváth-Türk, 2008].

Ezek a módszerek alapvetően hasznosak voltak és egyszerűségük miatt az építőmérnökök szívesen használták.

Mindenképpen megjegyzendő, hogy a „gondolkodó” építőmérnökök világosan látták ezen eljárások problematikus voltát is. [Nagy, 2008], [Boromisza, 2009]

4.1. A használt hazai korrekciós eljárás érvényessége

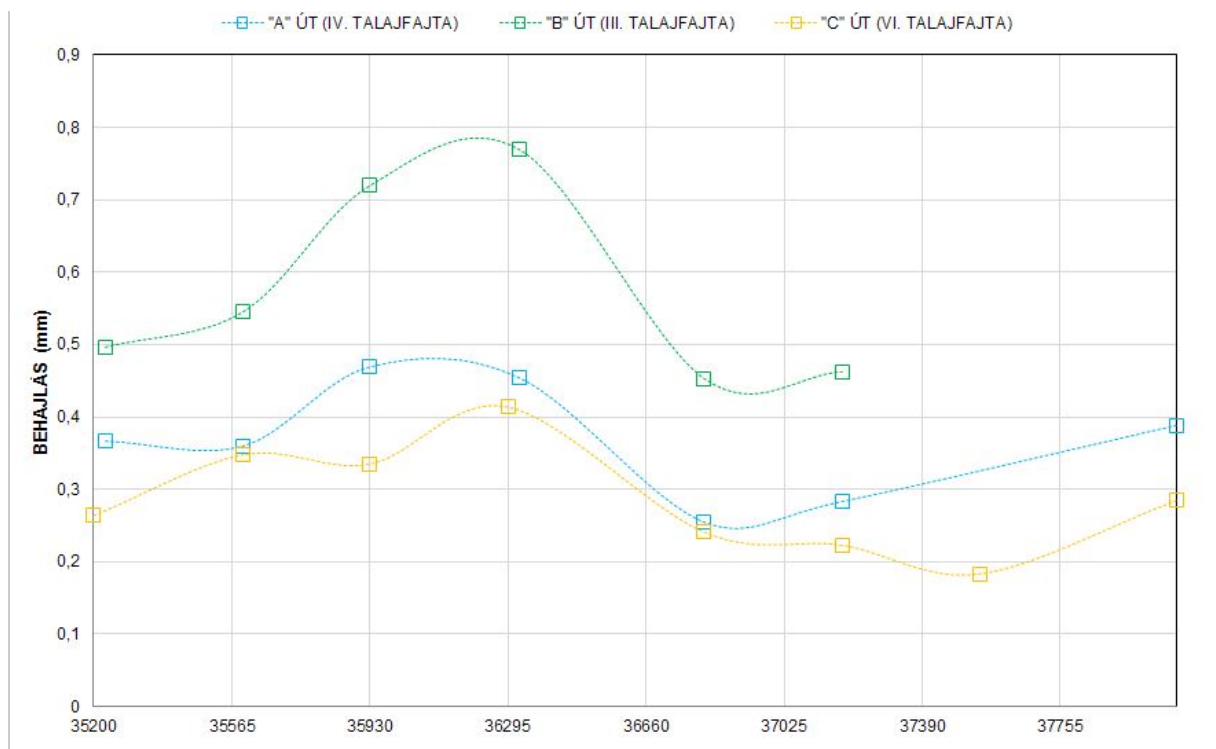
Az ilyen eljárások problematikuságát illusztráljuk behajlási idősorok segítségével.

Az országos közúthálózaton állapotfelmérési céllal kijelöltek több, úgynevezett etalonszakaszt, amelyen a többi úthoz képest lényegesen nagyobb frekvenciával lettek végrehajtva behajlásmérések.

Ezek közül kiválasztottunk három szakaszt, és a következő diagramon bemutatjuk az átlagos behajlás értékek változását.

Megjegyzendő, hogy a kiválasztásnak az is szempontja volt, hogy az útszakaszok kellően közel legyenek meteorológiai mérőállomásokhoz.





3. ábra
Behajlásértékek idősora

Jól felismerhető, hogy az azonos időszakokban elég jelentős eltérések tapasztalhatók, ebből az is következik, hogy az azonos időpontok hasonló „évszakszorzóval” növelve a különbséget fenntartja, sőt növeli is. Megjegyzendő, hogy az egyes pontok diagramon történő összekötése kizárólag az ábrázolás miatt történt, a két időpont között nincs semmi adat.

4.2. Nemzetközi kitekintés

A probléma megoldására a már idézett korrekciós eljárásokon túl több, nagyívű eljárás is született.

Ki kell emelni van Gurp [van Gurp, 1995] munkáját, amely egy többtényezős eljárást ad a különböző időpontokban mérhető behajlások átszámíthatóságára, klimatikus, geotechnikai és lokális helyi adottságok figyelembevételével.

Eljárásának átvétele ugyanakkor nem lehetséges, mert azokat a hollandiai viszonyokhoz igazította, de a munka úttörő jellege mindenképpen példaértékű.

Megemlítendő Talvik és Aavik dolgozata [Talvik-Aavik], amely egy viszonylag hosszú idősoros rendszeres behajlásmérésen alapul, viszonylag friss adatokkal és abból a szempontból újszerű, hogy a töltésmagasságot is figyelembe veszi.

5. Az egyenértékű behajlás meghatározásának lehetősége idősor elemzéssel

Az eddigiekből látható volt, hogy a hazai gyakorlatban használt eljárás legalább is problematikus, ezért a kellő pontosság érdekében új módszereket kell keresni.

Ezen új módszerek esetében ugyanakkor vizsgálni kell azt a folyamatot, ami a földmű merevségének változását okozza.

