

A tananyag elkészítését a „NYE-DUÁL- Új utakon a duális felsőoktatással a Nyíregyházi Egyetemen, az Északkelet-Magyarországi térség felemelkedéséért” az EFOP-3.5.1-16-2017-00017 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Szerző: Dr. Kemény Lajos

JEGYZET (OKTATÁSI SEGÉDLET) A „KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁG” CÍMŰ TANTÁRGYHOZ

A jegyzet első része (1. – 4. fejezet) a Közlekedésbiztonság c. tantárgy legfontosabb részeit tartalmazza. Jellegénél fogva sok a csoportosítás és a felsorolás, számos, kisebb - nagyobb számítási feladat és elgondoltató kérdés, melyek a tananyag jobb megértését és elmélyítését szolgálják. A jegyzet szerkesztője számít arra, hogy az olvasó olyan közlekedő ember, aki figyeli a közlekedési létesítményeket, eseményeket, jelenségeket, később elgondolkodik rajta, majd a megfelelő helyre teszi azokat. A jegyzet második részében (5. fejezet) betekintést ad az igazságügyi műszaki szakértői munka néhány balesetelemzési fejezetébe.

TARTALOMJEGYZÉK

1. JÁRMŰVEK MOZGÁSELEMZÉSE	4
1.1. Egyszerű mozgások és jellemzőik	5
1.1.1. Az egyenes vonalú, egyenletes mozgás	5
1.1.2. Az egyenletesen változó sebességű mozgás	5
1.2. Erőhatások és a tömegközéppont	6
1.3. A kerék és a talaj közötti kapcsolat	7
1.3.1. A kapcsolati erők az útfelület és a gumiabroncs között.....	8
1.3.2. Jármű kanyarodása sík úton, R sugáron.....	9
1.3.3. A járművek saját-kormányzási tulajdonságai	11
1.3.4. A járművek fékezése	11
1.4. Járművek ütközése (fakultatív anyagrész csak leendő szakértőknek)	14
2. A JÁRMŰVEZETŐ EMBER EGYES ÉLETTANI SAJÁTOSSÁGAI	18
2.1. A látás	18
2.2. További érzékszervek a járművezetéshez.....	19
2.3. A járművezetés fiziológiai tényezői	19
2.4. A gépkocsivezetés – gépkezelés ergonómiájáról	20
2.5. Az emberi szervezet közlekedésbiztonsági értékelése	21
3. A GÉPJÁRMŰ-KÖZLEKEDÉS BIZTONSÁGA.....	23
3.1. A járművezető ember.....	23
3.2. A közlekedési környezet biztonsága.....	23
3.2.1. Az út átbocsátóképessége.....	23
3.2.2. A közúti csomópontok forgalombiztonsági szempontjai.....	24
3.2.3. Egyéb forgalombiztonsági szempontok	27
3.3. Járművek aktív biztonsága.....	30
3.3.1. A gyorsító képesség	30
3.3.2. A lassító képesség	31
3.3.3. A menetstabilitás.....	32
3.3.4. Ergonómiai és menetkényelmi szempontok	33
3.3.5. Látni és látszani.....	33
3.4. Járművek passzív, belső biztonsága	36
3.4.1. A jármű karosszériája	36
3.4.2. Az utas-visszatartó rendszerek.....	38

3.5. Járművek passzív, külső biztonsága	38
4. ELJÁRÁSOK ÉS TEENDŐK.....	40
4.1. Baleset (káreset) személyi sérülés nélkül	40
4.1.1. Ha a résztvevők meg tudnak egyezni.....	40
4.1.2. Ha a résztvevők nem tudnak megegyezni.....	41
4.2. Baleset, 8 napon belül gyógyuló személyi sérüléssel.....	42
4.3. Baleset, 8 napon túl gyógyuló személyi sérüléssel.....	42
4.4. Baleset vagy káreset üzemi területen.....	43
5. A MŰSZAKI SZAKÉRTŐI ISMERETEKBŐL	44
5.1. A szakértésről általában.....	44
5.2. A gyalogos- és kerékpáros balesetek szakértői vizsgálata	44
5.2.1. Az eset és kérdései	44
5.2.2. A szakértő helyszíni vizsgálatai.....	45
5.2.3. Szakértői számítások és elemzések.....	45
5.3. A gyalogos-átkelőhelyek megközelítéséről.....	51
5.4. A kerékpáros-elütések sajátosságairól.....	51
5.5. A balra kanyarodó ütközése előzővel típusú balesetek szakértői vizsgálata.....	52
5.5.1. A helyszíni nyomok	54
5.5.2. Az ütközéselemzés.....	54
5.5.3. Az előző jármű mozgásának elemzése.....	55
5.5.4. A bekanyarodó jármű mozgásának rekonstruálása.....	58
5.5.5. Kölcsönös helyzetek és következtetések.....	61
5.6. Az éjszakai balesetek szakértői vizsgálata	66
5.6.1. Világítástechnikai alapfogalmak.....	66
5.6.2. Járművilágítás, a tompított fényszóró	68
5.6.3. Az emberi szem és a látás	70
5.6.4. Láthatósági vizsgálatok.....	72
MELLÉKLETEK.....	78
ÁBRAJEGYZÉK	88

1. JÁRMŰVEK MOZGÁSELEMZÉSE

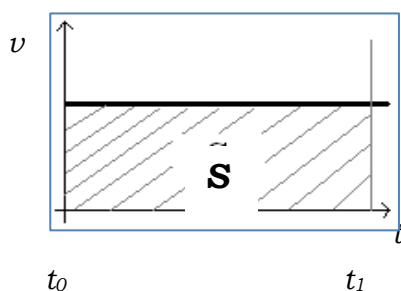
A mozgáselemzés révén megtudhatjuk, hogy a pontszerűnek tekintett járművünk mikor és hol van, mekkora a pillanatnyi sebessége és gyorsulása. Rövid időtartam esetén a mozgáselemzés lehet egy fékezési folyamat követése, hosszú időtartamra vonatkozóan egy járműkövető rendszer alkalmazása (lásd digitális menetlevél). A valódi járműmozgás rendszerint nem egyenes vonalú és nem egyenletes avagy nem egyenletesen változó mozgás. Az utóbbira példa egy gépkocsi végsebességig való felgyorsulása, hiszen a pillanatnyi gyorsulás a sebességgel egyre kisebb. A két legegyszerűbb mozgásfajta, melyekkel a valós mozgást közelíthetjük az egyenletes és az egyenletesen változó mozgás.

1.1. Egyszerű mozgások és jellemzőik

1.1.1. Az egyenes vonalú, egyenletes mozgás

Ilyen a gépkocsi mozgása, ha sík úton autózva éppen csak annyi gázt adunk, hogy sebességünk ne változzon. Ez jó közelítéssel automatikusan megvalósul, ha a sebességtartó automatát (tempomat, cruise control) használjuk.

Mozgásjellemzők:



1.1. ábra. Az egyenes vonalú, egyenletes mozgás sebesség – idő diagramja

A gyorsulás: $a = 0$; (a sebességfüggvény meredeksége)

A sebesség: $v = \text{állandó}$

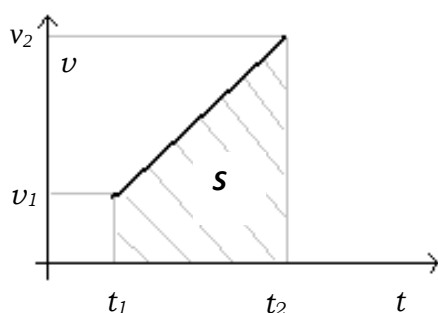
A megtett út (a sebesség-függvény alatti terület):

$$S = v \cdot \Delta t = v \cdot (t_1 - t_0),$$

$$\text{ha } t_0 = 0; \text{ akkor } S = v \cdot t_1$$

1.1.2. Az egyenletesen változó sebességű mozgás

Ilyen a gépkocsi mozgása, ha egy lejtőn fékezés nélkül, gyorsulva haladunk lefele, vagy sík úton erősen fékezünk, lassulunk.



