

## „Előző ütközik elébe kanyarodóval típusú” balesetek szakértői vizsgálata

„Kérem, én indexeltem!”

### Az eset

Egy személygépkocsi halad a főútvonalon, előtte távolabb kisebb tehergépkocsi. A személykocsi vezetője előzés közben látja: a teherkocsi balra kezd kanyarodni. Fékez, de az ütközés bekövetkezik.

Nemcsak az eljáró hatóságnak, hanem a műszaki szakértő számára is gyakran okoz gondot a „balra kanyarodó ütközése balra előző járművel” típusú balesetek vizsgálata. A hatóság a résztvevők és a szemtanúk beszámolóinak ellentmondásain és a jogszabály alkalmazásán törli a fejét, de a szakértő számára is csak jelentése utolsó oldalán válik nyilvánvalóvá, kinek lett volna módja elkerülni a balesetet.

Mindkét járművezetőre kötelezettséget ró a KRESZ.

*„Csak jobbról szabad előzni*

*a) azt a járművet, amely a balra bekanyarodási szándékot irányjelzéssel jelzi, és az úttesten a 31. § (1) vagy (2) bekezdésében (itt jellemzően a felezővonal mellé sorolás) foglaltaknak megfelelően helyezkedik el;”* [KRESZ 34. § (4) bek.]

*„A balra bekanyarodó jármű vezetője párhuzamos közlekedésre nem alkalmas úton a bekanyarodást akkor hajthatja végre, ha meggyőződött arról is, hogy balról járművének előzését vagy kikerülését másik jármű nem kezdte meg.”* [KRESZ 31. § (6) bek.]

Miért a lekanyarodónak van hátránya az előzővel szemben?

Általában azért, mert a lekanyarodó lassabban halad, így hamarabb meg tud állni; vagy könnyebben el tudja kerülni a balesetet azzal, hogy nem tesz meg valamit, azaz nem fordul be. Az előzést végző mindig gyorsabb, neki több időre és hosszabb útra van szüksége a megálláshoz.

Miért ez a jogszabályi szigorúság?

Mert az ütközés – ha bekövetkezik – nagy sebességkülönbséggel és a kanyarodó jármű kevésbé védett oldalrészénél jön létre. Az ott ülők súlyosan sérülhetnek. Nagy a veszély akkor is, ha a bekanyarodó elejét vagy végét találják el - ez utóbbi az ún. halfarok effektus -, mert ekkor fennáll az útelhagyás esélye, és további rémségek is bekövetkezhetnek.

Miért fordulnak be mégis oly sokan?

Van olyan eset, amikor „meggyőződés nélkül, mégis büntetlenül” bekanyarodhatunk. Például: közeledve a kereszteződéshez látjuk, hogy szemben is jönnek. Mikor az utolsó is elhalad mellettünk, fordulhatunk rögvest, nem jöhet előző jármű, hiszen a bal sávot „a többiek letakarították”. Ha ez beidegződik, rutinból közlekedünk, és nem nézünk a tükörbe.

A vizsgálat egyes lépéseit konkrét, egymásra épülő számpéldák szemléltetik. A példák „A”, „B”, „C” esetei a bekanyarodó, az I. II. III. az előző gépkocsi mozgásvariációit elemzik, így összesen 9 összefésült változattal találkozhat az olvasó. Bár az elemző számításokat ma már számítógéppel végzik, illik tudni a mögöttes tartalmat, a számítás elvét, módszerét és algoritmusát. A számított eredmények az egyszerűség kedvéért néhol önkényesen kerekített értékek, és a következtetések néhol meghaladják a műszaki szakértő kompetenciáját.

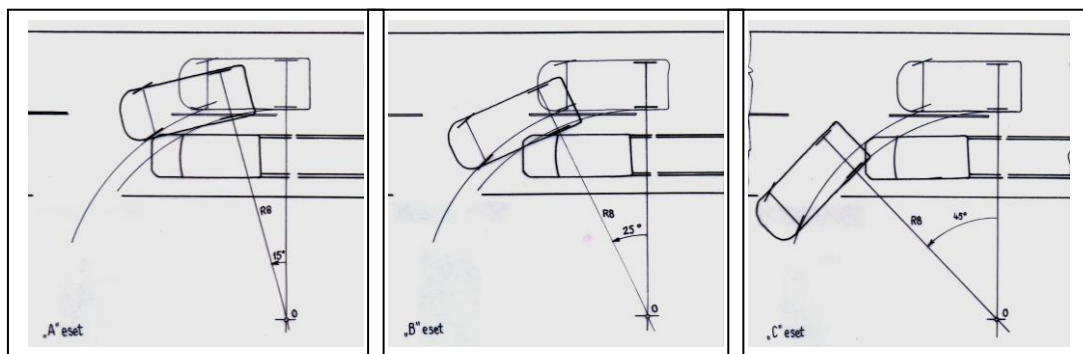
## A vizsgálat általános menete

1. A helyszíni nyomok
2. Ütközéselemzés
3. Az előző jármű mozgásának elemzése
4. A bekanyarodó mozgásának rekonstruálása
5. Kölcsönös helyzetek és következtetések

Természetesen a felsoroltakon kívül is lehetnek feladatok, hiszen nincs két teljesen egyforma eset, csupán hasonlóak vannak. Mint ahogy az eszközök is, vagy a cselekmény súlya is különböző lehet.