5.1. Változások a csapadékmennyiség eloszlásában

A behajlások korrekciós értékeinek meghatározása óta jelentős változások történtek a csapadékmennyiségek eloszlásában.

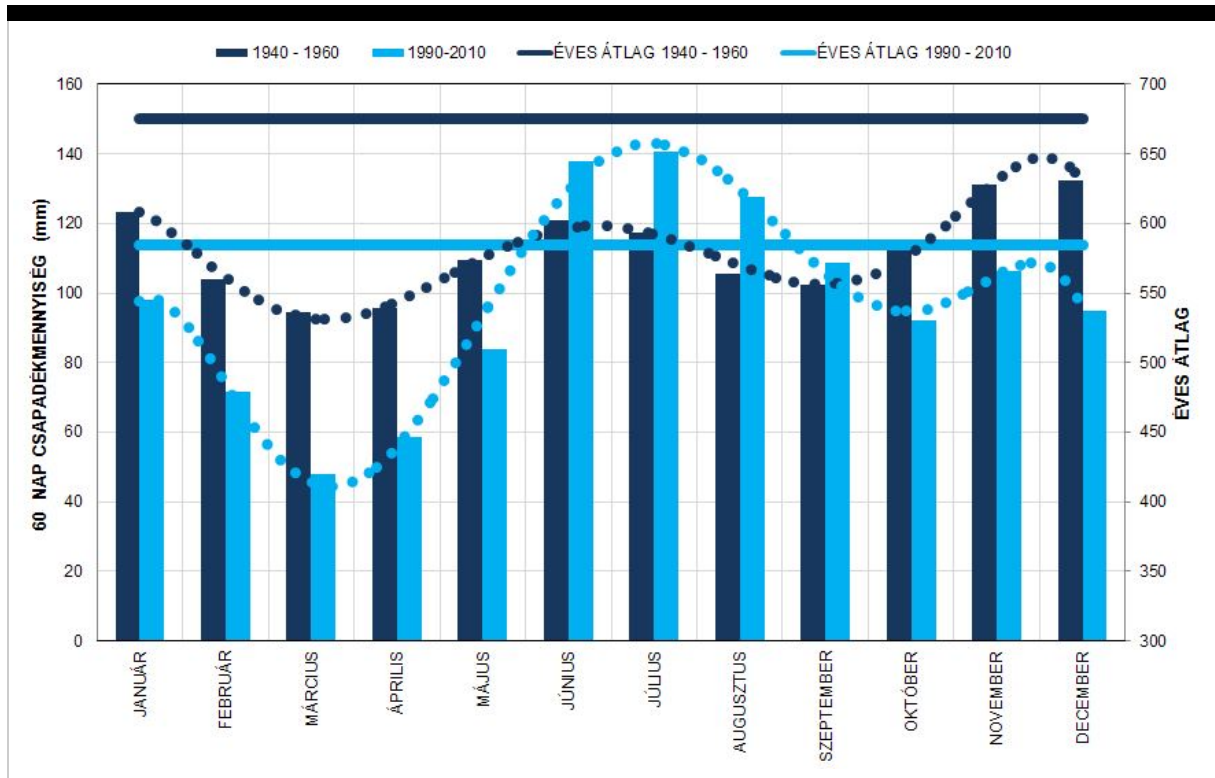
A következő diagramon ábrázoltuk minden hónap elején a megelőző 60 nap csapadékösszegét 1940 – 60, illetve 1990 – 2010 között, továbbá az éves csapadékmennyiség ez időszakokra vonatkozó átlagértékét is.

Jól látható, hogy az átlag kisebb mértékű csökkenése mellett a hó elejét megelőző időszak csapadékösszege

nagymértékben változott a régebbi időszakhoz képest.

A legnagyobb csapadékösszegek eltolódtak a nyári (!) hónapokra és a „télvégi” időszakban jelentkeznek a minimumok.

Figyelembe kell venni azt is, hogy itt átlagértékek szerepelnek, miközben közvetlen tapasztalatunk szerint is akár évenként is jelentősek lehetnek a különbségek.



4. ábra
Csapadékmennyiségek idősora

5.2. Talajnedvesség változásai

A talajnedvesség változásait – a talaj vízháztartását – leggyakrabban az ún. „csöbör” modellel szokták jellemezni. [Breuer, 2012]