1.2. ábra. Az egyenes vonalú, egyenletesen változó mozgás sebesség – idő diagramja

Mozgásjellemzők:

A gyorsulás: $a = \text{állandó}$, a kezdősebesség: $v_1 \neq 0$.

$$a = \Delta v / \Delta t = (v_2 - v_1) : (t_2 - t_1).$$

A sebesség a t_2 időpontban: $v_2 = v_1 + a \cdot (t_2 - t_1)$.

A t_1 és t_2 időpont között megtett út: az $f(v)$ alatti terület

$$S = (v_1 + v_2) / 2 \cdot (t_2 - t_1) = v_{\text{atl}} \cdot (t_2 - t_1)$$

$$S = [(v_1 + v_2) / 2] \cdot [(v_2 - v_1) / a] = (v_2^2 - v_1^2) / (2 \cdot a).$$

Egyszerűsített eset, ha a kezdősebesség

$$t_0 = 0 \text{ időpontban } v_0 = 0.$$

Feladat 1.1.

Gyakorlásképpen a fenti képletekbe helyettesítsen a megfelelő helyekre 0-t, és állítsa elő az esetre vonatkozó egyszerűsödött képleteket:

A gyorsulás: $a = ?$
A sebesség t_1 időpontban: $v_1 = ?$
A megtett út: $S = ?$

Mintapélda

Egy jármű 90 km/h sebességről 6 m/s^2 lassulással 25 méteren lassult, mielőtt egy álló teherautónak ütközött. Mekkora sebességgel következett ez be? Mennyi út kellett volna még a megálláshoz?

Megoldás:

Az $S = (v_1^2 - v_2^2) / (2 * a)$ összefüggésből $v_2 = \sqrt{v_1^2 - 2 * S * a}$

$$v_2 = \sqrt{25^2 - 2 * 25 * 6} = \sqrt{625 - 300} = \sqrt{325} = 18 \text{ m/s} = 65 \text{ km/h}$$

Az ütközés 65 km/h sebességgel következett be.

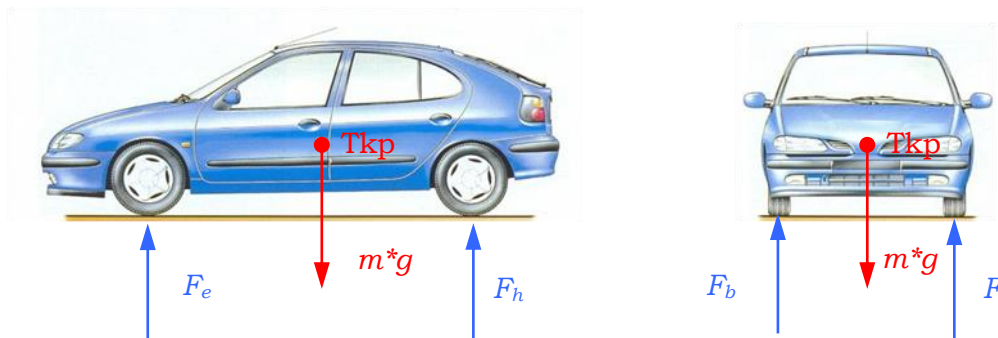
A 65 km/h sebességhez tartozó lassulási út (fékút):

$$S_u = v_2^2 : (2 * a) = 18^2 : (2 * 6) = 27 \text{ méter hiányzott a megálláshoz.}$$

1.2. Erőhatások és a tömegközéppont

A járművet érő erőhatások egy része a tömegközéppontban „támad”.

A tömegközéppont magassága, helye hossz- és keresztirányban.



1.3. ábra. A járműre ható gravitációs és támaszerők erők

A tengelyterhelés és a kerékterhelés: (F , newton, N)

- statikus
- dinamikus, a kerekek terhelése változhat,
 - a fékezés, lassítás, gyorsítás, kanyarodás,
 - a légellenállás, a légterelő hatása,
 - a jármű lengései és az útegyenetlenségek hatása miatt.

Feladat 1.2.

Mennyi a tengelyterhelésnek a magyar közutakon megengedett legnagyobb értéke?

Nézz meg a 6/1990. (IV.12.) KöHÉM rendelet. Mi az oka a szigorú korlátozásnak?

Feladat 1.3.

Készítsen rövid és egyszerű technológiát egy haszonjármű tengelyterhelésének üzemi mérésére!

Feladat 1.4.

Hogyan változik a tengelyterhelés, ha a jármű egyik tengelyét magasabbra emeljük? (Ezt használják a jármű tömegközéppont magasságának meghatározására.)

Feladat 1.5.

Vizsgálja meg, hogy egy tehergépkocsi vezetőfülke tetején levő légterelő hogyan befolyásolja a tengelyterhelést nagyobb sebességnél az álló helyzethez képest.

Az abroncsnyomás: a gumiabroncs levegő esetleg más gáz töltetének nyomása (p , kPa, bar).

Feladat 1.6.

Mekkora a légköri nyomás és mekkora egy átlagos személygépkocsi gumiabroncsának levegőnyomása bárban és kilopaszkalban?

Feladat 1.7.

Egy 4 kerekű gépkocsi tömege 1000 kg. Minden kerék terhelése azonos. Mekkora ez newtonban? Mekkora felületen érintkezik egy gumiabroncs a talajjal, ha a nyomás az előző példával azonos.

Feladat 1.8.

Lehetséges-e, hogy a gépkocsi kerekeinek függőleges terhelése számottevően nagyobb, mint azt a jármű tömege meghatározná? Gondoljon a Forma-1-es versenyautók karosszéria kialakítására és az ebből származó, nagy sebességnél fellépő erőkre.

1.3. A kerék és a talaj közötti kapcsolat

A kapcsolat lehet súrlódás vagy tapadás: $\mu = F_s/F_n$

Súrlódáskor a felületek relatív elmozdulása nagy, a szlip 100%.

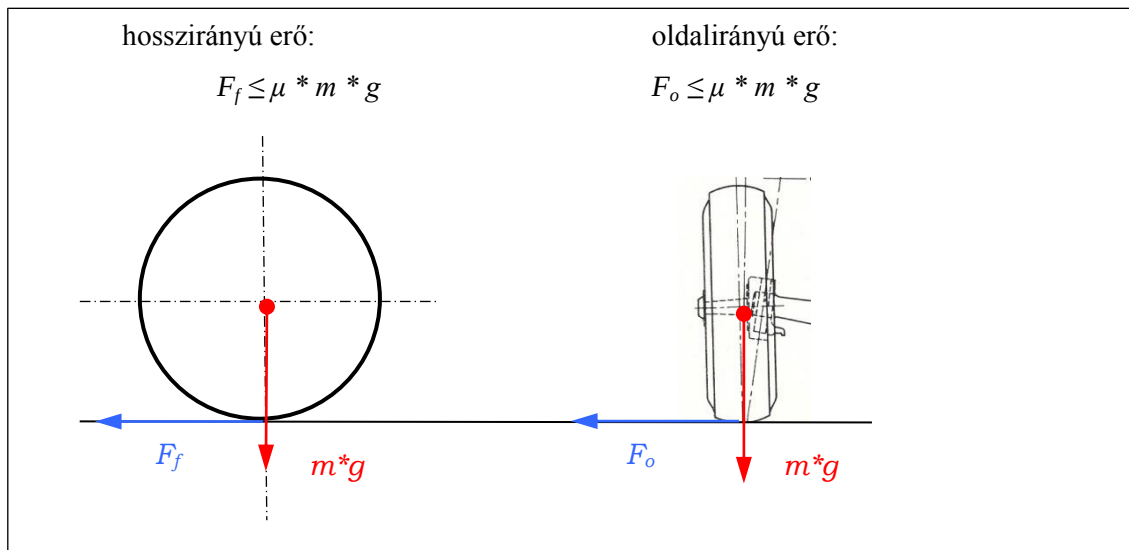
Tapadás esetén kicsi a relatív elmozdulás, a szlip 0% is lehet.