### 1. A helyszíni nyomok

A szakértői vizsgálat a helyszíni nyomok tanulmányozásával kezdődik. A gépkocsik rongálódási jelei jól mutatják, mely részükkel ütköztek egymásnak, vagy mely pontjaik érintkeztek először. Az előző autónak rendszerint az eleje, a balra bekanyarodónak a bal oldala sérül. Mint később látni fogjuk, nem mindegy, hogy a bal eleje vagy a bal vége. Ez utóbbi ugyanis azt jelenti, hogy viszonylag sok idő telt el a bekanyarodás kezdetétől a csattanásig.



Az „A” jelű példánkban az előző gépkocsi jobb első sarka ütközik a bekanyarodó bal első kerekének, a „B” esetben a bal oldal közepének, míg a „C” esetben az előző közepe a bekanyarodó bal hátsó sarkának.

Az ütközési pontot, pontosabban az ütközéskor érintkező felületek vagy azok súlypontjának úttestre vetített helyét meghatározhatjuk:

- az előző jármű féknyomának megtörési helyéből,
- a bekanyarodó oldalcsúszási nyomainak kezdetéből,
- az úttestre hullott apró anyagmaradványok helyéből,
- mindezek hiányában a haladási nyomvonalak metszéspontjából.

Példánkban, bár az előző jármű ugyanazon nyomon fut be az ütközés helyére, az ütközési pont csak a „C” esetben van a bal sáv közepén, az „A” és „B” esetben ettől felautónyi szélességgel jobbra esik. (Hosszirányban csekély a különbség.)

### 2. Ütközéselemzés

Pontos helyszíni adatok birtokában az ütközéselemzés elvégezhető. Eredményként megkapjuk, hogy melyik jármű mekkora sebességgel és milyen irányban mozgott az ütközés pillanatában. Ne mulasszuk el az eredmé-

nyek összevetését az ütközés-elemzésben fel nem használt helyszíni adatokkal, pl.: a keréknyomok irányával, a helyszín méretadataival, a lehetséges bekanyarodási nyomvonallal és sebességgel, sőt a bennülő személyek sérüléseinek súlyosságával!

Példánk ütközéselemzése szerint az előző gépkocsi az I. esetben ( $V_a$ ) 25 km/h (6,9 m/s), a II. esetben 50 km/h (13,9 m/s), a III. esetben 70 km/h (19,4 m/s) sebességgel ütközik a kanyarodónak. A kanyarodó sebessége ütközéskor az „A” esetben ( $V_k$ ) 16 km/h (4,5 m/s), a „B” esetben 10 km/h (2,8 m/s), a „C” esetben 5 km/h (1,4 m/s). Ütközéskor a bekanyarodó jármű hossztengele az „A” esetben  $15^\circ$ , a „B” esetben  $25^\circ$ , a „C” esetben  $45^\circ$  ( $\alpha$ ) szöveget zár be az út tengelyével. Ez utóbbi esetben véli a gépkocsi vezetője: „*Én már majdnem lehaladtam az útról, mikor nekem jöttek!*”

Vállalkozó kedvűek a fenti ábrában körzővel - vonalzóval megszerkeszthetik az útról lehaladáskor elfoglalt szöveget és helyzetet. Kisebb tengelytávolságú autók kisebb sugáron (is) fordulhatnak, így ilyenkor a fenti szögek valamivel nagyobbak. Orvos-szakértői kérdés, melyik ütközés nem úszható meg személyi sérülés nélkül. Talán az II/B és a III/B?

### 3. Az előző jármű mozgásának elemzése

Az ütközési sebességből és az ütközési pont előtti nyomokból az előző jármű sebessége általában kiszámítható. (Annál pontatlanabban, minél távolabb vizsgálódunk térben és időben.)