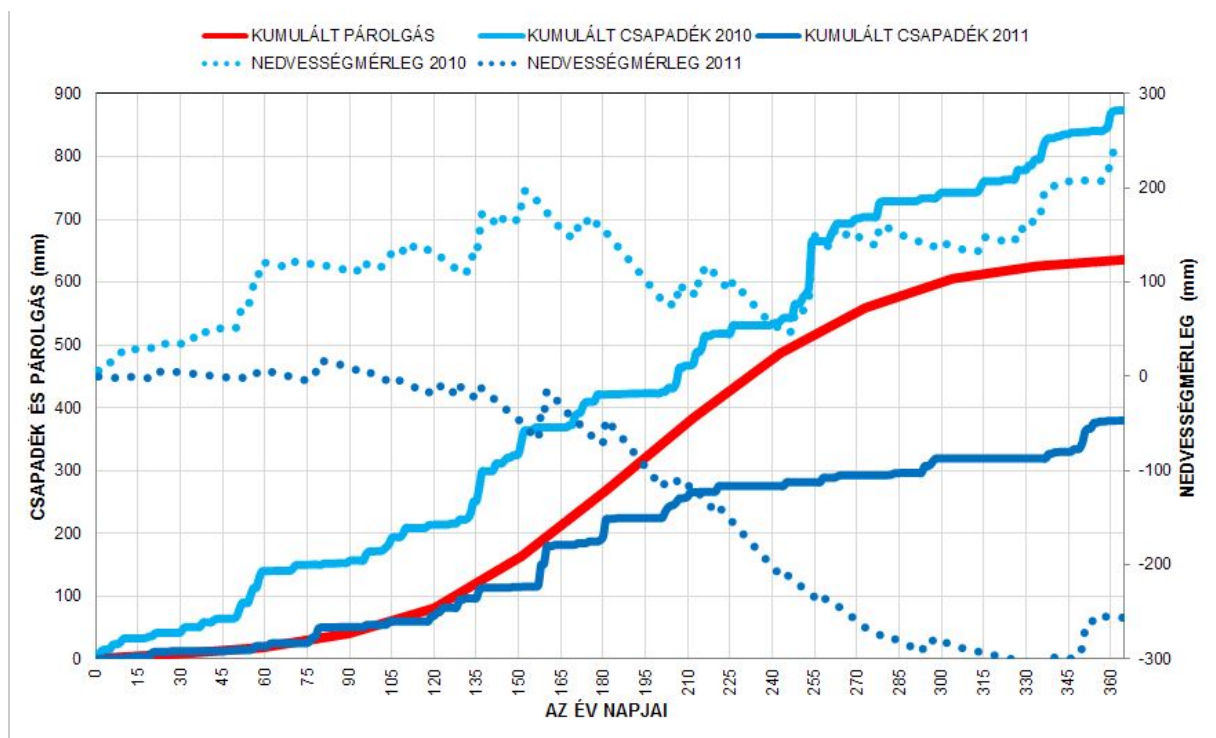
A modell lényege egy elképzelt talajhasáb, amelybe a csapadék egy része (a domborzati és a telítettségi állapotok függvényében) beszívárog, majd a párolgás és a párologtatás révén fokozatosan kiürül, esetlegesen a talajvízből tud még utánpótlást szerezni.

A párolgás és a párologtatás mértékének meghatározására több modell is rendelkezésre áll [van Gorp, 1995], ezek közül népszerű és elfogadott a Thornthwaite által meghatározott, [Gombosné, 2009] aki egy hőmérséklet és potenciális napfénytartalom függő lehetséges evapotranspirációt becsülő egyenletet dolgozott ki.

Ennek egy évre vonatkozó, a hazai viszonyok között átlagosnak tekinthető értékeit kiszámítottuk és a 5. diagramon ábrázoltuk.

Ugyanezen diagramon két év kumulált csapadékösszegét is feltüntettem és számoltam a csapadék és az evapotranspiráció különbségét, mint az aktuális nedvességmérleget.

Jól látható, hogy a nedvességmérlegek között nagyon nagy különbség van, a nagyon csapadékos évben folyamatosan pozitív, az aszályos évben pedig jellemzően negatív.



5. ábra
Talajnedvesség mérlegének alakulása

Nyilvánvaló, hogy a nedvességmérleg és a földmű merevsége között kapcsolat van és az is könnyen belátható, hogy azonos földrajzi pontok esetében (a „csöbör” helye nem változik, tehát a lefolyás értéke állandó, anyaga is azonos) a nedvességmérlegre elsősorban az észlelés időpontját megelőző időszak csapadékviszonyai gyakorolnak hatást.

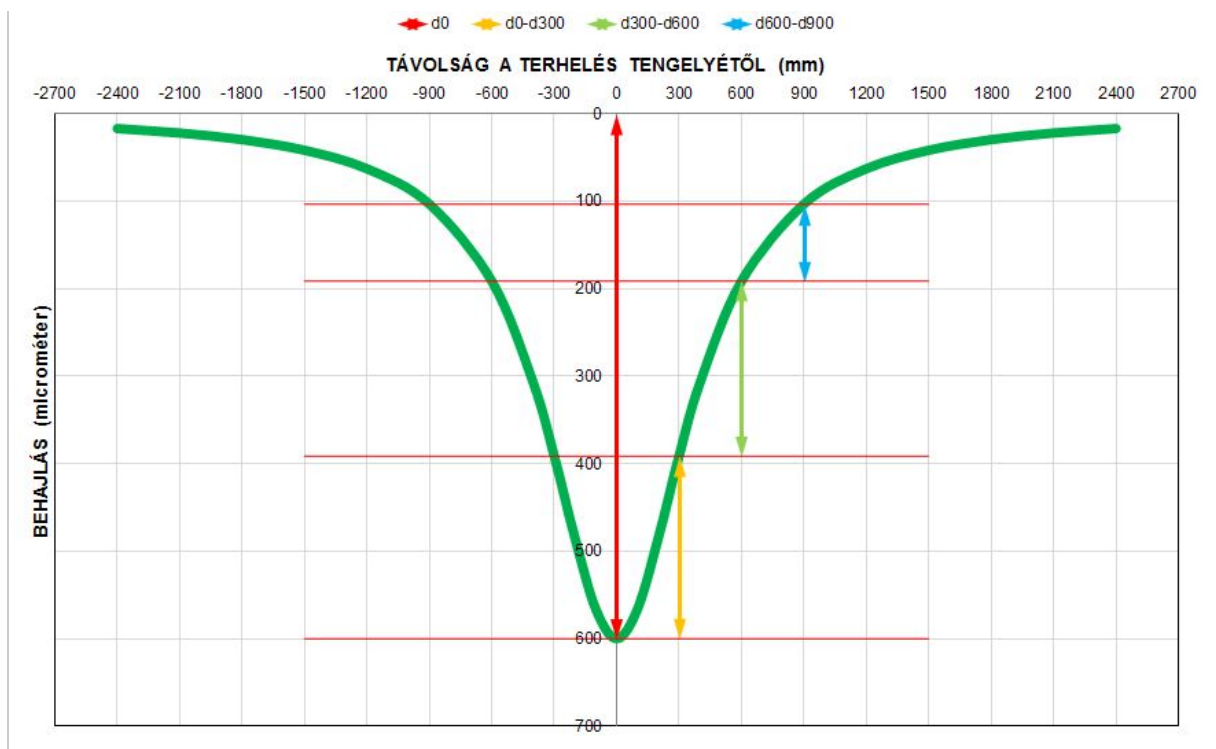
5.3. Kapcsolatok a behajlási teknő paramétereinek között

A behajlásmérések korai szakaszában is felmerült, hogy célszerű lenne megmérni a behajlást a kialakuló behajlási teknő több pontján is.