Gumiabroncsnál a legnagyobb tapadást kb. 20%-os szlipnél érhetjük el.

Súrlódási tényező (μ_s)	pl. gumiabroncs jégen:	$\mu_s = 0,1$
	pl. száraz aszfalton:	$\mu_s = 0,6$
Tapadási tényező (μ_t)	pl. száraz aszfalton:	$\mu_t = 0,8$

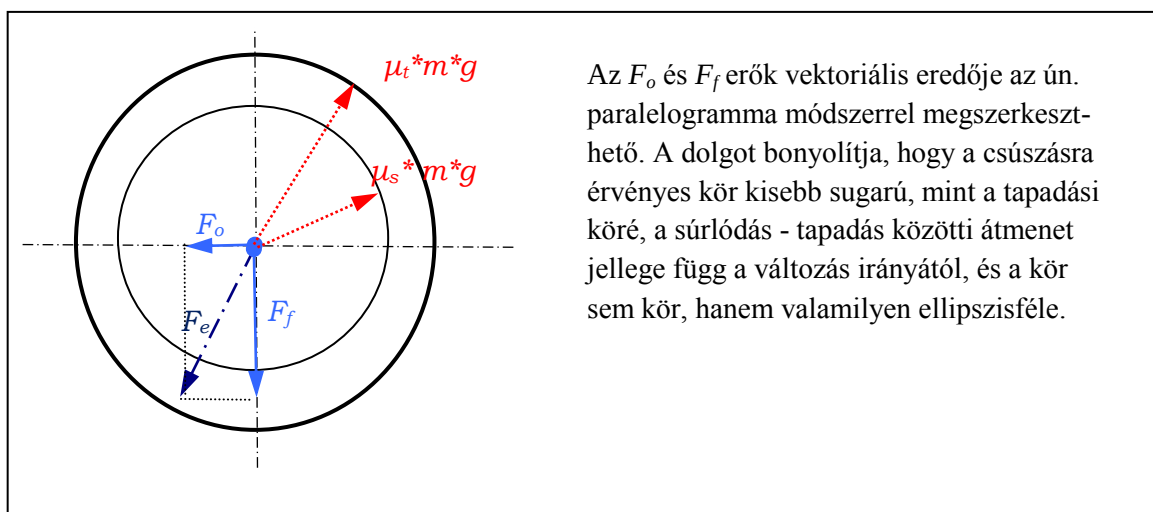
A tapadás és a csúszás (súrlódás) közötti átmenet függ a váltás irányától.
(Lásd a tapadási erő kettős kördiagramját.)

1.3.1. A kapcsolati erők az útfelület és a gumiabroncs között



1.4. ábra. A kapcsolati erők az útfelület és a gumiabroncs között

A hossz- és az oldalirányú kapcsolati erők vektoriális összegzése, a tapadási erő kördiagramja



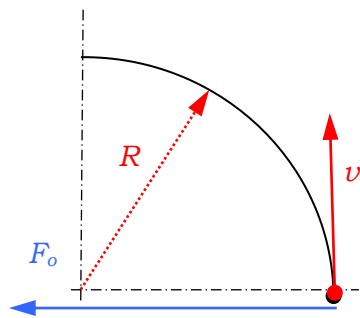
1.5. ábra. A kapcsolati erők eredője a kördiagramban

Feladat 1.9.

Szabad-e kanyarban fékezni? Ha igen, milyen mértékben?

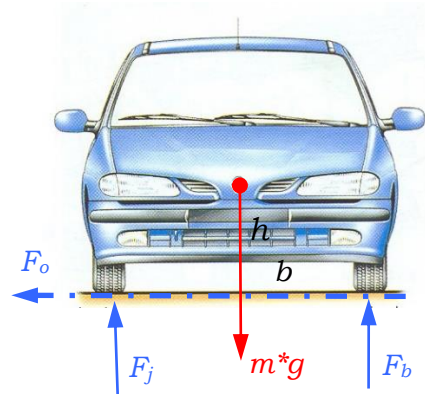
Válaszához használja fel a tapadási erő kördiagramját.

1.3.2. Jármű kanyarodása sík úton, R sugáron



Ahhoz, hogy a jármű R sugáron v sebességgel kanyarodjon F_o oldalirányú erő szükséges, és $a = v^2/R$ oldalgyorsulás lép fel. Ezt az oldalirányú erőt ebben az esetben a súrlódási/tapadási erő szolgáltatja.

$$F = m \cdot a = m \cdot v^2/R \quad F_o = \mu \cdot m \cdot g$$



1.6. ábra. A kanyarodó járműre ható erők

A kanyarodási határsebesség kicsúszás esetére:

$$v = \sqrt{(g \cdot R \cdot \mu)}; \text{ ahol}$$

μ : a súrlódási vagy tapadási tényező.

g : a gravitációs gyorsulás $g \approx 10 \text{ m/s}^2$

A kanyarodási határsebesség borulás esetére:

$$v = \sqrt{(g \cdot R \cdot b/(2h))}; \text{ ahol}$$

b : nyomtáv,

h : tömegközéppont magassága.

Az, hogy kicsúszik vagy borul a jármű a μ és a $b/(2h)$ viszonyától függ.

Megjegyzések:

A mindennapi közlekedésben a rendelkezésre álló tapadásnak csak felét - harmadát használjuk ki. A bedöntött (ún. túlemelt) kanyarban a gravitációs erő lejtősíkba eső komponense (és vízszintes vetülete) „segít” a kanyarodásban.

Feladat 1.10.

Egy személygépkocsi legkisebb fordulókörének átmérője 10 méter. Az útra jellemző tapadási tényező 0,8. Mekkora lehet az ilyen kanyarodás határsebessége? Mekkora, ha a tapadást csak feléig használjuk ki? Csak nem feleakkora a határsebesség?

Feladat 1.11.

Egy 1000 kg tömegű gépkocsi bekanyarodásához 3000 N oldalero szükséges. A tapadási tényező 0,5. Mekkora lehet a fékezési erő, hogy a gépkocsi kerekei ne csússzanak meg a kanyarban? Mekkora ekkor az oldalirányú és mekkora a fékezési lassulás? Mekkora sugáron kanyarodik a gépkocsi, ha sebessége 60 km/h?

Feladat 1.12.

Egy gépkocsi nyomtávolsága 1,4 méter, a tömegközéppont magassága 0,5 méter. A jeges útfelület tapadási – csúszási tényezője 0,2. Kicsúszik vagy felborul a gépkocsi egy adott kanyarban? És ha kerekeinek külső oldalával egy magas szegélynek ütközik?

Feladat 1.13.

Egy magas rakományú kamion nyomtávolsága és tömegközéppontjának magassága egyaránt 2,2 méter. Az útfelület tapadási tényezője 0,7. Kicsúszik vagy felborul a kanyarban a jármű?

Feladat 1.14.

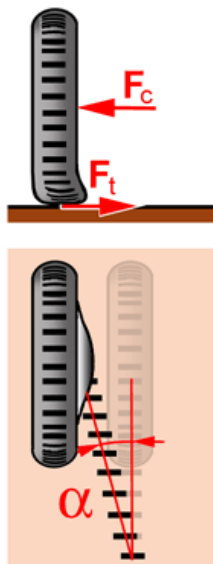
Miért nem lehet a közutakat kanyarban úgy bedönteni, ahogy ezt egy versenypályán tehetik?

Feladat 1.15.

