

## Magyarországi gyalogos és kerékpáros balesetek elemzéseinek módszerfejlődése

Baranyai Dávid\* Dr. Mándoki Péter\*\*  
Dr. Kővári Botond\*\*\* Dr. Török Ádám\*\*\*\*

- \* BME Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszék, Budapest  
(e-mail: baranyai.david@mail.bme.hu)
- \*\* BME Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszék, Budapest  
(e-mail: mandoki@kku.bme.hu)
- \*\*\* BME Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszék, Budapest  
(e-mail: bkovari@kgazd.bme.hu)
- \*\*\*\* BME Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszék, Budapest  
(e-mail: atorok@kgazd.bme.hu)

---

Absztrakt: Az Európai Unió közösségi közlekedéspolitikájának egyik fő célja: a közúti baleseti halálozás 2050-re szinte nullára kell csökkenteni. E céllal összhangban az Európai Unió arra törekszik, hogy 2020-ra felére csökkenjen a közúti halálesetek száma, a 2010-es értékhez képest. Az elmúlt 6 évet tekintve a személyesérüléses gyalogos balesetek száma 2012-ig csökkenő tendenciát mutatott, majd egy kismértékű emelkedés figyelhető meg. A kerékpárosok száma a közúti forgalomban nagymértékben emelkedett, emelkedik. Emiatt a kerékpáros balesetek száma is nő. Különös figyelmet kell fordítani azokra a helyekre, ahol az elmúlt években több ilyen eset is történt, ezért cikkünkben Magyarország gyalogos és kerékpáros baleseteinek góchelyeit szeretnénk elemezni.

---

### 1. BEVEZETÉS

Az alábbi cikkben a magyarországi gyalogos és kerékpáros balesetek góchelyképződését vizsgáltuk. Ennek alapját a mozgóablakos módszer illetve a klaszteranalízis képezte, ezért először bemutatjuk a fenti eljárások elméleti hátterét.

Gócpont: olyan jól körülhatárolható pontszerű helyszín, közúthálózati elem (csomópont, vasúti átjáró, veszélyes ív, stb.), ahol a balesetek hozzárendelhetők az adott forgalomtechnikai kialakításhoz, annak szűkebb környezetéhez.

Gócszakasz: a közúthálózat nem pontosan meghatározható (változó) hosszúságú szakaszai, ahol a balesetek nem köthetők konkrét helyekhez, azok geometriai, forgalomtechnikai kialakításához.

Gócgyanús helyek: az út többi részéhez képest a közlekedő számára nagyobb baleseti vagy sérülési kockázatot jelent a baleseti gócgyanús helyen való áthaladás. Más-más kritérium alapján határozzuk meg a gócgyanús helyet lakott területen belül és lakott területen kívül. (Baranyai, Sipos, 2012) (Baranyai, Sipos, 2015)

*Lakott területen belül:*

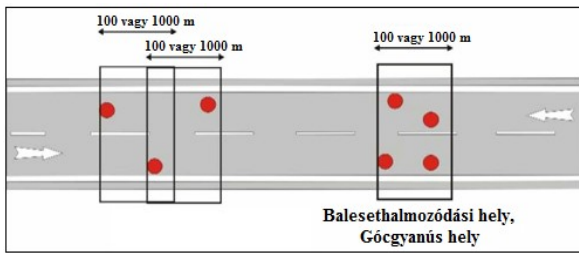
Egy csomópontot vagy egy legalább 100 méter hosszú szakaszt gócgyanús helynek nevezünk, ha 3 év alatt legalább négy személyesérüléses baleset történt.

*Lakott területen kívül:*

Egy 1000 méter hosszú szakaszt gócgyanús helynek nevezünk, ha 3 év alatt legalább négy baleset történt, amely személyesérüléssel járt.

