

Útpályaszerkezetek homogén szakaszképzésének tapasztalatai

Szerző(k) **Szentszéki Ipolya**

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 azonos 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 behajlásmérés képezi. A burkolat teherbíró-képességének megállapítására az előírás elsősorban a Benkelman-féle behajlásmérőt 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.

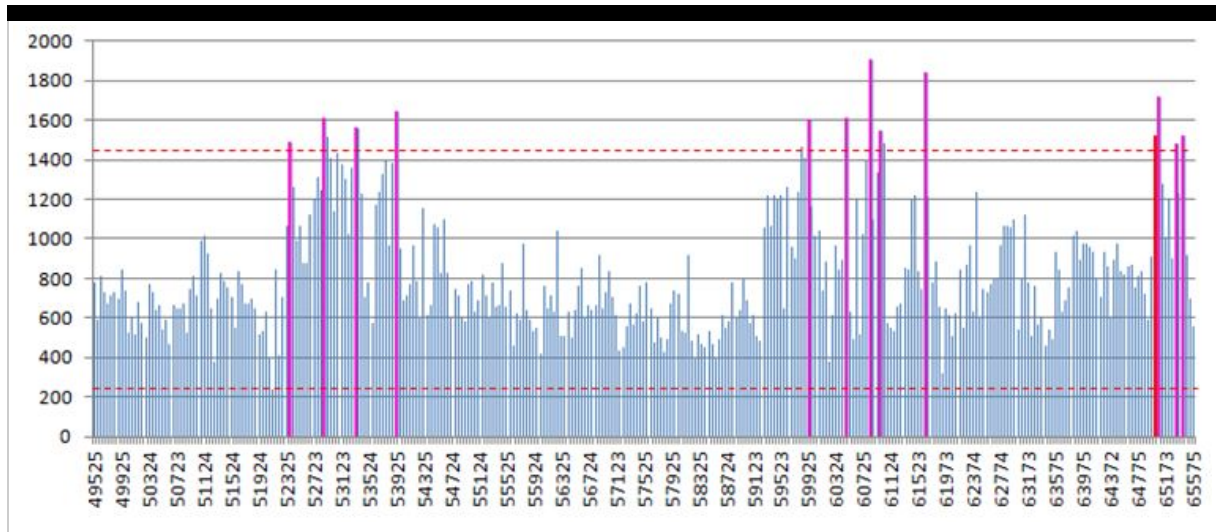
Az alábbi példa egy 4 számjegyű út 16,1 km-es szakaszának homogén szakaszokra bontását mutatja be. A központi behajlások átlaga a kiugró értékek kiszűrése előtt 823 μm -re adódott. Az értékek szórása 301 lett, az adatsor variációs tényezője 0,37. Az előírásunknak megfelelően kihagyásra kerültek azok 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