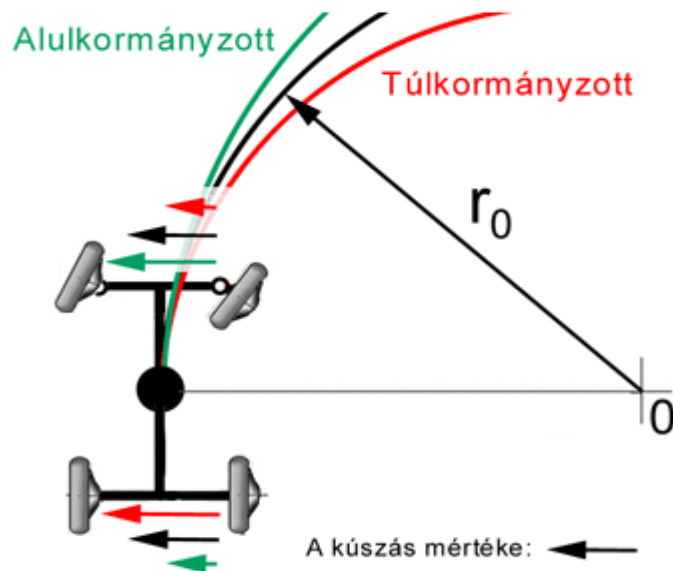
Hogyan lejt (az út keresztmetszelményét tekintve) a körforgalom útpályája és miért?

1.3.3. A járművek saját-kormányzási tulajdonságai

Az alulkormányzott autó „kevésbé”, a túlkormányzott: „jobban” fordul, mintsem azt a kormányzott kerekek állása indokolná. A szög, amit az abroncs síkja és haladási iránya bezár az gumiabroncs kúszási szöge: α . Melyik erő okozza ezt a jelenséget?

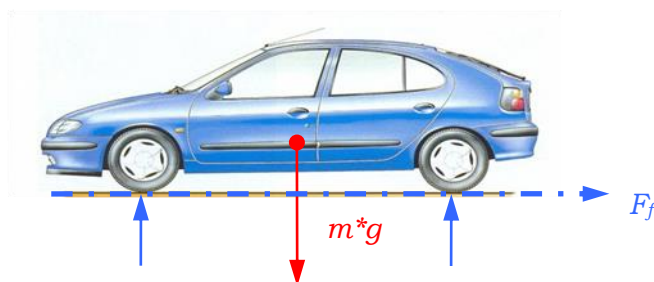


1.7. ábra. A gumiabroncs kúszási szöge



1.8. ábra. A gépkocsi sajátkormányzási tulajdonságai

1.3.4. A járművek fékezése



1.9. ábra. A fékező erő

$$F_f = \mu * m * g = m * a$$

$$\rightarrow a = \mu * g$$

Csak az összes kerék
fékezésekor igaz!

A fékút (S_u)

A v sebességű, m tömegű test mozgási energiáját a fékezési erő S_u fékúton emészti fel.

Egyes tényezők elhanyagolásával:

$$E_{\text{mozgási}} = E_{\text{disszipációs}}$$

$$\frac{1}{2} * m * v^2 = F_f * S_u \quad \rightarrow \quad \frac{1}{2} * m * v^2 = \mu * m * g * S_u \rightarrow S_u = \frac{v^2}{2 * \mu} \quad (2 * a)$$

Ám a fék működtetéséhez idő kell.

A fékműködtetési idő „az ember és a gép késedelme” (t_k) 1,0 másodperc, melyből:

az átlagos gépkocsivezető reakcióideje: 0,7 másodperc,

a hidraulikus fékrendszer működési késedelme: 0,3 másodperc.

A féktávolság (S_{ft})

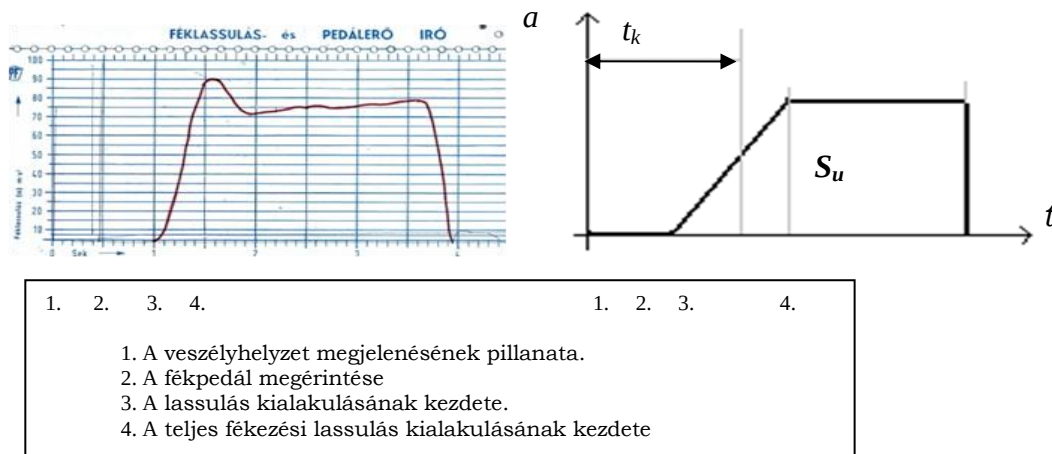
A fékműködtetési idő alatt megtett út + a fékút

$$S_{ft} = v * t_k + v^2 : (2*a)$$

Feladat 1.16.

Ha a gépkocsivezető - valamilyen okból - csak 3 másodperc után határozza el a fékezést, mekkora utat tesz meg fékezetlenül 50 km/h sebesség esetén?

A fékezési folyamat diagramja, lassulás az idő függvényében



1.10. ábra. A valóságos és az egyszerűsített fékezési folyamat lassulás – idő diagramja

Az üzemi fékre előírt lassulás legkisebb értéke a 6/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet szerint, melyet a kerekek megcsúszása nélkül kell teljesíteni. Néhány példa az előírásra:

személygépkocsi 5,8 m/s²

tehergépkocsi 5,0 m/s²

mezőgazdasági vontató 3,0 m/s²

A fékezés biztonsági alapelve:

csúszó súrlódás a kerékfék szerkezetnél,
 gördülés (tapadás) a gumiabroncsnál.

Feladat 1.17.

Miért romlik a biztonsági szint, ha a gépkocsi fékezett kereke blokkol?

Mit gondol melyik kerék blokkolása (csúszása) a veszélyesebb? Az elsőé vagy a hátsóé?

Válaszát indokolja is meg!

Feladat 1.18.

Kézenfekvő, hogy a blokkoló kerék féknyomot hagy a száraz aszfaltburkolaton. A blokkolásgátlóval (ABS) ellátott gépkocsi kereke is hagy nyomot erős fékezésnél?

Feladat 1.19.

Mekkora lassulást lehet elérni tapadással egy kiváló személygépkocsival és gumibronccsal a legjobb útviszonyok mellett?

Feladat 1.20.

Egy gépkocsi 25 méter hosszú, 8 m/s^2 átlagos lassulással jellemezhető féknyomot hagyva áll meg. Mekkora volt a sebessége a féknyom kezdetén?

Feladat 1.21.

Egy gépkocsi egy száraz úton 50 km/h sebességről teljes pedálerővel fékezve 20 méteres féknyomon áll meg. Megfelel-e fékberendezése a lassulás tekintetében a jogszabály előírásainak?

Feladat 1.22.

Mekkora a fékút és a féktávolság 50 km/h sebesség, 1 másodperc fékkésedelmi idő és a 0,7-es tapadási tényezőt minden keréken kihasználó esetben? Mekkora kétszer ekkora sebességnél? Csak nem kétszer akkora?

1.4. Járművek ütközése (fakultatív anyagrész csak leendő szakértőknek)

Az alábbiakban a „ v ” sebességvektort jelent, ezért a számításokhoz felveendő egy pozitív irány (pl. $\rightarrow$). Az ütközés utáni mennyiségek vesszővel (') jelzettek.