#### SARKALATOS PONTOK ÉS HELYZETEK

##### **a) A féknyom kezdetén (ami az elemzés egyik legbiztosabb pontja)**

A példa kedvéért az előző jármű féknyomai a 3,2 méter széles bal sáv közepén, az I. változatban ( $S_j$ ) csak 1 méter, a II. változatban 25 méter, a III. változatban 40 méter hosszon húzódjanak. Ha a nyomra és az útra jellemző lassulás:  $a = 7 \text{ m/s}^2$ , a sebesség a fékezési nyom kezdetén  $V_h = \text{SQR}(V_a^2 + 2 \cdot a \cdot S_j)$ ;

az I. esetben  $V_h = \text{SQR}(6,9^2 + 2 \cdot 7 \cdot 1) = 7,9 \text{ m/s} = 28 \text{ km/h}$ ,

a II. esetben  $V_h = \text{SQR}(13,9^2 + 2 \cdot 7 \cdot 25) = 23,3 \text{ m/s} = 84 \text{ km/h}$ ,

a III. esetben  $V_h = \text{SQR}(19,4^2 + 2 \cdot 7 \cdot 40) = 30,6 \text{ m/s} = 110 \text{ km/h}$ .

Az is kiszámítható, hogy mennyi idő telt el a féknyom megjelenése és az ütközés pillanata között. Mivel ezen szakaszon a sebesség nem állandó, a számítást a  $T_f = S_f : [(V_a + V_h) : 2]$  képlettel végezzük el.

Az I. esetben  $T_f = 1 : [(6,9 + 7,9) : 2] = 0,1 \text{ másodperc}$ ,

a II. esetben  $T_f = 25 : [(13,9 + 23,3) : 2] = 1,3 \text{ másodperc}$ ,

a III. esetben  $T_f = 40 : [(19,4 + 30,6) : 2] = 1,6 \text{ másodperc}$ .

##### **b) A fékezési reakciópontban**

A haladási sebességből a fékműködtetési idővel számolva meghatározható, hogy az előző jármű vezetője mikor és hol határozta el a nyomot hagyó fékezést.

Egy másodperces fékműködtetési idő ( $T_k$ ) esetén a fékezés elhatározása az ütközés pillanata előtt  $T_r = T_k + T_f$ ;

az I. esetben  $T_r = 1 + 0,1 = 1,1 \text{ másodperccel}$ ,

a II. esetben  $T_r = 1 + 1,3 = 2,3 \text{ másodperccel}$ ,

a III. esetben  $T_r = 1 + 1,6 = 2,6 \text{ másodperccel}$  következett be.

Ekkor az előző gépkocsi az  $S_r = V_h \cdot T_k + S_f$  képlettel számíthatóan;

az I. esetben  $S_r = 7,9 \cdot 1 + 1 = 9 \text{ méterre}$ ,

a II. esetben  $S_r = 23,3 \cdot 1 + 25 = 48 \text{ méterre}$ ,

a III. esetben  $S_r = 30,6 \cdot 1 + 40 = 71 \text{ méterre}$  járt az ütközés helyétől.

Egy további változat az lehetne, amikor a féknyom hossza 0 méter. Ez esetben előfordulhat, hogy a gépkocsi vezetője elhatározta ugyan a fékezést, de mire a fékhatás (és a látható féknyom) kialakult volna, bekövetkezett az ütközés. Ez 0-tól 1 másodpercig terjedő időtartamot és ennek megfelelő távolságot jelent. Mivel – különösen a bizonyíthatóság szempontjából – az 1

méteres féknyom nagyon közel áll a féknyom nélküli esethez, erre is érvényesek az I. változat megállapításai.

Ha a féknyom a bal sáv közepén és az út hossz tengelyével párhuzamosan futott, bizton állíthatjuk, hogy az előző gépkocsi a fékezési reakciópontban is a bal sáv közepe táján volt. Ha a féknyom ferde lefutású, segíthet a féknyom irányvonalának visszafele történő (óvatos) meghosszabbítása. Ezekben az esetekben ne feledjük: ha az első kerekek blokkolnak, a gépkocsi a kormánykerék elfordítása ellenére, a fékezés kezdetén megörökölt irányban fut. Más a helyzet, ha a féknyom ívelt. (Vajon mi okozza?)

Előfordul, hogy nincs rögzíthető féknyom. Ilyenkor vizsgálni kell ennek okát. Ha a gépkocsivezető: „*fékezni sem volt időm*” nyilatkozatot teszi, a II/B példánkban nem volt késedelme, de minden „C” esetben biztosan volt. (Lásd az 5b pont táblázatát.) Ha elmondása szerint erősen fékezett, miért nincs annak nyoma? Az ABS fékezési nyomát elhordta a forgalom? Csak gyengén fékezett? Segíthet a nehéz kérdés: a bekanyarodó milyen helyzetére határozta el a fékezést?

### **c) Az előző a bal forgalmi sávban**

Hogy az előző jármű mikor (és hol) lépett át a bal forgalmi sávba – a nyomok teljes hiányában –, csak bizonyos feltételek mellett határozható meg. A számított haladási sebességből következtethetünk az előzési sáv váltás sebességi viszonyaira (rendszerint gyorsítási fázis), és fel kell vennünk a sáv váltás oldalirányú gyorsulásának jellemzőjét.