Rendszerszerűen a Lacroix berendezés volt hazánkban az első, amely a központi behajláson túl, a terheléstől 300, 600 és 900 mm távolságban is megmérte a behajlást.

Az ejtősúlyos berendezések elterjedésével a több ponton történő mérés általánossá vált és kialakult egy terminológia, amely a behajlási teknő „kitüntetett” pontjain mért behajlásokat, illetve azok különbségeit teknőparamétereknek nevezte el.

A következő diagramon néhány ilyen teknőparaméter értelmezése látható.



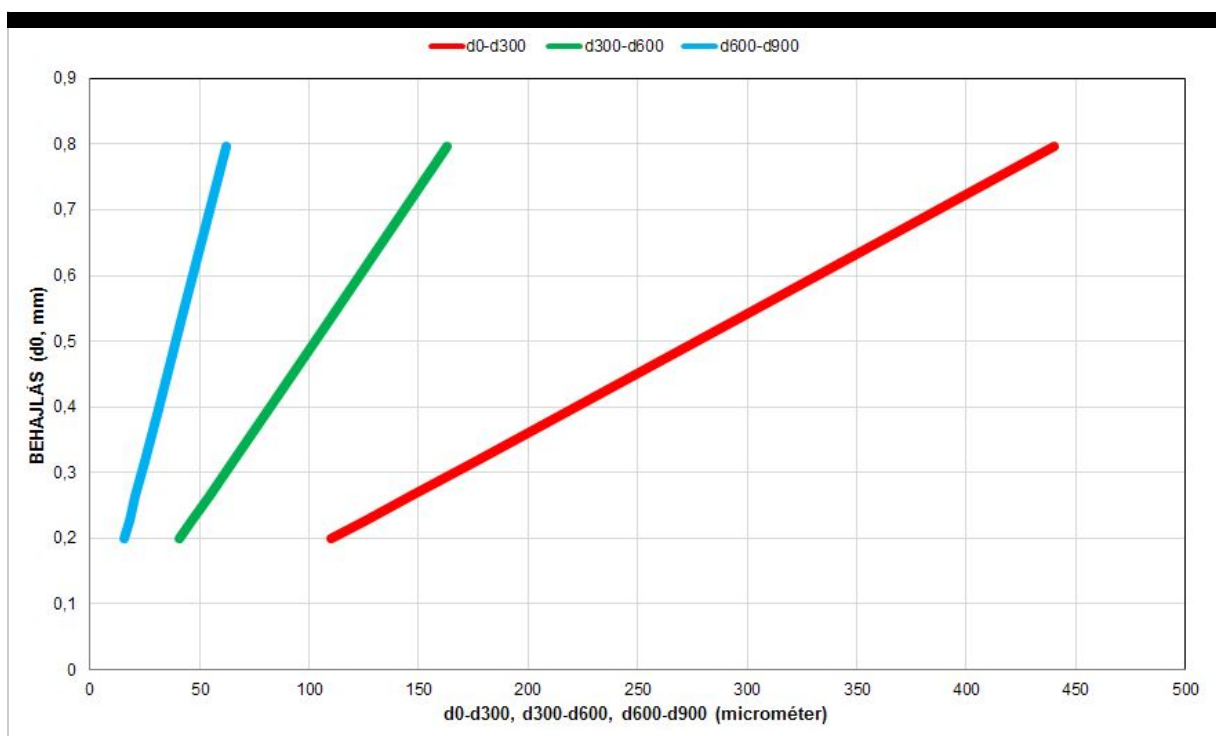
6. ábra
Behajlási teknő paramétere

A kiválasztások nem voltak teljesen önkényesek, mert – a behajlás különbségként felfogott teknőparaméterek nagysága jellemző a paramétert mélységben határoló távolságokkal jellemzett réteg szilárdságtani (merevségi) tulajdonságaira.

Így a $d_0 - d_{300}$ teknőparaméter alapvetően a kötött pályaszerkezeti rétegek, a $d_{300} - d_{600}$ és a $d_{600} - d_{900}$ teknőparaméterek a szemcsés rétegek és/vagy a földmű merevségére jellemzőek (minél kisebb az értékük, annál merevebbek).