Fizikai összefüggések:

Az energia-megmaradás törvénye: $\Sigma E_{mozg} = \Sigma E_{mozg}' + \Sigma E_{def}$

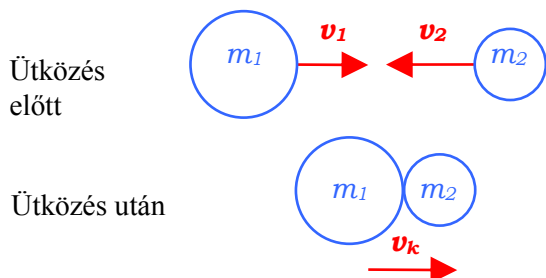
A lendület-megmaradás törvénye: $m_1 * v_1 + m_2 * v_2 = m_1 * v_1' + m_2 * v_2'$

Deformációs energia: $\Sigma E_{def} = \frac{1}{2} * (1 - k^2) * m_1 * m_2 * (v_1 - v_2)^2 : (m_1 + m_2)$

Az ütközési tényező: $k = (v_2' - v_1') : (v_1 - v_2) ; \quad 0 \leq k \leq 1$

Egyszerű ütközések:

Rugalmatlan ütközés ($k = 0$)



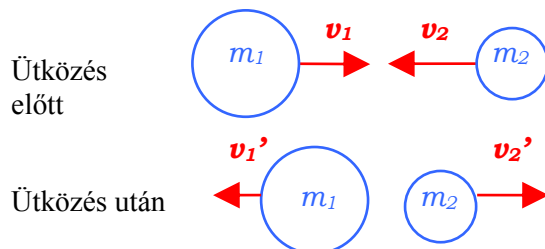
Ütközés után a két test

v_k közös sebességgel mozog:

$$v_k = (m_1 * v_1 + m_2 * v_2) : (m_1 + m_2)$$

Az ütközési tényező: $k = (v_2' - v_1') : (v_1 - v_2) = 0$

Rugalmas ütközés ($k = 1$)



$$v_1' = v_k - (v_1 - v_2) * m_2 : (m_1 + m_2)$$

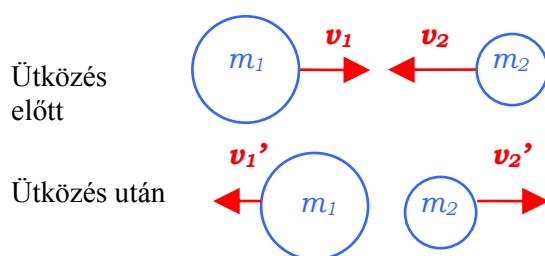
$$v_2' = v_k + (v_1 - v_2) * m_1 : (m_1 + m_2)$$

ahol v_k : a kvázi közös sebesség

$$v_k = (m_1 * v_1 + m_2 * v_2) : (m_1 + m_2)$$

Az ütk. tényező: $k = (v_2' - v_1') : (v_1 - v_2) = 1$

„Tökéletlenül rugalmatlan” ütközés ($0 < k < 1$)



$$v_1' = v_k - k * (v_1 - v_2) * m_2 : (m_1 + m_2)$$

$$v_2' = v_k + k * (v_1 - v_2) * m_1 : (m_1 + m_2)$$

ahol v_k : a kvázi közös sebesség

$$v_k = (m_1 * v_1 + m_2 * v_2) : (m_1 + m_2)$$

Az ütközési tényező: $0 < k < 1$

A valóságban:

A járművek nem centrálisan ütköznek, ezért fel is emelkedhetnek és pöröghetnek is.

Az ütközési tényező általában $0 < k < 0,3$; mely függ a sebességtől is.

Az ütköző járművek deformálódnak, az ütköző felületek egymáson elmozdulnak (súrlódás), de össze is akadhatnak.



1.11. ábra. Ütközéskor a hátsó részek fel is emelkedhetnek

A járművek ütközési deformációira, annak helyére és mértékére jellemző az ún. EES-érték (energia-egyenértékű sebesség). Ez egy olyan képzett sebesség, mely jellemző egy végtelen tömegű és nem deformálódó falnak ütköző jármű deformációinak mértékére. Ezeket kísérletsorozatok alapján állapítják meg.



1.12. ábra. A motorkerékpár merev falnak ütközési sebessége 58 km/h volt

Mintapéllda

Két azonos típusú, tömegű és sebességű jármű szemben ütközik, majd megállnak.

Tegyük fel, hogy az ütközés (tökéletesen) rugalmatlan, azaz $k = 0$.

Mekkora lesz az ütközés utáni közös sebességük?

Hová lesz a járművek mozgási energiája?

Megoldás:

$$v_k = (m_1 * v_1 + m_2 * v_2) : (m_1 + m_2)$$

$$\text{mivel } m_1 = m_2 = m \text{ illetve } v_1 = v \text{ és } v_2 = -v (!)$$

(szemben mozogva ütköznek)

$$v_k = (m * v - m * v) : (m + m) = 0 : 2m = 0;$$

azaz az ütközés utáni, közös sebességük 0 lesz.

A járművek mozgási energiája elsősorban deformációvá alakul.



1.13. ábra. Két személygépkocsi frontális ütközése teljes átfedéssel

Feladat 1.23.

Két azonos típusú, 1000 kg tömegű jármű ütközik oly módon, hogy a 90 km/h sebességű utoléri a 72 km/h sebességgel előtte haladót, majd ütközés után együtt mozogva megállnak. Tekintsük az ütközést

(tökéletesen) rugalmatlannak. Mekkora lesz az ütközés utáni közös sebesség? Mekkora lesz a járművek rongálódására jellemző deformációs energia?

Mintapélda

Egy 4.000 kg tömegű, 54 km/h (+ → 15 m/s) sebességű (1) gépkocsi szemből ütközik egy 1000 kg tömegű, 90 km/h (- → 25 m/s) sebességű (2) gépkocsival. Az ütközés túlnyomórészt rugalmatlan, azaz $k = 0,2$. Mekkora lesz a járművek ütközés utáni sebessége?

Megoldás:

A v_k : kvázi közös sebesség

$$v_k = (m_1 * v_1 + m_2 * v_2) : (m_1 + m_2)$$

$$v_k = (4000 \text{ kg} * 15 \text{ m/s} - 1000 \text{ kg} * 25 \text{ m/s}) : (4000 + 1000) \text{ kg}$$

$$v_k = (60.000 - 25.000) : 5000 = 7 \text{ m/s} = 25,2 \text{ km/h} \approx 25 \text{ km/h} + \rightarrow$$

A járművek ütközés utáni sebessége

Az 1. (itt nagyobb tömegű és kisebb sebességű) jármű:

$$v_1' = v_k - k * (v_1 - v_2) * m_2 : (m_1 + m_2)$$

$$v_1' = 7 \text{ m/s} - 0,2 * (15 + 25) \text{ m/s} * 1000 \text{ kg} : (1000 + 4000) \text{ kg}$$

$$v_1' = 7 \text{ m/s} - 0,2 * 40 \text{ m/s} * 1000 \text{ kg} : 5.000 \text{ kg} = 7 \text{ m/s} - 1,6 \text{ m/s}$$

$$v_1' = 5,4 \text{ m/s} = 19,44 \text{ km/h} \approx 19 \text{ km/h} + \rightarrow$$

Az ütközési sebességváltozás mértéke:

$$\Delta v_1 = v_1 - v_1' = 54 \text{ km/h} - 19 \text{ km/h} = 35 \text{ km/h}$$

A 2. (itt kisebb tömegű és nagyobb sebességű) jármű:

$$v_2' = v_k + k * (v_1 - v_2) * m_1 : (m_1 + m_2)$$

$$v_2' = 7 \text{ m/s} + 0,2 * (15 + 25) \text{ m/s} * 4000 \text{ kg} : (1000 + 4000) \text{ kg}$$

$$v_2' = 7 \text{ m/s} + 0,2 * 40 \text{ m/s} * 4000 \text{ kg} : 5.000 \text{ kg} = 7 \text{ m/s} + 6,4 \text{ m/s}$$

$$v_2' = 13,4 \text{ m/s} = 48,2 \text{ km/h} \approx 48 \text{ km/h} + \rightarrow$$

Az ütközési sebességváltozás mértéke:

$$\Delta v_2 = v_2 - v_2' = -90 \text{ km/h} - 48 \text{ km/h} = -138 \text{ km/h} (!)$$

Feladat 1.24.