A II. és III. esetpéldánkban az oldalgyorsulás „normál” (ami kb.  $2 \text{ m/s}^2$  értéket jelent), így a személykocsinak ahhoz, hogy a jobb sáv belső feléből (2 ... 2,5 méteres oldalirányú elmozdulással) a bal sáv közepére húzódjon kb. 3 másodperc szükséges. Az út a II. esetben  $3 * 23,3 \text{ m} = 70 \text{ méter}$ , a III. példánkban  $3 * 30,6 \text{ m} = 92 \text{ méter}$ . Az idő és a befutott út felosztható. Az előző gépkocsi az első másodperc elteltével lovagolja a felezővonalat, a második másodperc végén teljes terjedelmével a bal sávban van, az utolsó másodperc elteltével ér a bal sáv közepére. Példánk I. változatában „sportos” sáv váltást teszünk fel (az oldalgyorsulás  $4 \text{ m/s}^2$ ), az időigény kb. 2 másodperc, a szükséges út  $2 * 7,9 = 16 \text{ méter}$ . Mivel példánkban a féknyom párhuzamos az út hossz tengelyével, okkal tehetjük fel, hogy a fékezést a sáv váltás befejezésekor, vagy valamivel előbb, a jobbra kormányzás fázisában határozta el a gépkocsi vezetője.

Fontos tudni, hogy az így számított értékek a lehetséges minimumok, mert a sáv váltást korábban is el lehetett kezdeni, és enyhébb oldalgyorsulással is el lehetett végezni. A sáv váltás „legkésőbbi” helyének és idejének meghatározása akkor biztosabb, ha a lekanyarodó mögött az előző által leküzdendő kocsisor haladt.

Az előzés megkezdésének hatósági megítélése változó. A KRESZ 34. § (1) bekezdéséhez fűzött magyarázat szerint: „Az előzés megkezdésének azt a helyzetet kell tekinteni, amikor az előzést végrehajtó, az irányváltoztatási szabály megtartásával

- az előzendő jármű mögül kihúzódott az úttestnek arra részére, amelyen az előzést végrehajtja;
- és az előzendő járművet annyira megközelíti, hogy annak esetleges irányváltoztatása már ténylegesen zavarná az előzést végrehajtót.

AZ ELŐZŐ JÁRMŰRE FELVETT ÉS KISZÁMÍTOTT ADATOK

Az előző mozgásjellemzői	I. eset	II. eset	III. eset
Az ütközési sebesség	25 km/h	50 km/h	70 km/h
A féknyom hossza	1 méter	25 méter	40 méter
A haladási sebesség	28 km/h	84 km/h	110 km/h
A sávváltás jellemzője	sportos	normál	normál

Az előző az ütközés előtt	I. eset	II. eset	III. eset
Az ütközés pillanata	0,0 s	0,0 s	0,0 s
A féknyom kezdete	0,1 s	1,3 s	1,6 s
A fékezési reakciópont	1,1 s	2,3 s	2,6 s
A bal sáv közepén	1,5 s	2,3 s	3,6 s
A bal sávban	2,0 s	3,3 s	4,6 s
<b>A felezővonalon</b>	<b>2,5 s</b>	<b>4,3 s</b>	<b>5,6 s</b>
A sávváltás kezdete	3,0 s	5,3 s	6,6 s
A sávváltás elhatározása	4,0 s	6,3 s	7,6 s

4. A bekanyarodó mozgásának rekonstruálása

Erre vonatkozóan már kevesebb nyom utal, ezért kellő ellenőrzés után ezúttal fel kell használnunk egyes elmondásokat is. Például:

- Lassított-e, fékezett-e a kanyarodás előtt; ha igen, mekkora sebességről és milyen módon (intenzitással)?
- Folyamatosan haladva fordult be, vagy álló helyzetből indult el?
- Milyen helyzetben volt a felezővonalhoz képest, amikor megkezdte a lekanyarodást?
- Hol lépte át a felezővonalat?

Az elmondások műszaki tartalmát ellenőrizni kell. Állítsunk fel lehetséges – nem lehetséges kategóriákat, elemezzünk több változatot! Az ellenőrzésnek ki kell terjednie ilyen kérdésekre is:

- Elérheti-e a gépkocsi az ütközési sebességet, ha álló helyzetből indult, vagy ha kis sebességről gyorsítva kanyarodott?
- Be lehet-e fordulni a megjelölt (bemutatott, mondott stb.) helyzetből az ütközési pontba és helyzetbe?
- Érezhették-e az utasok a kanyarodást, és hogyan hatott a kanyarodás a rakományra?