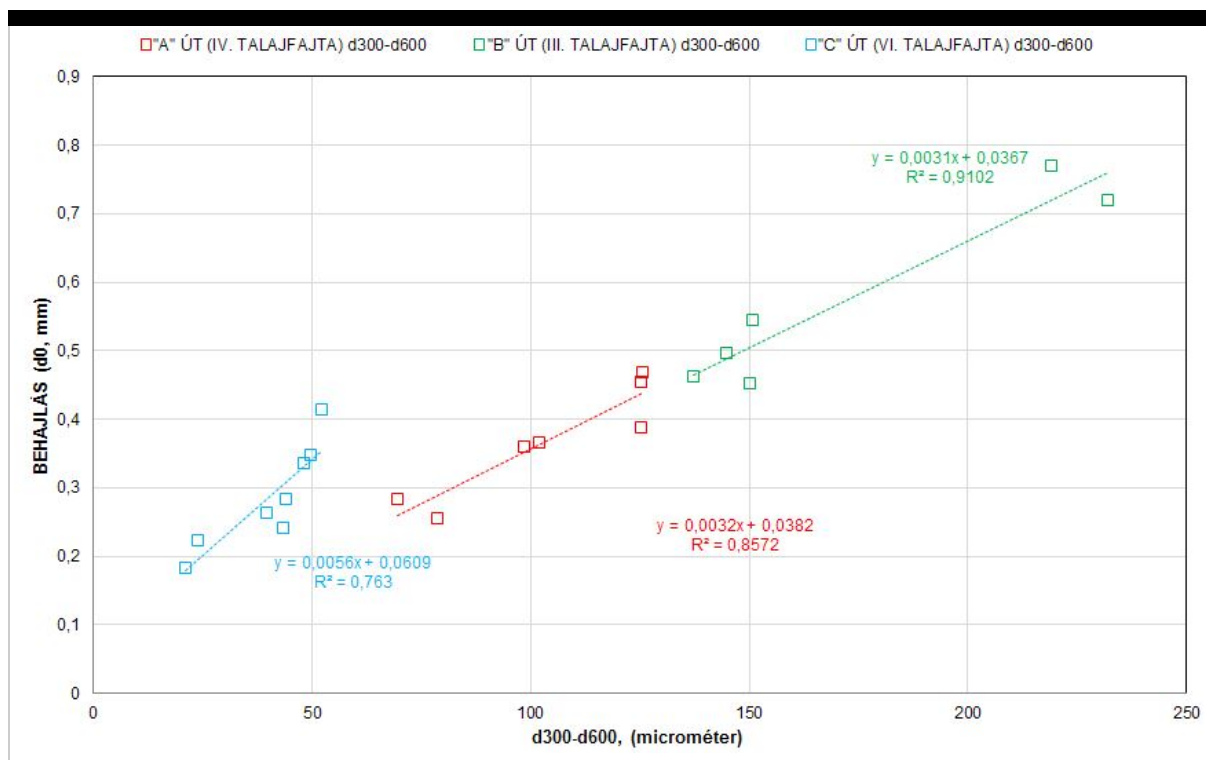
Nyilvánvaló, hogy a tényleges rétegvastagságok eltérhetnek ettől a felosztástól, de a gyakorlatban azért ezek is jól felhasználhatók.

Vizsgáljuk meg, hogy a Boussinesque szerinti végtelen féltérben [van Cauwelaert, 2003] hogyan függenek össze a teknőparaméterek.



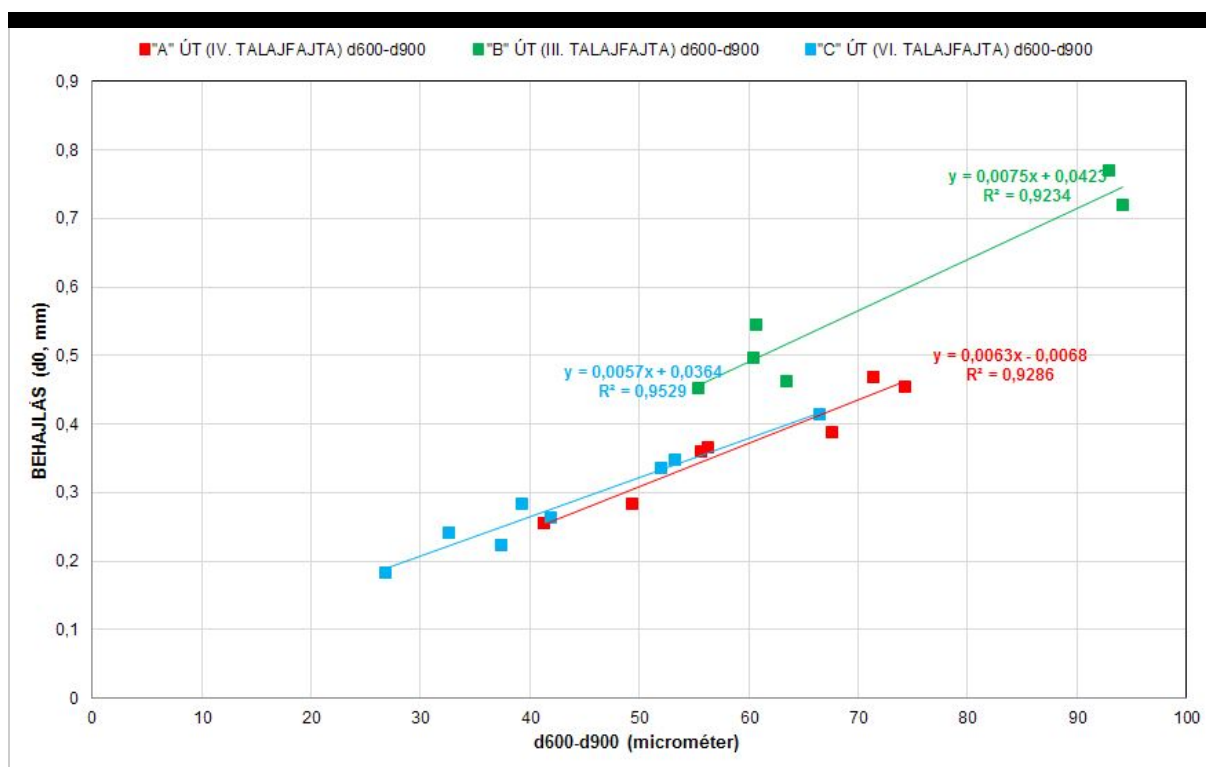
Tanulmányozva a diagramot, azonnal feltűnik, hogy a kapcsolat lineáris és függvényszerű, ebben nincs semmi meglepetés, a Boussinesque egyenletekből ez következik.