Egy 20.000 kg tömegű, álló tehergépkocsinak ütközik egy 1000 kg tömegű, 126 km/h sebességű személygépkocsi. Az ütközés túlnyomórészt rugalmatlan, azaz $k = 0,25$.

Mekkora lesz a járművek ütközés utáni sebessége?

Mekkora a személygépkocsi ütközési sebességváltozása?

Feladat 1.25.

Egy 20.000 kg tömegű, 54 km/h sebességű tehergépkocsi és egy 1000 kg tömegű, 126 km/h sebességű gépkocsi ütközik egymással szemben. Az ütközés túlnyomórészt rugalmatlan, azaz $k = 0,25$.

Mekkora lesz a járművek ütközés utáni sebessége?

Mekkora az ütköző járművek ütközési sebességváltozása?

Hogyan változna a helyzet, ha egy irányban haladva ütköztek volna?

Feladat 1.26.

Miért fordult meg az 1.14. ábrán látható személygépkocsi az ütközés után?



1.14. ábra. Szemben ütköztek

2. A JÁRMŰVEZETŐ EMBER EGYES ÉLETTANI SAJÁTOSSÁGAI

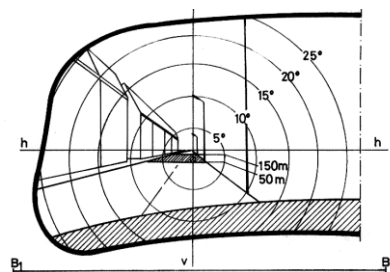
2.1. A látás

A járművezető ember a környezeti információk nagyobbik felét a látás útján nyeri. Az emberi szem elsődleges fénytörő apparátusa: a szemlencse, a felvevő készülék: az ideghártya. Receptorok: csapok a színekre, a pálcikák a kontrasztra reagálnak. Az agyban levő látókéreg milliónyi idegsejtje (neuronja) megfejtí a retinában kódolt és részben feldolgozott információt. Iga, hogy elsősorban az agyunkkal látunk. (V.ö. optikai csalódások.) Látásunk 4 komponense: a fény – a mozgás – az alak – a tér. Az agyunk ízekre szedi a látványt, és újból összerakja, de hogy hogyan csinálja, az ma még titok.

A járművezető látásának egyes műszaki és fízíológiai jellemzői:

Látótér az, ami a szemünk elé kerül.

Látószög: a tárgy két szélső pontjából szemünkhöz vezető egyenesek által bezárt szög. Lehet térszög is. A járművet vezető ember az éleslátás tartományába eső, kb. 5 fokos kúpszög alatt (kb. 6 milliszteradián) figyelí az útnak tőle 50 ... 150 méterre levő részét.



2.1. ábra. A gépkocsiveető látótére

A látásélesség (vizus) a látószög fokpercben kifejezett reciproka. egy szemre vonatkoztatva.
(1 fokperc = 1-es vizus.)

Feladat 2.1.

Figyelje meg a bal oldali képet. Így lát egy kis látásélességű gépkocsiveető. Ön rögtön látja az útestre lépő gyalogost?



2.2. ábra. A látásélesség szemléltetése

Az akkomodáció a látóélesség alkalmazkodása. (Pillantásváltás az út és a műszerfal között.)

A kontrasztérzékenység. Az emberi szem számára akkor látható valami, ha annak részei vagy háttere között fényűréség-különbség áll elő. Ez a kontraszt. Ha nincs elegendő kontraszt, pl. a sötétruhás gyalogos és a háttere, avagy a jelzőlámpa és a háttere között, nem láthatjuk a gyalogost a vagy a jelzést.

Az adaptációs állapot, a szemet érő megvilágítással jellemezhető. Nagyobb megvilágításnál kisebb a kontrasztérzékenység. Ezért nem látjuk éjszaka a gyalogost, ha a szemben jövő elvakít.

2.2. További érzékszervek a járművezetéshez

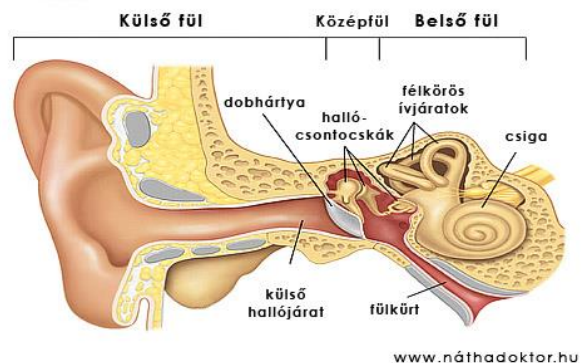
A bőrfelületünk által érzékeljük a jármű sebességváltozásából származó erőket.

Mit gondol: Lehet-e valamilyen járművet állva vezetni?

A hallás és az egyensúlyszerv. A közlekedésben a hallás jelentősége csak másodlagos. Ugyanez a gyalogosokra is igaz?

Feladat 2.2.

Kaphat-e jogosítványt személygépkocsi vezetésére a hallásában 100%-ban károsodott személy?



2.3. ábra. A hallás és az egyensúly szerve

2.3. A járművezetés fiziológiai tényezői

Az életkor.

A fáradtság (a vezetési és pihenési idő).

Feladat 2.3.

Van-e a jogosítvány megszerzésének életkori határa (alsó és felső)?

Miért olyan szigorú az előírás a tehergépkocsi-vezetők vezetési és pihenési idejére vonatkozóan?

Az érzelmi állapot, az idegállapot.

Az időjárás hatása (hőmérséklet, légnyomás, frontérzékenység.)

Gyógyszerek és narkotikumok. Kábítószeres és az alkohol.

Az alkohol. 1 liter vérben 1 gramm abszolút alkohol 1‰-et jelent.

0,3‰: nincs befolyásoltság

0,6‰: nagyon enyhe befolyásoltság

1,0‰: enyhe befolyásoltság („spicces”)

2,0‰: közepes befolyásoltság (kb. 1 liter bor)

3,0‰: súlyos részegség

4,0‰: heveny alkoholmérgezés

2.4. A gépkocsivezetés – gépkezelés ergonómiájáról

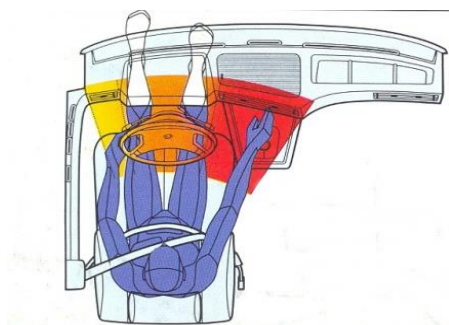
Az ergonómia az ember és a gép kapcsolatát jelenti. A gépeken, járműveken a kezelőszerveket célszerűen, az ember fiziológiai adottságának megfelelően kell elhelyezni.

Az elsődleges (pl.: a vészleállító gomb),
a kevésbé fontos (pl.: a világításkapcsoló),
a mellékes (pl.: a szellőzés) kezelőszervek csoportba foglalása.

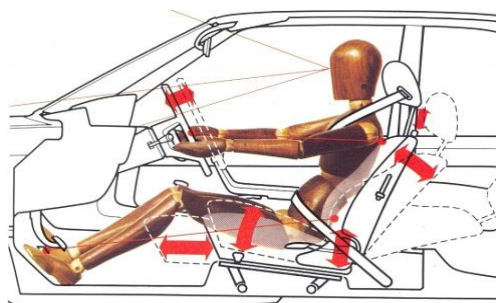
A működtetés erőigénye. Pl.: a pedálerő a vezetőülésből legfeljebb 600 N lehet.

A működtetés mozgásjellemzői. Irány, arányosság, növelés, csökkentés.

Pl.: a kar húzása vagy emelése vagy a kar jobbra fordítása: bekapcsolás vagy a működés növelése. Védelem a véletlen vagy illetéktelen működtetés ellen.