Régen a számítógépek „fejletlensége” idején a góchelyek keresése méretarányos baleseti ponttérkép vagy adatlista segítségével, ún. ablaktechnikával történt. Ez annyit jelentett, hogy készítettek egy méretarányos térképet, amelyen pontok formájában bejelölték a baleseteket és egy 100 vagy 1000 méter szélességű "ablakot" végighúztak rajta. Így kiszűrhető, hogy 100 vagy 1000 méteren belül hány baleset történt. Ez az 1. ábrán látható. Ma a góchelyek gyorsabb és hatékonyabb azonosítása érdekében számítógépes adatkezelő programokat alkalmaznak, melyek a klaszterelemzés vagy a parciális területi autokorreláció statisztikai eljárásait alkalmazzák. (Hózs, 2005)

Ebben a közúti közlekedési baleseti góchelyek feltárásnak módszereit vizsgáljuk meg, különös tekintettel a mozgóablakos módszer és a klaszteranalízisen alapuló módszer alkalmazási lehetőségeit.



1. ábra - 3 év személyesérüléses baleseteinek vizsgálata lakott területen belül/kívül

(Hóz, 2005 alapján, saját szerkesztés)

## 2. MÓDSZERTAN - KLASZTER ANALÍZIS, MINT GÓCKUTATÁS

A klaszterelemzés a többváltozós statisztikai eljárások egyik kedvelt módszere. Egy olyan dimenziócsökkentő eljárás, amellyel adattömböket – megfigyelési egységeket – tudunk viszonylag homogén csoportokba sorolni, klasszifikálni. Ezeket a csoportokat nevezzük klasztereknek (Petrovics, 2010). Az egyes klasztereken belüli adatok valamilyen dimenzió szerint hasonlítanak egymáshoz, és e dimenzió mentén különböznek a többi klaszter elemeitől. A csoportosítás alapját különböző távolság- vagy hasonlóságmértekek képezik. Az általunk vizsgált baleseteket a gócgyanús hely definíciójában ismertetettek alapján csoportosítottuk távolság alapján.

A klaszterelemzés csakúgy, mint a diszkriminancia-analízis, csoportosítással foglalkozik. A két módszer közötti különbség azonban az, hogy míg a diszkriminancia-analízis megköveteli a klaszterbe tartozás előzetes ismeretét, s ez alapján mindegyik megfigyelési egységre vagy esetre csoportosító szabályt alakít ki, addig a klaszterelemzésnél nem rendelkezünk előzetes információval egyetlen megfigyelési egyed csoportba tartozásáról sem. A csoportok nem adottak előre, hanem az adatok alapján alakítja ki a módszer azokat. A klaszteranalízis segítségével nemcsak a megfigyelési egyedeket tudjuk csoportosítani, hanem változócsoporthoz kialakítására is lehetőség van. (Naresh, Simon, 2009) Ezen érvekből kiindulva találtam alkalmasabbnak a klaszterelemzés alkalmazását az általam vizsgált góchely kereséshez.

### 2.1. A klaszteranalízis alkalmazási területei (Naresh, Simon, 2009)

- biológia: pl.: növény- és állatközösségek csoportosítása
- társadalomtudomány: pl.: piacszegmentálás, új termék lehetőségeinek feltárása
- informatika: pl.: képfeldolgozás,
- közlekedéstudomány: pl.: én a góchelykutató területén tudtam alkalmazni

### 2.2. A klaszterelemzés menete (Naresh, Simon, 2009)

- a probléma megfogalmazása
  - a távolság vagy hasonlósági mérték kiválasztása
  - a klasztermódszer kiválasztása
  - döntés a klaszterek számáról
  - a klaszterek értelmezése és jellemzése
  - a klaszterelemzés érvényességének ellenőrzése
- ### 2.6 Szállítási módok összehasonlítása

#### 2.2.1 A probléma megfogalmazása:

A probléma megfogalmazásának során adjuk meg, hogy mely változók szerint történjen a csoportok kialakítása. Ez azért nagyon fontos lépése az elemzésnek, mert egyetlen nem megfelelő változó bevonása is ronthat a bevonása nélkül egyébként megfelelő csoportosításon. A változók kiválasztása történhet korábbi kutatások, vizsgálandó hipotézisek eredménye alapján. Feltáró kutatások esetében saját döntésünkre és intuíciónkra kell támaszkodnunk.