A valóságban nem körpályán fordul az autó, hacsak nem álló helyzetből, ún. „alászedett” kerékkal indul. Ha kanyarodás közben a kormánykereket forgatják is, a kanyarodás sugara szükségképpen változik, a lekanyarodás elején a sugár csökken, majd egy darabig állandó marad, végül nő. Közéltő számításoknál elegendő egy állandónak tekintett, átlagos sugárértékkel számolni, szerkeszteni. Különösen hegyesszögű leágazás vagy az ún. levágott lefordulás esetén lehet a kanyarodási sugár meglepően nagy és számottevően változó. Lassú kanyarodás során hosszú másodpercek telhetnek el az elindulástól a kanyarodás kezdetéig. A kis tengelytávolságú, rövidke járművek szintén sarkon fordulnak.



### **Ha a két helyzetkép között 2 másodperc időeltérés van, a helyzet menthetetlen**

Mindhárom példánkban  $R = 8$  méter az átlagos kanyarodási sugár. (Sok ez, vagy kevés?)

Az „A” változatában a bekanyarodás  $V_k = 16$  km/h = 4,5 m/s állandó sebességű. Ez azt is jelenti, hogy a (tervezett) kanyarodás oldalgyorsulása  $a_o = V_k^2 : R = 4,5^2 : 8 = 2,5$  m/s<sup>2</sup>, amit már megérez a gépkocsiban ülő. Megjegyzem, hogy ha az adott sugáron a kanyarodás kétszer ekkora sebességgel történne, az oldalgyorsulás négyszer akkora lenne. (Elérhető-e ez egy átlag autós számára? Ha csak a kanyarodási sugár pl.: 5 méterre csökken, mennyire nő meg az oldalgyorsulás?)

A „B” változatban a kanyarodó álló helyzetből indul, így az átlagos kanyarodási sebesség kb. fele az ütközés pillanatára elért értéknek,  $V_k = 5$  km/h = 1,4 m/s.

A „C” esetben is 5 km/h a kanyarodás sebessége, de ez példánkban állandó. Az azonos sebesség ellenére a veszélyhelyzet kezdete sem ugyanakkor áll be, mivel az induló jármű eleinte kevés utat tesz meg egy időegység alatt.

## **TOVÁBBI SARKALATOS PONTOK ÉS HELYZETEK**

### **d) A kanyarodás kezdetén**

Kanyarodás előtt a befordulónak meg kell győződnie, hogy járműve előzését másik autó nem kezdte-e meg. Az ütközési pont és helyzetek, valamint a kanyarodási sebesség ismeretében a bekanyarodás időtartama kiszámítható.

Példánk „A” esetében az ütközésig 15 fokot fordult a gépkocsi, a „B” esetben 25-öt, a „C”-ben 45°-ot ( $\alpha$ ). A bekanyarodás átlagsebessége ( $V_k$ ) – a fenti szögektől függetlenül – rendre 16 km/h (4,4 m/s); 5 km/h (1,4 m/s); 5 km/h (1,4 m/s). A bekanyarodás időtartama, ha a sebesség a kanyarodás alatt állandó, vagy az átlagsebességgel számolhatunk:

$$T = S_k : V_k = (2 \cdot R \cdot \sin^2 \alpha : 360^\circ) : V_k; \text{ ami az egyes esetekben:}$$

$$T = (2 \cdot 8 \cdot 3,14 \cdot 15^\circ : 360^\circ) : 4,4 = 2,1 \text{ m} : 4,4 \text{ m/s} = 0,5 \text{ másodperc, („A”)}$$

$$T = (2 \cdot 8 \cdot 3,14 \cdot 25^\circ : 360^\circ) : 1,4 = 3,5 \text{ m} : 1,4 \text{ m/s} = 2,5 \text{ másodperc, („B”)}$$

$$T = (2 \cdot 8 \cdot 3,14 \cdot 45^\circ : 360^\circ) : 1,4 = 6,3 \text{ m} : 1,4 \text{ m/s} = 4,5 \text{ másodperc. („C”)}$$

Természetesen az ütközésig megtett út egy szerkesztett vázlatrajzról vagy a helyszínen felrajzolt nyomvonalon is lemérhető, és a bemutatott behaladás ideje megmérhető. A befordulás időtartamát befolyásolja a bekanyarodás sebessége és módja. Ha a szóban forgó ütközési sebességeket álló helyzetből, gyorsítva érik el, az idő kétszerezésére nő.