2.4. ábra. A kezelőszervek csoportjai



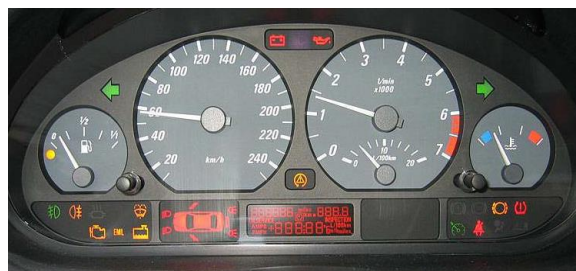
2.5. ábra. A vezetőülés állíthatósága

A műszerek és jelzések kialakítása, elhelyezése, láthatósága.

Feladat 2.4.

Fejtse meg a képen látható műszerfal jelzéseit!

Tippelje meg: A továbbhaladás szempontjából mit jelent egy zöld színű jelzés, egy sárga lámpa ki-gyulladás és egy piros jelzések megjelenése.

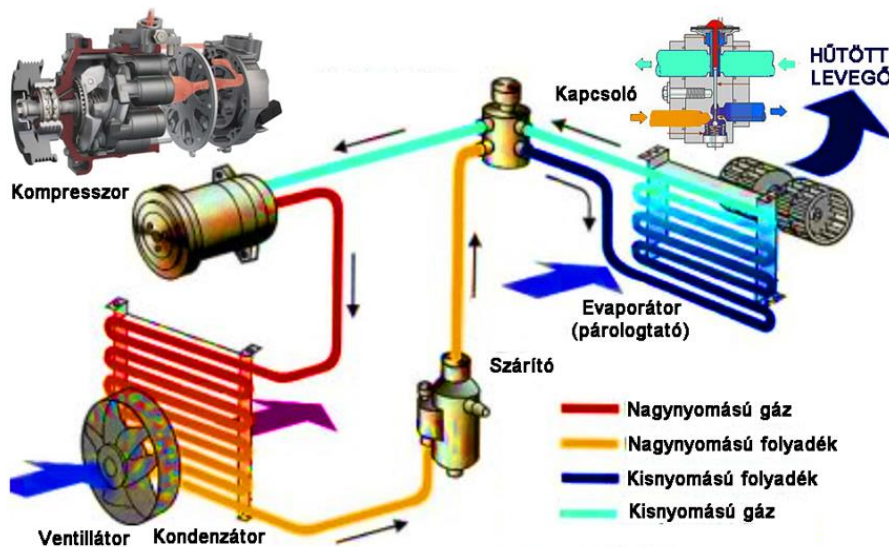


2.6. ábra. Egy műszerfal képe. Jelzések és jelképek

A gépkezelői hely: kilátás, üvegek, tükrök, fűtés, páratlanítás.

A kezelői ülések: alak- és méretjellemzői, állíthatóság, tömörség, borítóanyag stb.

Szellőzés, fűtés, hűtés stb. Alapelv: meleg láb - hideg fej.



2.7. ábra. Egy jármű légkondicionáló berendezés szerkezete és felépítése

2.5. Az emberi szervezet közlekedésbiztonsági értékelése

Reakcióidő és cselekvés.

Fékezés – elkörmányzás, működtetés – leállítás mind időt igényel. A működtetési idő „az ember és a gép késedelme”. Egyszerű jelzésre, veszélyre, eseményre adott egyszerű reakcióválasz.

Az ember:

Az átlagos reakcióidő egyszerű, ismert jelzésre, jelenségre: 0,7 másodperc. Fáradt, figyelmetlen, gyógyszer, alkohol stb. befolyása alatt a reakcióidő lényegesen nagyobb.

A gép(jármű):

A hidraulikus (fék)rendszer működési késedelme: 0,3 másodperc.

Egyszerű mechanikai rendszer működési késedelme: 0,5 másodperc.

A pneumatikus (fék)rendszer működési késedelme: 0,8 másodperc.

Összetett vagy hibás rendszereknél (pl.: túl nagy holtjáték esetén) a működési idő(késedelem) nagyobb.

Az emberi test tűrőképessége:

Ebben a pontban a földi gravitációs gyorsulást „g”-vel jelöljük („gé”-nek ejtendő), és nem tévesztendő össze a gramm tömegmértékegység rövidítésével („g”).

Az emberi testre nem a sebesség veszélyes, hanem annak változása. Ez a lassulás (gyorsulás), ami $a = \Delta v / \Delta t$. Egy „gé”-hez vagyunk szokva. $g \approx 10 \text{ m/s}^2$.

Az ettől nagyobb „gé” hatása:

A támasztószövetekben:	rándulás, ficam, törés.
A belső szervekben:	elmozdulás, átrendeződés.
A testnedvekben:	hidrodinamikai hatás.

A hatás függ: a gyorsulás (lassulás) nagyságától és irányától, időtartamától és változásának idejétől, valamint a szervezet állapotától. Még elviselhető: 40 ... 50 g, illetve néhány g/milliszekundum. Pl.: koponya és agyvelő: $a < 80 \text{ g}$, $t < 3 \text{ ms}$.

Néhány gyakorlati adat lassulásra, gyorsulásra:

Ugrás 2 méterről:	4 g
Anyahajóról felszálló vadászgép:	5 g
Vadászgép-pilóta szűk fordulóban (ájulás):	9 g
Gyalogos lámpaoszlopnak ütközik fejével:	10 ... 15 g
Kisbusz merev falnak ütközik 32 km/h sebességgel:	20 g
Esés IV. emeletről ugróponyvára:	10 g
Esés 10 méter magasról betonra, a felütközési sebesség 50 km/h	
ha a lefékeződési távolság: 30 centiméter:	30 g
ha a lefékeződési távolság: 10 centiméter:	100 g
ha a lefékeződési távolság: 5 centiméter:	200 g

Feladat 2.5.

Ellenőrizze, hogy mekkora lassulást kell elviselni annak a testnek (pl. ütköző motoros fejének), mely 50 km/h sebességgel 5 centiméteres lefékeződési távolsággal ütközik.

A gépjárművezetői - gépkezelői alkalmasság néhány kérdése:

- Látásélesség (vizus) és a szemüveg.
- Színlátás, színvakság, szintévesztés.
- Keringési és légzőszervi betegségek (pl.: magas vérnyomás, nagyfokú légszomj).
- Anyagcserezavarok (pl.: cukorbetegség és szövödményei).
- Mozgásszervi betegségek (pl.: végtaghiány).
- A mozgássérülteknek a speciálisan átalakított gépkocsi segít az amúgy rendkívül nehéz helyváltoztatásukban.

Az elmeállapot és az idegrendszeri betegségek. Ezek szakorvosi kérdések.

3. A GÉPJÁRMŰ-KÖZLEKEDÉS BIZTONSÁGA

Az aktív biztonsági rendszer célja, hogy a baleset ne következzen be.

Passzív biztonság: ha már bekövetkezett, ne legyen súlyos a következménye.

3.1. A járművezető ember

Kondíció, egészségi- és lelkiállapot, magatartás és jellem, ismeret, képzettség, rutin stb.

Észlelési sajátosságok, reakcióidő. Láthatóság és hallhatóság. (A reakcióidőt 2.5. pontban, a láthatóságot az 5.6.3. pontban részletezzük.)