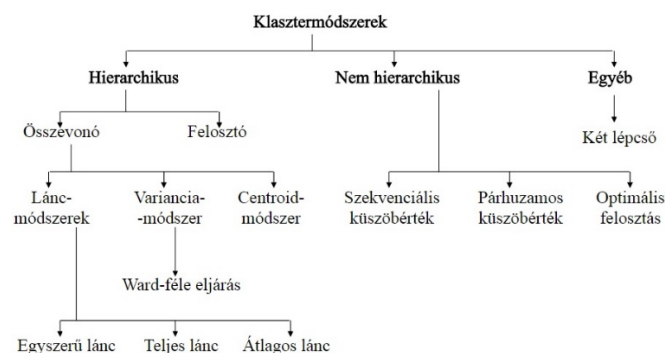
#### 2.2.2. A távolság vagy hasonlósági mérték kiválasztása

Ahhoz, hogy a hasonló megfigyelési egységek egy csoportba kerüljenek, szükség van valamilyen mérőszámra, azaz a hasonlóság vagy a különbség számszerűsítésére. Az egymáshoz hasonlóbb megfigyelési egyedek között kisebb a távolság, mint azok között, melyek kevésbé hasonlóak. Két megfigyelési egyed távolságát sokféleképpen számíthatjuk ki (Naresh, Simon, 2009). A leggyakoribb mértékek a következők, (Naresh, Simon, 2009):

- euklideszi távolság
- négyzetes euklideszi távolság
- Manhattan-távolság vagy abszolút eltérés
- Mahalanobis-távolság
- Hamming-féle távolság
- Pearson-távolság
- négyzetes Pearson-távolság
- Csebisev-távolság

### 3. ELEMEZÉS MENETE

#### 2.2.3. A klasztermódszer kiválasztása



2. ábra – Klaszterek kiválasztása

(forrás: Kovács, 2014)

#### 2.2.4. Döntés a klaszterek számáról

A nem hierarchikus klaszterelemzésnél igen lényeges a klaszterek számának helyes megválasztása. Ennek érdekében képezni kell a csoportok belső és a külső variációjának hányadosát a klaszterek számának függvényében. Az a pont utal a megfelelő klaszterszámra, amely után éles ugrás következik a belső-külső variancia arányában.

Hierarchikus klaszterelemzés esetén a klaszterek összevonásának történetéből, az összevonási sémából (dendrogram) következtethetünk a klaszterek számára. Azon klaszterek összevonása már nem szükséges, melyek közti távolság feltűnően nagy. (Naresh, Simon, 2009) (Kovács, Balogh; 2007)

#### 2.2.5. A klaszterek értelmezése, jellemzése

A klaszterek értelmezését, jellemzését a centroidjaik elemzésével végezzük el. A centroidok lehetővé teszik, hogy minden klaszterhez egy nevet illesszünk. Gyakran segít a jellemzésben olyan változók bevonása is, amelyeket nem használtunk fel az elemzésben. (Naresh, Simon, 2009) (Kovács, Balogh; 2007)