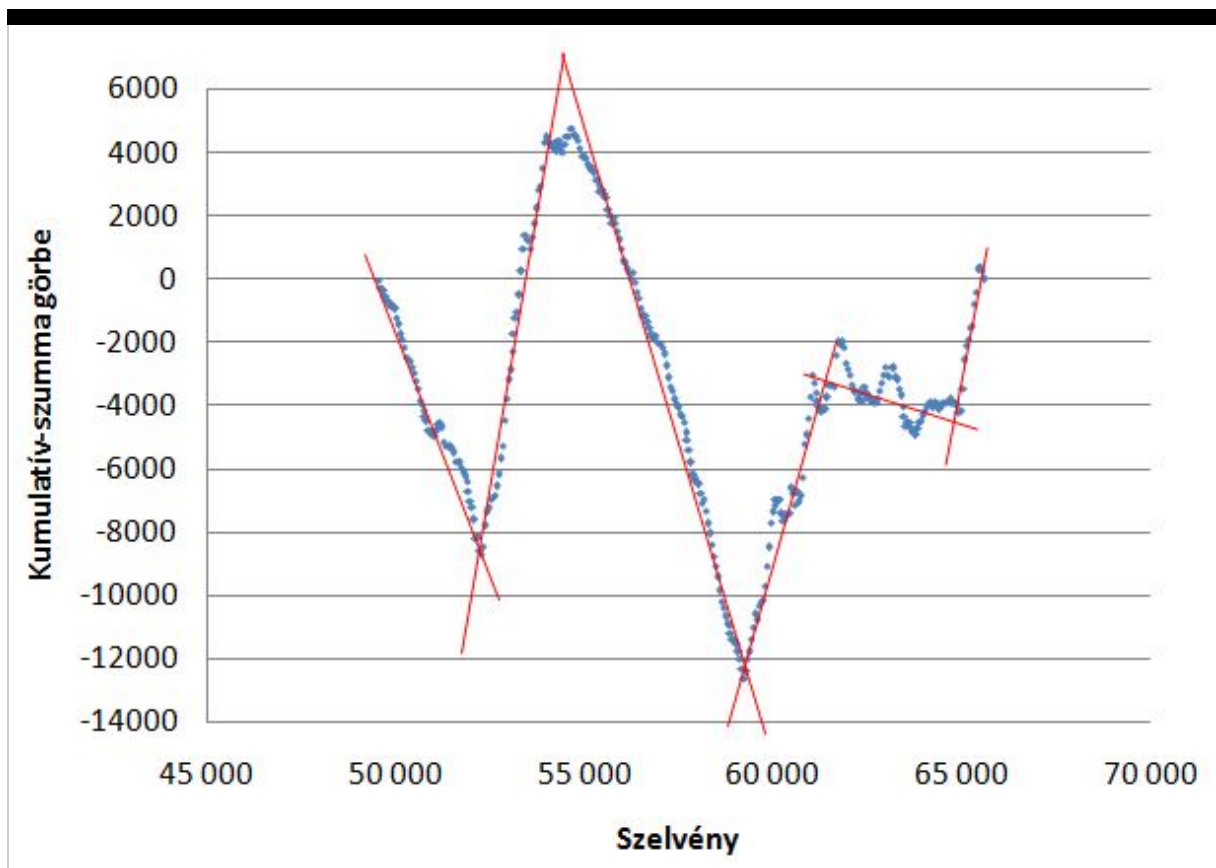
mérési eredményeket. A bemutatott példában most csak olyan kiugró értékek vannak jelölve, amelyek az értékek átlagát kimagaslóan meghaladják, tehát túllépik a megengedett felső határt. Az adatsor 321 db mérési eredményt tartalmazott, a megengedetttől 15 érték tért el, ami azt jelenti, a mért adatok 5 %-át elvesztettük. Arra nem lehet iránymutatást adni, hogy egy adatsorból átlagosan 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.