### e) A veszélyhelyzet kezdetén

A felezővonal mellett, azzal párhuzamosan álló vagy haladó gépkocsi – különösen keskeny forgalmi sáv vagy szélesebb jármű esetén – az előzést végző gépkocsivezető számára a nem feltétlenül jelenti a bekanyarodás lehetőségének veszélyét. A gondosan eljáró hatóság azt (is) tekintheti a veszélyhelyzet kezdetének, amikor a bekanyarodó jármű kb. 10 fokos ferde helyzetet vesz fel, vagy bal elejével kb. ½ méternyire átlépi a felezővonalat. Ebből a látványból ugyanis okkal vonhatja le azt a következtetést az előző gépkocsi vezetője: „*Elibém fognak fordulni!*”

Példánkban 10°-os értékkel számolva a veszélyhelyzet kezdeti pillanata állandó sebességek esetén a  $T_v = [2 \cdot R \cdot \sin^2(a - 10^\circ) : 360^\circ] : V_k$  képlet segítségével számítható.

„A” eset:  $T_v = [2 \cdot 8 \cdot 3,14 \cdot (15^\circ - 10^\circ) : 360^\circ] : 4,4 = 0,7 \text{ m} : 4,4 \text{ m/s} = 0,2 \text{ másodperc}$

„C” eset:  $T_v = [2 \cdot 8 \cdot 3,14 \cdot (45^\circ - 10^\circ) : 360^\circ] : 1,4 = 4,9 \text{ m} : 1,4 \text{ m/s} = 3,5 \text{ másodperc}$

A „B” esetben a sebesség változása  $a = V_k^2 : (2 \cdot S) = 2,8^2 : (2 \cdot 3,5) = 1,1 \text{ m/s}^2$  gyorsulással jellemezhető, ezért a képlet kissé bonyolultabb, de itt tetten érhető az elindulás hatása.

$T_v = \text{SQR}[2 \cdot S : a] = \text{SQR}[2 \cdot 8 \cdot 3,14 \cdot (25^\circ - 10^\circ) : 360^\circ] : 1,1 = \text{SQR}[2,1 \text{ m} : 1,1 \text{ m/s}^2] = 1,4 \text{ másodperc}$

A figyelmes olvasó – különösen a lassú forduláskor – több tized másodperc időkülönbséget vehet észre a kanyarodás kezdete és a veszélyhelyzet kezdete között, ami finomíthatja az észlelési - cselekvési késedelem megítélését.

### A KANYARODÓ JÁRMŰRE FELVETT ÉS SZÁMÍTOTT ADATOK

A bekanyarodó mozgásjellemzői	„A” eset	„B” eset	„C” eset
Az átl. kanyarodási sebesség	16 km/h	5 km/h *	5 km/h
Kanyarodási szög az ütközésig	15°	25°	45°
Kanyarodási út az ütközésig	2,1 m	3,5 m	6,3 m
Út a VH kezdetétől az ütközésig	0,7 m	2,1 m	4,9 m

A bekanyarodó az ütközés előtt	„A” eset	„B” eset	„C” eset
Az ütközés pillanata	0,0 s	0,0 s	0,0 s
A veszélyhelyzet kezdete	0,2 s	1,4 s	3,5 s
A kanyarodás kezdete **	0,5 s	2,5 s	4,5 s
A kanyarodás elhatárolása	1,5 s	3,5 s	5,5 s

\* A „B” esetben álló helyzetből indul a bekanyarodó.

\*\* Hosszú szerelvények lassú lekanyarodása még több időt igényel.

## 5. Kölcsönös helyzetek és következtetések

A két jármű mozgásának rekonstrukciója és a helyzetek egybevetése után választ kaphatunk az alábbi kérdésekre:

a) A sávváltás vagy a kanyarodás kezdődött meg hamarabb?

### A KANYARODÁS ÉS A SÁVVÁLTÁS MEGKEZDÉSI IDŐPONTJAI

Az eset	A" eset			„B” eset			„C” eset		
Az ütközés	a kanyarodó elejének			a kanyarodó közepének			a kanyarodó végének		
A kanyarodás módja	gyors és rövid			álló helyzetből indulva			hosszú és lassú		
A kanyarodás kezdete ü.előtt	0,5 másodperc			2,5 másodperc			4,5 másodperc		
Az előzés esete	I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.
A sávváltás kezdete az ütközés előtt, másodpercben	3,0	5,3	6,6	3,0	5,3	6,6	<b>3,0</b>	5,3	6,6
Az előző a bal sávban az ütközés előtt, másodpercben	2,0	3,3	4,6	<b>2,0</b>	3,3	4,6	<b>2,0</b>	<b>3,3</b>	4,6

Az I. eset jellemzői: rövid féknyom után kis ütközési sebesség
A II. eset jellemzői: 25 méteres féknyom után 50 km/h ütközési sebesség
A III. eset jellemzői: hosszú féknyom után nagy ütközési sebesség

A fenti kivonatos táblázat szerint csak az I/C (hosszú és lassú bekarodás, kis előzési sebesség, gyors sávváltás és a kanyarodó jármű hátsó részének „eltalálása”) esetében kezdődött a kanyarodás az előző gépkocsi sávváltása előtt. Ha viszont a bal sávba való (teljes) átérés pillanatát figyeljük, további két eset fordul át korábbra, az I/B és a II/C. A részletekben elmerülő olvasó megkeresheti az előző oldalak táblázataiban, mi a helyzet, ha a felezővonalon lovaglást, vagy az előzési sáv közepét vennénk az előzés kezdetének.

b) Fékezett-e az előző gépkocsivezető akkor, amikor a kanyarodó látható mértékben megindult balra, azaz volt-e a vezetőnek késedelme?