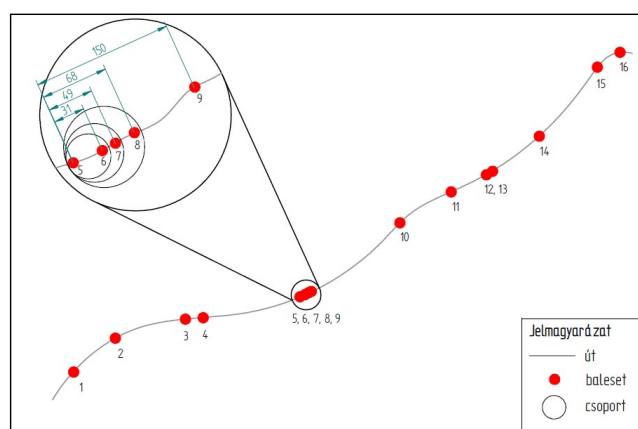
#### 2.2.6. A klaszterelemzés érvényességének ellenőrzése

Egy előre adott osztályozás, csoportosítás jóságának mérésére többféle módszer is rendelkezésünkre áll. Mérhetjük a modell hitelességét, pontosságát stb. Ugyanígy a klaszteranalízis eredményeként kapott csoportok jósága is mérhető. Ezek az osztályok azonban csak a mi szemünkben léteznek. Az első fő kérdés az, hogy miért hoztuk létre ezeket az osztályokat, milyen szempontok vezéreltek bennünket, amikor a klaszteranalízis módszerét választottuk. (Kovács, Balogh; 2007) (Obádovics; 2009) Esetünkben a balesetek térbeli távolsága alapján szeretnénk csoportokat képezni.

A probléma megfogalmazása: a vizsgált baleseteket a köztük levő térbeli távolság alapján csoportosítottuk.

A távolság vagy hasonlósági mérték kiválasztása: esetünkben a távolsági mértékeket a balesetek szelvény számaiból számoltuk. Két baleset közötti „hasonlóságot” a szelvény számaik különbségének az abszolút értéke adta.

A klasztermódszer kiválasztása: mi egy hierarchikus, agglomeratív (összevonó), lánc-módszert alkalmaztunk, azon belül is a teljes lánc módszert. Azért erre a módszerre esett a választásunk, mert amennyiben két baleset (3. ábra 5 és 6-os számú baleset) egymáshoz képest 100 méteren belül történt (belterületen), akkor a következő balesetet (3. ábra 7-es számú baleset) a két elemszámú csoport első eleméhez (3. ábra 5-ös számú baleset) viszonyítjuk, nem az utolsóhoz (3. ábra 6-os számú baleset).



3. ábra – Mintapélda a klaszterezés értelmezéséhez  
 (forrás: saját szerkesztés)

Döntés a klaszterek számáról: esetünkben a klaszterek számának alakulása nem befolyásolja az elemzésünk kimenetelét, ezért a góchelyek száma „végtelen nagy” lehet.

A klaszterek értelmezése és jellemzése: jelen cikkben a góchelyeket egy-egy azonosítószámmal láttuk el (1, 2, 3, ...).

A klaszterelemzés érvényességének ellenőrzése: jelen cikkben a balesetelemzésnél a klaszterek érvényességének ellenőrzését később taglaljuk.

### 4. EREDMÉNY

Jelen cikkben a góchely keresés technikáját kifejezetten csak a gyalogos és kerékpáros balesetek tekintetében alkalmaztuk, a 2012-2014-es balesetekre. Külterületen az összes útkategóriával foglalkoztunk, míg belterületen csak az átkelési szakaszokkal. Az átkelési szakaszok a városi közlekedés különleges helyei, ahol két teljesen eltérő funkció találkozik egymással: a nagy mobilitási funkciójú átmenő forgalom keresztezi az erős kiszolgáló funkcióval rendelkező városrészt, településközpontot (Kisgyörgy, 2014).