Vizsgáljuk meg ezután, hogy a három etalonzszakaszon hogyan alakultak ezek a kapcsolatok (a d_0 - d_{300} érték kapcsolatát nem vizsgáltuk, mert az főleg a kohézióval rendelkező rétegek hatását mutatja).



8. ábra

A központi behajlás függése a d_{300} - d_{600} teknőparamétertől



Tanulmányozva a diagramokat a következő megállapítások tehetők:

- egyrészt a valós (rétegzetten felépült) pályaszerkezetek esetében az elméleti tendencia meglehetősen hatásosan érvényesül
- másrészt a két független változó utanként eltérő szorosságú kapcsolatban van a központi behajlással, ez valószínűleg a kohézióval rendelkező rétegek merevségével függ össze.

5.4. A teknőparaméter függése a mérést megelőző időszak csapadékmennyiségétől

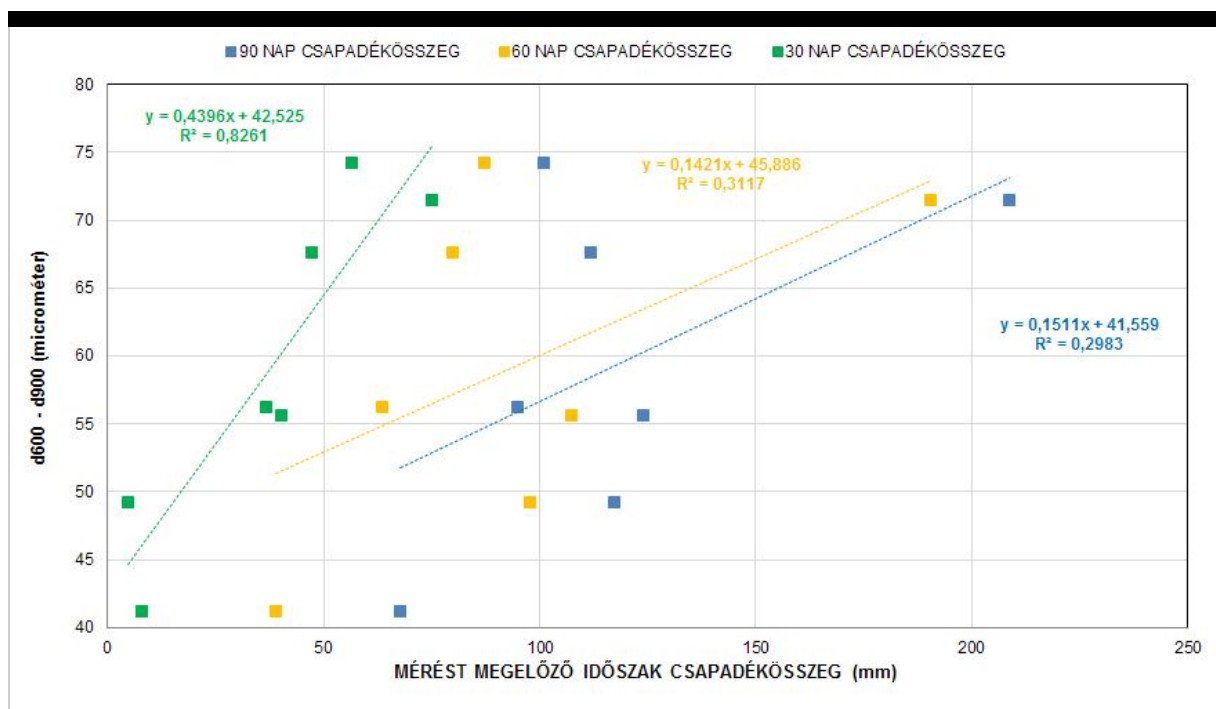
Az eddigiekből láthattuk, hogy a pályaszerkezet merevsége – a központi behajlással jellemezve – függ, utanként eltérő mértékben, de viszonylag magas determinációs együtthatóval – a behajlási teknőnek a pályaszerkezet alatti, a földmű állapotát jellemző teknőparamétertől.

A földmű merevségi állapota pedig egy adott helyen, kézenfekvő módon függ a mérést megelőző időszak csapadékvizonyaitól.

Vizsgáljuk meg ezek után, hogy az előző pontban legjobb kapcsolatot mutató d_{600} - d_{900} teknőparaméter milyen mértékben függ a mérést megelőző időszak csapadékmennyiségétől.