### A VESZÉLYHELYZET KEZDETI ÉS A FÉKEZÉSI REAKCIÓPONT IDEJE

Az eset	A" eset			„B” eset			„C” eset		
Az ütközés	a kanyarodó elejének			a kanyarodó közepének			a kanyarodó végének		
A kanyarodás módja	gyors és rövid			álló helyzetből indulva			hosszú és lassú		
A veszélyhelyzet az ütk. előtt	0,2 másodperc			1,4 másodperc			3,5 másodperc		
Az előzés esete	I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.
A fékezés reakció pillanata az ütközés előtt, másodpercben	(1,1)	(2,3)	(2,6)	<b>1,1</b>	2,3	(2,6)	<b>1,1</b>	<b>2,3</b>	<b>2,6</b>

Az I. eset jellemzői: rövid féknyom után kis ütközési sebesség
A II. eset jellemzői: 25 méteres féknyom után 50 km/h ütközési sebesség
A III. eset jellemzői: hosszú féknyom után nagy ütközési sebesség

Az előző gépkocsi vezetőjének mindhárom „C” esetben kereken 1 ... 2 másodperc észlelési - cselekvési késedelme, az I/B esetben nagyon kis késede-



delme volt. Mindhárom „A” esetben (amikor a kanyarodó gépkocsi elejét érte az ütközés) és a III/B esetben az előző gépkocsi vezetője már akkor fékezést határozott el, amikor még a kanyarodás meg sem kezdődött. (Zárójelbe tett időértékek.) Ez látszólag lehetetlen, pedig más is kiválhatja a fékezés elhatározását. Az I/A eseten belül, ha a féknyom nem 1 hanem 0 méteres, az 1,1 másodperc a 0 feletti legnagyobb érték, azaz lehet, hogy nem volt ún. „korai cselekvés”. Az „A” eset 0,2 másodperces értéke arra is rámutat, hogy az előzőnek esélye sem volt a fékezéssel való megállásra, hiszen kb. 1 másodperc „az ember és a gép együttes késedelme”.

Ha az ütközés sávváltás nélkül következne be, az utoléréses balesetnek minősülne. Igaz már előfordult, hogy az előző gépkocsi vezetője visszatért a jobb sávba, és ott ütközött a kanyarodását megkezdő jármű hátsó részének.

*c) Fékezéssel elkerülhette-e az ütközést az előző gépkocsi vezetője?*

Erre akkor igenlő a válasz, ha a veszélyhelyzet kezdeti pillanatában akkora távolság mutatható ki a két gépkocsi között, amelyen az előző jármű meg tud állni.

Ezen belül külön kérdés, hogy milyen legyen a fékezés erőssége.

Ennek eldöntése elsősorban a jogalkalmazó feladata, bár vannak a kérdésnek műszaki vonatkozásai is. Ha az előző gépkocsi a veszélyhelyzet kezdetekor a bal forgalmi sávban, ezáltal – a műszaki szakértő vélelme szerint – elsőbbségi helyzetben közlekedik; vezetője általában nem kötelezhető blokkoló fékezésre, hiszen az a stabilitás elvesztéséhez és egy másik balesethez vezethet.

Ezért – műszaki szakértői érvekkel – csak az ún. biztonsági fékezési lassulás „várható el”, ami a járműre előírt, vagy azon az úton elérhető lassulásnak a fele, rendszerint közepesen erős, nyomot alig hagyó fékezés. Példánkban ez  $7 \text{ m/s}^2$  ( $a_v$ ) illetve  $3,5 \text{ m/s}^2$  ( $a_b$ ). Ám ez így csak akkor reális (jogos?), ha az előző gépkocsi sebessége nem haladja meg a hatóságilag engedélyezettet. Arányos lehet: ahány százalékkal lépi túl a megengedett sebességet, annyi százalékkal kell a biztonságosnál erősebben fékezni. Ilyenformán a megengedett sebesség kétszerese esetén már vészfékezés várható el, hiszen aki hajtani tud, tudjon fékezni is. (Vajon ha egy kerékpáros kanyarodik egy tehergépkocsi elé, akkor is csak a biztonsági lassulás várható el?)