A baleseti adatok elemzésénél, az Országos Közúti Adattár (OKA) adatait alkalmaztuk. Leválogattuk azokat a baleseteket, amelyekben gyalogos vagy/és kerékpáros érintett volt, majd az adatsorunkat szétválasztottuk, külön bel- és külön külterületre a szakirodalomnak megfelelően (Sipos, 2014). Ezek között kerestük a góchelyeket (az elméleti részben említett 100, valamint 1000 méteres szakaszokat keresve) szelvényszám alapján. Ezt követően ArcGIS térinformatikai szoftverben megjelenítettük őket Magyarország alaptérképén, EOVS koordinátarendszerben. Az így kapott góchelyeket megvizsgáltuk térképes felületen, hogy valóban gócgyanúsak-e, mivel előfordulhatnak pontatlanságok a baleseti adatbázisban. Ilyen probléma lehet: szelvényszám vagy GPS koordináta nem megfelelő pontosságú rögzítése. Ezekből a hibákból adódóan, a valójában nem gócgyanús helyeket kizártuk a további elemzésből.

## 5. KÖVETKEZTETÉSEK - ALKALMAZOTT TECHNIKA HIBÁI

Szelvényszám nem megfelelő rögzítése 1. eset: ez olyan esetekben fordulhat elő, amikor a baleset helyszínélői nem tudják a pontos szelvényszámot, ezért a balesetet az út kezdő szelvényéhez veszik fel, a GPS koordináta viszont a valós helyet jelöli. Ezt a problémát térképes felületen való szűréssel oldottuk meg. A GPS koordináta alapján történt térképes megjelenítésből kiderült, hogy ezek az út különböző pontjain helyezkednek el, egymástól távol.

Szelvényszám nem megfelelő rögzítése 2. eset: olyan esetekben fordul elő, amikor a szelvényszámot pontatlanul veszik fel, különbség az 1. esethez képest, hogy itt nem az út kezdő szelvényéhez rögzítik a balesetet, hanem a baleset valós helyéhez közel, kis eltéréssel. Például 4 baleset szelvényszám alapján 100 méteren belül helyezkedik el, viszont GPS koordináta alapján, térképen megvizsgálva 745 méteres távolság adódik a két legtávolabbi között. Ezeket a helyeket is kizárjuk a góchelyek közül.

Jövőben megkívánjuk vizsgálni, hogy a mozgóablakos módszer automatizálható-e MS EXCEL környezetben, illetve

a matematikai statisztikai klaszteranalízis helyett alkalmazható-e parciális autokorreláció a közúti közlekedési baleseti góchelykutatóban.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

Baranyai Dávid, Sipos Tibor (2012): A 82-es számú főút közlekedésbiztonsági szempontú felmérése, Tudományos Diákköri Konferencia, pp. 22-23.

Baranyai Dávid, Sipos Tibor (2015): A közúti forgalmi rend felülvizsgálata, XX. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszak, Kolozsvár, Románia, 2015.03.19, pp. 67-70.

Hóz Erzsébet (2005): Csomópontok és útvonalak balesetveszélyességi értékelési módszertanának kidolgozása, KTI - Közlekedéstudományi Egyesület, Közlekedésbiztonsági Központ, pp. 12-14.

Kisgyörgy Lajos (2014), Utak, TÁMOP-4.1.2 A1 és a TÁMOP-4.1.2 A2 könyvei

Kovács Erzsébet (2014), Többváltozós adatelemzés, Budapesti Corvinus Egyetem, egyetemi jegyzet, ISBN 978 963 279 243 9.

Kovács Sándor - Balogh Péter (2007), A klaszteranalízis, mint sertéstelepeket minősítő eljárás, Agrártudományi közlemények 27., pp. 165-174.

Naresh K. Malhotra, Simon Judit (2009), Marketingkutató, Akadémiai Kiadó.

Obádovics Csilla (2009), Klaszteranalízis, Eszterházy Károly Főiskola.

Petrovics Petra (2010): Klaszterelemzés az SPSS-ben, Miskolci Egyetem Gazdaságtudományi Kar, egyetemi jegyzet (utolsó letöltés: 2016. április 9.)

Sipos, T. (2014): Coherence between Horizontal and Vertical Curves and the Number of the Accidents. Periodica Polytechnica. Transportation Engineering, 42(2), 167.