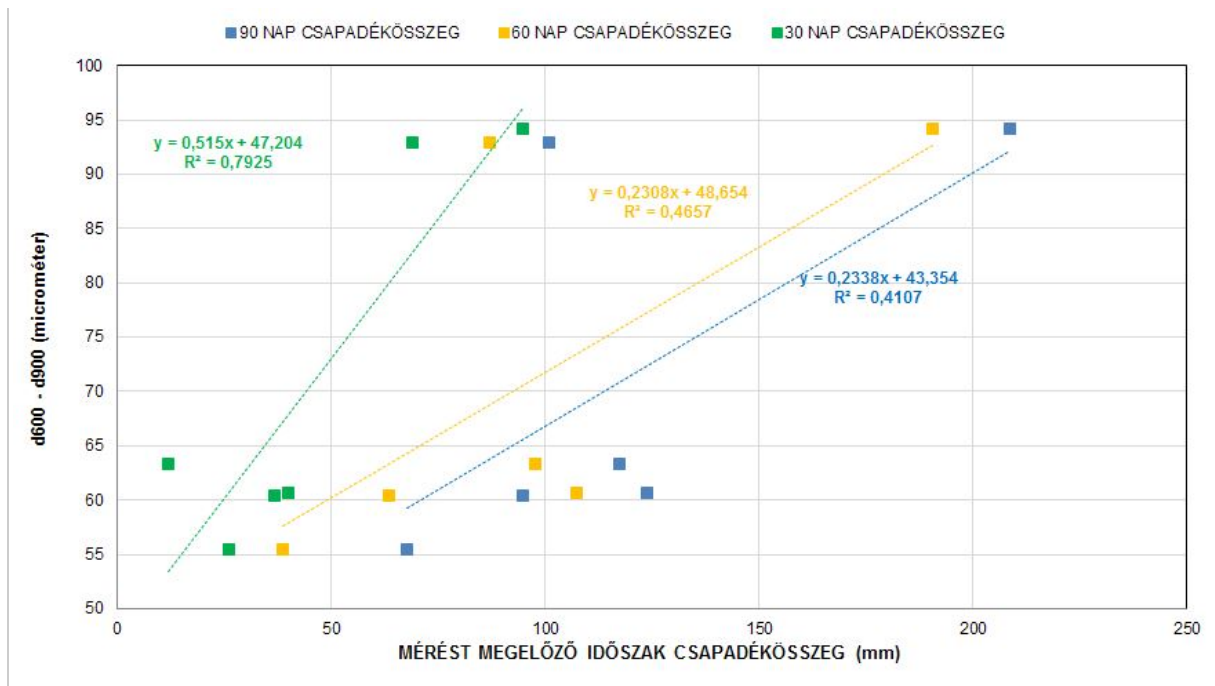
A csapadékmennyiségre vonatkozó adatokat a NOAA honlapján lehet elérni, egy nemzetközi szerződés eredményeként az OMSZ adatai ide kerülnek feltöltésre.

A csapadékmennyiségeket – a napi adatok összegzésével – a mérést megelőző 30, 60 illetve 90 nap időtartamra számítottuk ki.



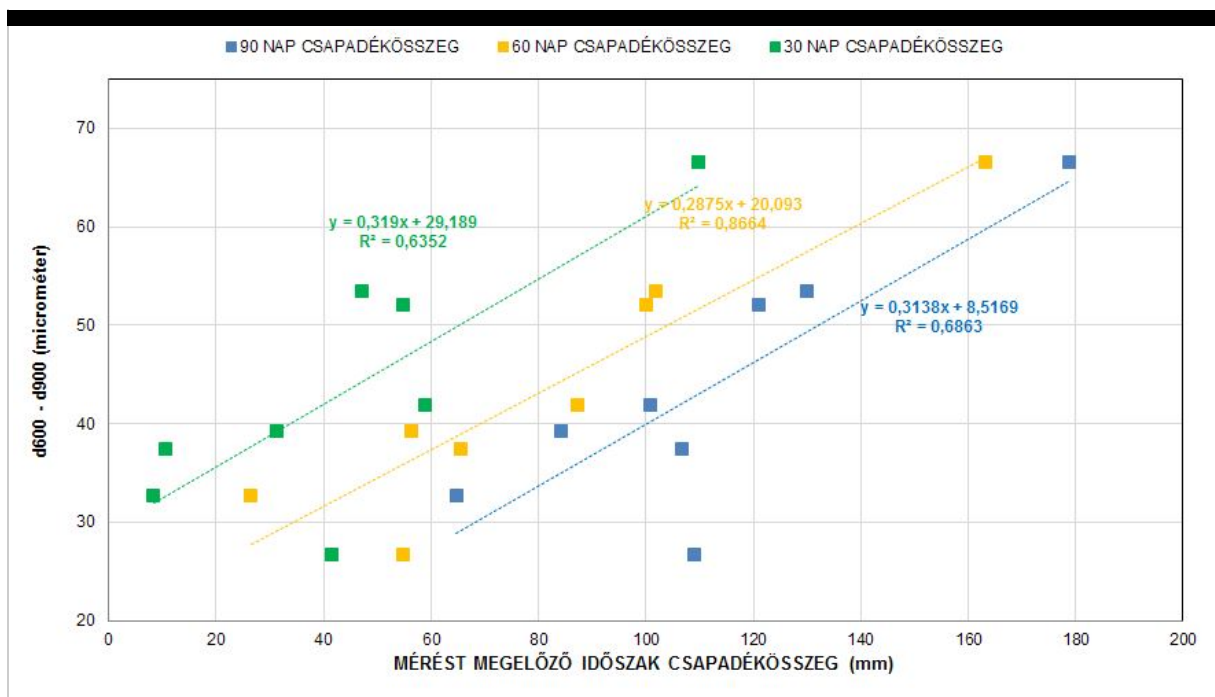
10. ábra

Teknőparaméter nagyságának függése a mérést megelőző időszak csapadékösszegeitől "A" út



11. ábra

Teknőparaméter nagyságának függése a mérést megelőző időszak csapadékösszegeitől "B" út



12. ábra

Teknőparaméter nagyságának függése a mérést megelőző időszak csapadékösszegeitől "C" út

Megvizsgálva a diagramokat, jól felismerhető, hogy a nagyobb csapadékmennyiséghez (függetlenül az aggregálási időszak hosszától) nagyobb teknőparaméter értékek, azaz kisebb földmű merevségek tartoznak. Természetesen nem tudjuk, hogy a csapadékmennyiségből mennyi, ami a tényleges földmű nedvességtartalmat befolyásolja, de a „csőbőr” modellből feltételezhető, hogy azonos helyen a tényleges csapadék közel azonos részaránya vesz ebben a folyamatban részt.

A nagyobb csapadékösszeg – nagyobb teknőparaméter tendencia mindenesetre fizikailag teljesen helytálló.

A nedvességtartalom további változása nagymértékben a párolgás – párologtatás következménye, ez pedig kicsit leegyszerűsítve az idő függvénye, következésképpen, ha nincs újabb csapadék, a nedvességtartalom csökken.