A másik kérdés, mekkora legyen az alapul vett távolság, más szóval honnan kezdődően kellett volna az elkerülhetőség sebességével közlekedni. Ez konkrétan (példánk szerint is) a veszélyhelyzet kezdetén elfoglalt helyet jelenti. Bizonytalanság esetén vizsgálni kell az elkerülhetőség alternatíváját a tényleges reakciópont és az ütközési pont távolsága tekintetében is, hiszen ezt a reagálást – minden bizonnyal – a bekanyarodó váltotta ki.

Pl.: a II/B esetben, amikor a rendelkezésre álló távolság 26 méter ( $S_v$ ), az elkerülhetőség sebessége:

<i>biztonsági fékezésnél</i>	$V_e = [-T_k + \text{SQR}(T_k^2 + 2 * S_v * a_b)] * a_b$
	$V_e = [-1 + \text{SQR}(1^2 + 2 * 26 : 3,5)] * 3,5 = 10,4 \text{ m/s} = 38 \text{ km/h}$
<i>blokkoló (vész)fékezésnél</i>	$V_e = [-T_k + \text{SQR}(T_k^2 + 2 * S_v * a_v)] * a_v$
	$V_e = [-1 + \text{SQR}(1^2 + 2 * 26 : 7,0)] * 7,0 = 13,3 \text{ m/s} = 48 \text{ km/h}$

Az olvasó elgondolkodhat: fele akkora lassulás mellett az elkerülés sebessége alig lett kisebb?

## AZ ELKERÜLHETŐSÉG SEBESSÉGE:

Az eset	„A” eset			„B” eset			„C” eset		
Az ütközés	a kanyarodó elejének			a kanyarodó közepének			a kanyarodó végének		
A kanyarodás módja	gyors és rövid			álló helyzetből indulva			hosszú és lassú		
A veszélyhelyzet az ütk. előtt	0,2 másodperc			1,4 másodperc			3,5 másodperc		
Az előzés esete	I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.
A rendelkezésre álló távolság	2 m	3 m	4 m	11 m	26 m	34 m	28 m	75 m	98 m
Az elkerülhetőség sebessége biztonsági fékkel $a = 3,5 \text{ m/s}^2$	6 km/h	8 km/h	10 km/h	21 km/h	38 km/h	44 km/h	39 km/h	71 km/h	83 km/h
Az elkerülhetőség sebessége vészfékezéssel $a = 7,0 \text{ m/s}^2$	6 km/h	9 km/h	12 km/h	26 km/h	48 km/h	57 km/h	50 km/h	94 km/h	110 km/h

Az I. eset jellemzői: rövid féknyom után kis ütközési sebesség
A II. eset jellemzői: 25 méteres féknyom után 50 km/h ütközési sebesség
A III. eset jellemzői: hosszú féknyom után nagy ütközési sebesség

Példacsomagunk „A” eseteiben, amikor a kanyarodó „elejét találják el”, az elkerülhetőség (átlagos) sebessége nem több mint 10 km/h(!). A középső résszel ütközés („B”) esetén 30 ... 50 km/h, míg a hosszú ideig tartó („C”) bekanyarodás esetén 50 ... 100 km/h között van lehetőség a többé-kevésbé erős fékezéssel való megállásra.

Az elkerülhetőség másik eshetősége, ha az előző lassabban jön, így mire az ütközés helyére ér, a lekanyarodó kihalad a sávból. A sebességet természetesen a veszélyhelyzet kezdetétől avagy a reakcióponttól kezdődően várjuk el. Ez azonban csak nagy sebességkülönbség meglétekor és jelentős, ún. veszélyhelyzeti távolság esetén valószínűsíthető.



Mennyi időt lehet nyerni a III/B esetünkben, azaz ha 84 km/h ( $V_h$ ) helyett pl. 50 km/h-val ( $V_m$ ) közlekedünk, és 26 méterről ( $S_0$ ) áll be cselekvési kötelezettségünk?

Kb.  $\frac{3}{4}$  másodpercet. Igaz, ezt fékezés nélkül kaptuk.

$$\Delta T = S_0 : V_h - S_0 : V_m = 26 \text{ m} : (50/3,6) \text{ m/s} - 26 \text{ m} : (84/3,6) \text{ m/s} = 0,76 \text{ másodperc.}$$

Ha erős fékezést is alkalmazunk, a nyereség kb. 1 másodperc.

Mivel 1 másodperc alatt a kanyarodó a „B” esetben kb. 1 ... 2 métert tesz meg, ez egyben azt jelenti, hogy ekkor a kanyarodó közepe helyett annak hátsó sarkába ütközik az előző. (Ezek szerint jobb, ha gyorsabban megyünk?)