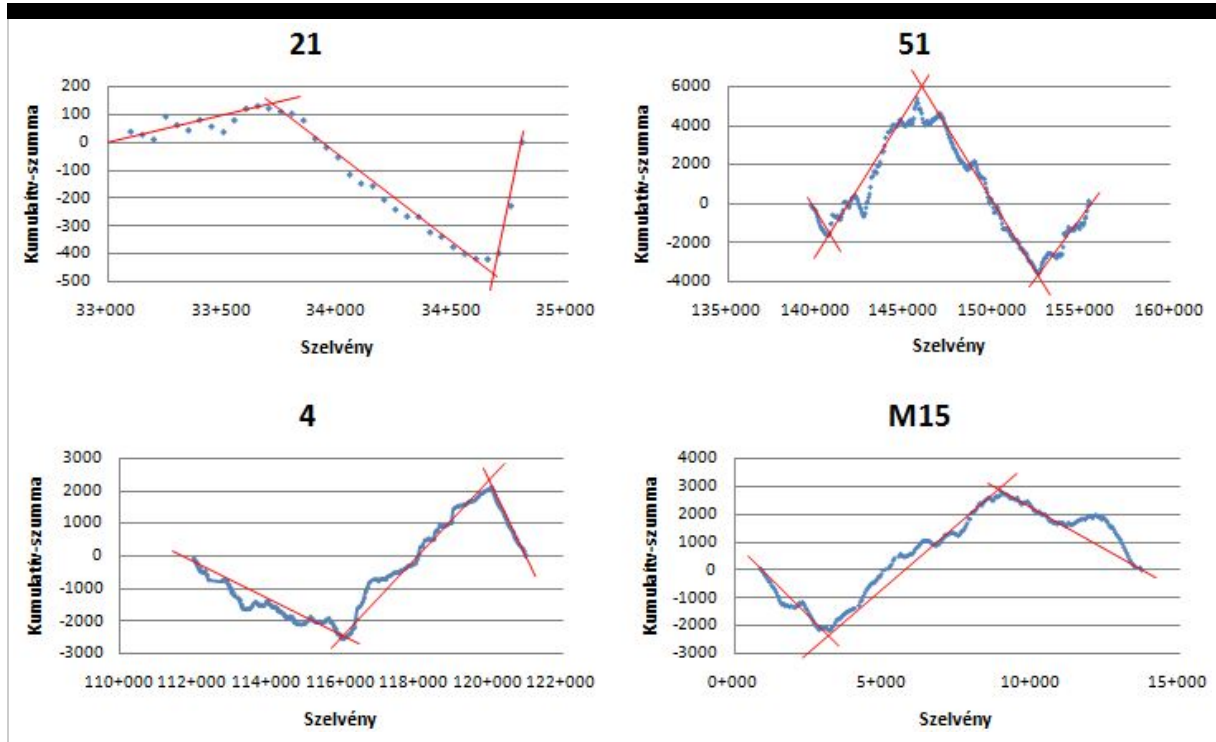
1. ábra

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:

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

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

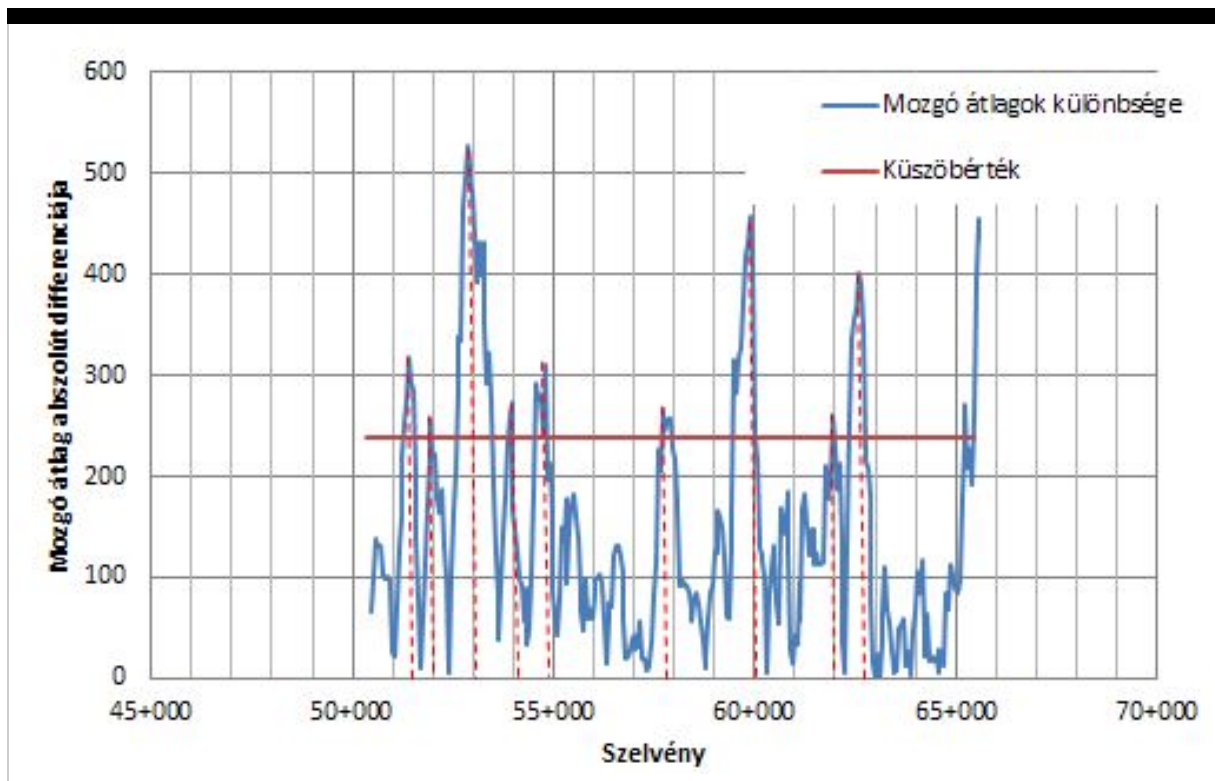
ahol,

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.

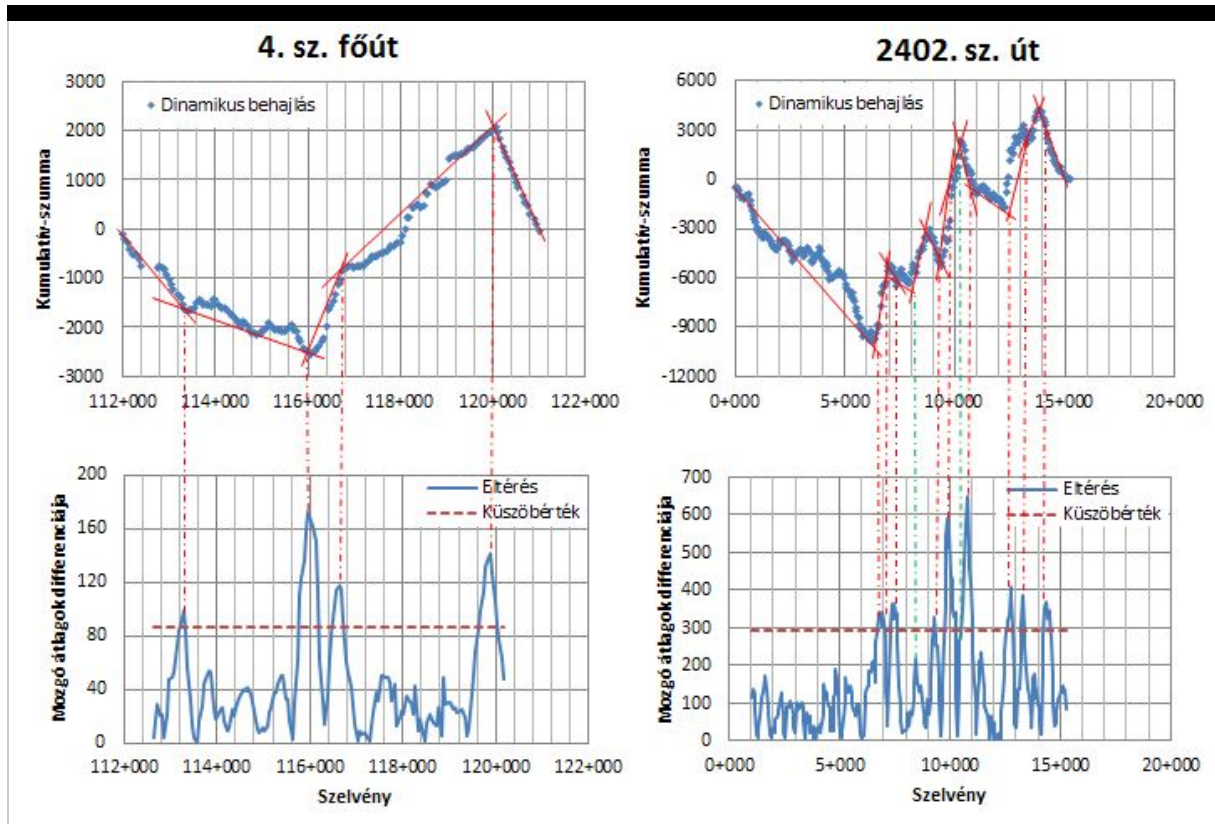


4. ábra

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 szelvényre 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