A csökkenés sebességét pedig jelentősen befolyásolja a földmű anyaga, félesége, nyilván egy szemcsés talaj

esetében a folyamat gyorsabb, mint az egyre kötöttebb talajfajták esetében.

A diagramok ezt elég határozottan mutatják, az „A” és „B” útszakasz hivatalos talajfajtája szemcsés, illetve kismértékben kötött, míg a „C” út talajfajtája közepesen kötött.

Jól megfigyelhető, hogy ezzel összhangban az „A” és „B” útszakasznál a 30 napos csapadékösszeg esetében van a legjobb egyezés, míg a „C” szakaszon ugyan a 60 napnál, de a másik két időtartam esetében is elég erős a kapcsolat.

Mindenképpen megjegyzendő, hogy mindhárom útszakasz lényegében terepszinten halad (mint az országos közúthálózat döntő része), magas töltések esetében valószínűleg egyéb tényezők hatása is befolyásolhatja a viselkedést.

Mindenesetre könnyen belátható, hogy kellően hosszú idősorok rendelkezésre állása esetén a mértékadó behajlásérték viszonylag egyszerűen számítható.

Itt mindenképpen megjegyzendő, hogy Dr. Boromisza Tibor szíves közléséből tudható, hogy sok évtizeddel ezelőtt Dr. Tóth Ernő vizsgálta az agrometeorológiai okokból gyűjtött talajnedvesség adatok és a behajlásértékek kapcsolatát, tehát az alapvető felismerés sokkal korábbi, mindenesetre a fejlett mérési módszerek és az informatikailag könnyen kezelhető adatbázisok ezt a kapcsolatot a mai nemzedéknek könnyebben meghatározóvá tehetik.

6. Összefoglalás

A dolgozatban röviden bemutattuk, hogy a behajlási adatok mértékadó értékre történő átszámítását az eddig használt eszközök csak jelentős hibával terhelten teszik lehetővé.

A már rendelkezésre álló és a jövőben szaporodó behajlásmérési adatok idősor elemzésével viszonylag egyszerűen és valószínűleg kellő pontossággal lehet a korrekciót végrehajtani.

7. Irodalomjegyzék

Dr. Boromisza Tibor: Útburkolatok behajlása, Mélyépítéstudományi Szemle 1959. december

Dr. Boromisza Tibor: Útpályaszerkezetek dinamikai teherbírásméréseinek bevezetése, Közlekedésépítés- és Mélyépítéstudományi Szemle, 1993. szeptember

Dr. Boromisza Tibor: „Gondolatok a gondolatokhoz (hozzászólás Nagy Sándor cikkéhez)” Közúti és Mélyépítési Szemle, 2009. április

Breuer Hajnalka: A talaj hidrofizikai tulajdonságainak hatása a konvektív csapadéokra és a vízmérleg egyes összetevőire: meteorológiai és klimatológiai vizsgálatok Magyarországon, PHD disszertáció, 2012

Gombosné Nagy Ildikó: A hajdúsági löszhát vízkészletgazdálkodási fejlesztésének térinformatikai értékelése, PHD értekezés, 2009

Dr. Horváth Ferenc, Türk István: A vasúti alépítmény állapota és méretezése, Sínek világa , 2008/3–4

Közlekedéstudományi Intézet: Útgazdálkodási célú etalonszakasz megfigyelés, Kézirat, 2012

Magyar Közút Zrt – Magyar Útügyi Társaság: Fenntartható utak. Kézirat, 2013

Magyar Útügyi Társaság: A teherbírás osztályzatok hátralévő élettartam alapján történő kiszámítása a dinamikus behajlásmérési adatokból. Kézirat. 6512.42/2008 nyilvántartási szám. MAÚT munkabizottság Budapest, 2009. december.

Nagy Sándor, „Gondolatok az Útpályaszerkezetek teherbírása: hazai és külföldi eredmények és problémák című cikkhez”, Közúti és Mélyépítési Szemle, 2008. december

O. Talvik, A. Aavik: Determination of limit values for fwd deflection basin parameters (SCI, BDI, BCI) for pavement condition assessment

Tóth József: Az országos közúthálózaton végzett (KUAB) dinamikus teherbírásmérések eredményeinek kiértékelése (1993 – 2005) Magyar Közút Állami Közútkezelő, Fejlesztő, Műszaki Információs Közhasznú Társaság, Budapest, Kézirat, 2006.10.01.

P. Ullidtz: Modelling Flexible Pavement Response and Performance, 1998

ÚT 2-1.202:2005 [e-UT 06.03.13] Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése

F. van Cauwelaert Pavement design and evaluation, The required mathematics and its applications Federation of the Belgian Cement Industry, 2003

C. van Gorp: Characterization of seasonal influences on asphalt pavements with the use of falling weigh deflectometers, PHD disszertáció, Delft 1995

Adatok

Megjelent itt

3. szám

2014. tavasz



Szerző

Karoliny Márton

Okleveles építőmérnök, szakmérnök, mérnök-közgazdász. A MAUT Útpályaszerkezetek szakbizottság elnöke, jelenleg aktív, szakmai tanácsadással foglalkozó nyugdíjas.

Témakörök

Útépités

Kulcsszavak

behajlás • csapadék • korrekciós eljárás

Befogadva

2014. július 4.

Hozzászólás

* Név	<input type="text"/>
* Email	<input type="text"/>
Honlap	<input type="text"/>
Hozzászólás	<input type="text"/>
<input type="button" value="Hozzászólás elküldése"/>	

[Bejegyzések](#)

[Galéria](#)

[Impresszum](#)

[Interjúk](#)

[Könyvajánló](#)

[Témakörök](#)

© **Copyright Útügyi Lapok** 2013 • *Minden jog fenntartva.*