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

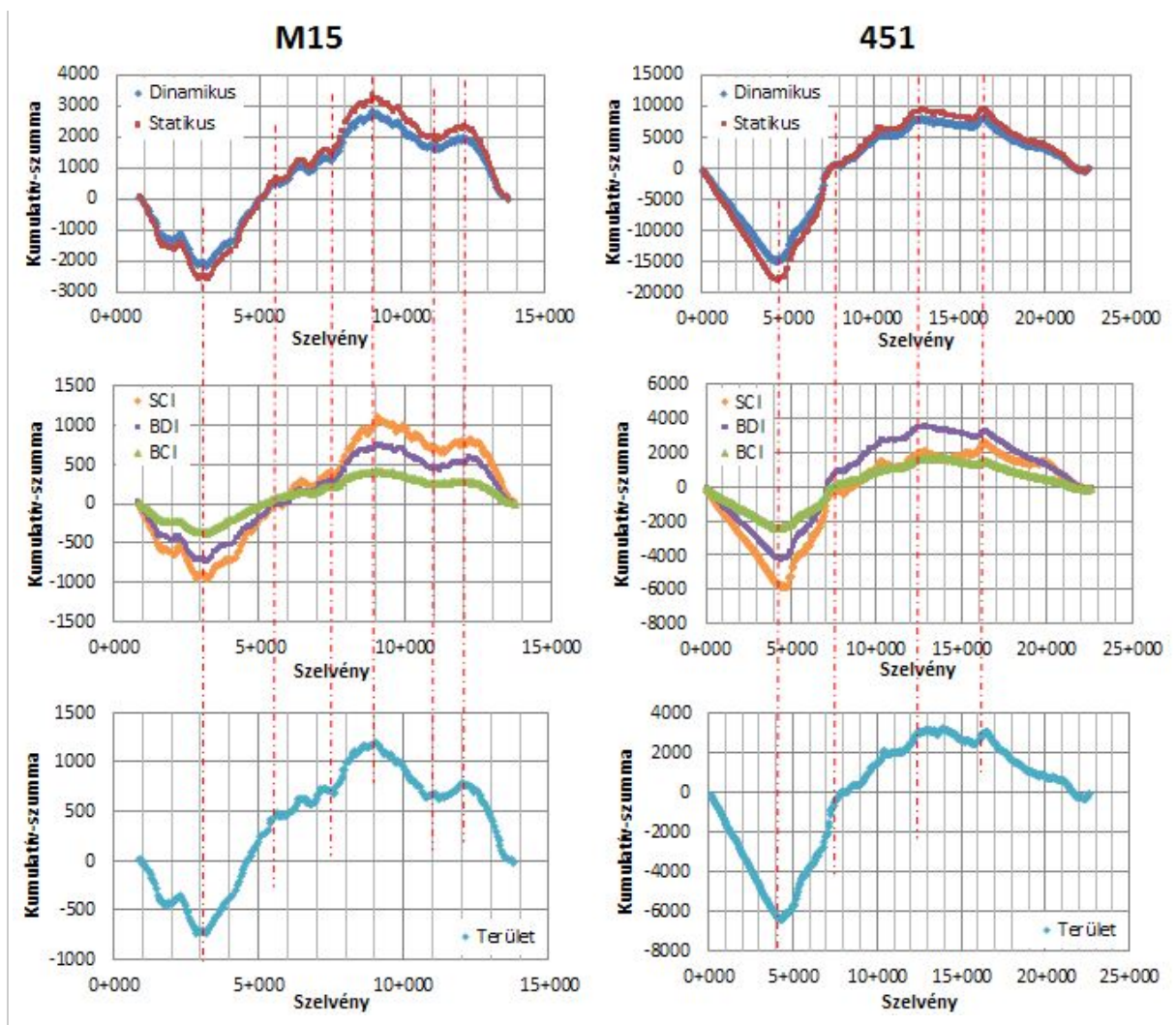
- Alap görbületi index

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

- 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-szomma, 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](#)