3.2. A közlekedési környezet biztonsága

3.2.1. Az út átbocsátóképessége

Egy adott útvonal valamely keresztmetszetre vonatkozó teljesítőképessége, átbocsátóképessége. Egyszerű modell alapján. Képlettel:

$$N = (T_H * V) : (V * t_k) = T_H : t_k = 3.600 \text{ s/h} : t_k; \text{ ahol a}$$

$$T_H : \text{a hasznos időalap:} \quad T_H = 3.600 \text{ s/h.}$$

$$V : \text{a haladási sebesség:} \quad V = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s.}$$

$$t_k : \text{a követési idő(köz):} \quad t_k = 2 \text{ másodperc.}$$

$$\text{Egyben adódik, hogy a követési távolság:} \quad L_k = 40 \text{ méter.}$$

Az átbocsátóképesség:

$$N = 3.600 \text{ s/h} : 2 \text{ s} = 1.800 \text{ jármű/h. (Nem függ a sebességtől!?)}$$

Logikailag:

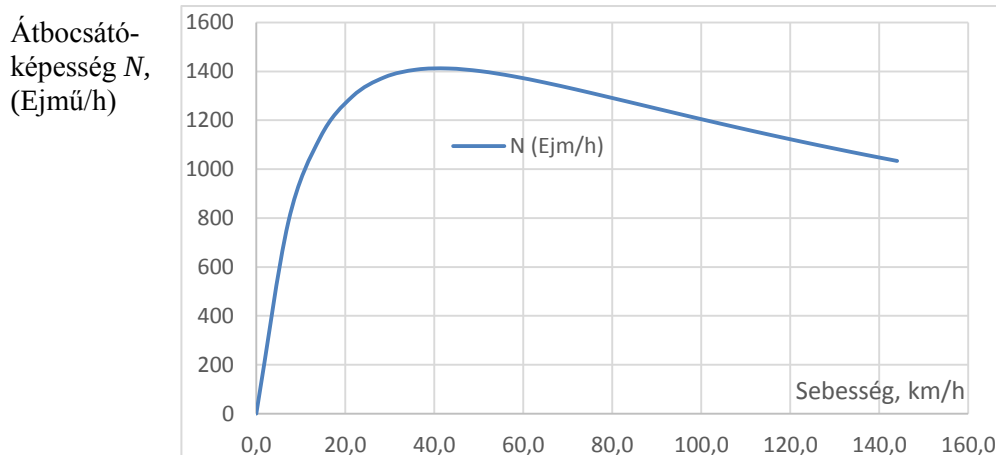
A jármű 1 óra alatt 72 km-t, azaz 72.000 métert tesz meg.

$$\text{A hasznos időalap:} \quad T_H = 3.600 \text{ s/h}$$

Ezen útszakaszon 1800 jármű „fér el”, mivel

$$N = 72.000 \text{ m/h} : 40 \text{ m/jármű} = 1.800 \text{ jármű/h.}$$

A valóság ettől bonyolultabb. Egy összetett modell szerint az átbocsátóképesség függ a sebességtől is. Ezt mutatja a teljesítményfüggvény diagramja.



3.1. ábra. Az út átbocsátó képessége a sebesség függvényében

Feladat 3.1.

Mi az oka, hogy az átbocsátó-képesség maximuma kisebb sebességnél van, és a sebesség növelésével nemhogy nőne, még csökken is?

Néhány kerekített adat az átbocsátó-képességre sávonként (nyomonként):

Elméleti maximum:	1.800 Ejmú/h,
gyakorlati maximum:	1.600 Ejmú/h,
jelzőlámpás kereszteződésben:	1.400 Ejmú/h.

Feladat 3.2.

A fenti adatok egy nyomsávra vonatkoznak. Két sáv alkalmazása kétszer akkor kapacitást eredményez? Ha nem, miért nem?

Az út sávjainak száma száma és a kapacitás:	1 sáv 100%
	2 sáv 175%
	3 sáv 250%

Feladat 3.3.

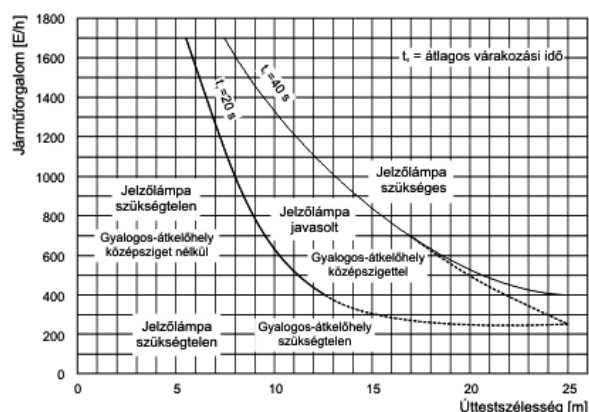
Kézenfekvő, hogy ha a forgalom sűrűsége túl nagy, megnő a balesetveszély. Miért?

3.2.2. A közúti csomópontok forgalombiztonsági szempontjai

A közúti közlekedés neuralgikus pontja az utak kereszteződése. A legegyszerűbb esetben két út keresztezi egymást, és az áthaladási elsőbbséget sem tábla, sem jelzőlámpa nem szabályozza. De van az ún. „jobbkez-szabály”. Ilyenkor a közlekedés biztonsága kimerül a kereszteződés beláthatóságának biztosításában. A kereszteződésben az elsőbbséget táblák is szabályozhatják, természetesen a nagyobb forgalmú iránynak adva elsőbbséget.

Ha az elsőbbséggel rendelkező út forgalma akkora, hogy a becsatlakozás hosszú ideig szinte lehetetlen, az elsőbbséget forgalomirányító jelzőlámpa rendszerrel kell szabályozni. A jelzőlámpák egyezményes jelrendszer segítségével időben választják szét a csomópontban, azonos területen haladni kívánó járműveket, gyalogosokat.

A jelzőlámpa alkalmazás egyik meghatározó paramétere forgalom nagysága és az út szélessége.



3.2. ábra. A jelzőlámpás forgalomirányítás szükségessége a forgalom nagysága és az útszélesség függvényében

Feladat 3.4.

Keressen még legalább egy közlekedésbiztonsági okot, ami indokolhatja a forgalomirányító jelzőlámpa- rendszer alkalmazását.

A jelzőlámpás kereszteződésekben a balra kanyarodás megoldása lehet

- konfliktusmentes, ún. nyílas zöld vagy
- konfliktusos, az ún. „telezöld”. Autós körökben ez utóbbi közutálatnak örvend.



3.3. ábra. Baleset egy „telezöldes” kereszteződésben. A kanyarodási szabályait is be kell tartani

Feladat 3.5.

Hogyan befolyásolja a kereszteződés áteresztő képességét, ha a „telezöldet” átalakítanák a kötelező haladási irányt is jelző ún. nyilas zöldre?

A körforgalmú csomópont

a csatlakozó utak között egy középsziget köré épített egyirányú forgalmú körpályával létesít kapcsolatot. A forgalom iránya (az európai kontinensen) felülről nézve az óramutató járásával ellenkező irány, és a benne haladónak van elsőbbsége. 1970 előtt is alkalmazták, ma újra népszerű.



3.4. ábra. Egy egyszerű körforgalom távlati képe

Feladat 3.6.

Milyen forgalombiztonsági előnyei vannak a körforgalomnak?

Feladat 3.7.

Vannak hátrányai is a körforgalomnak? Gondoljon a gyalogos – kerékpáros forgalomra.

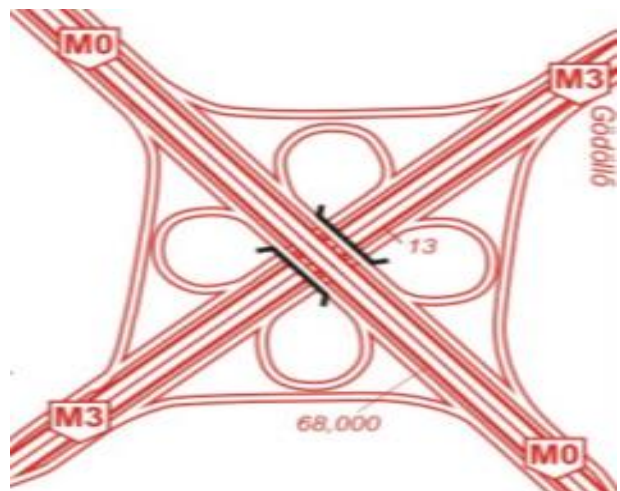


3.5. ábra. Egy kétsávos körforgalom távlati képe a gyalogos átkelési utakkal

Érthető, hogy a külön-szintű közúti csomópont baleseti helyzete a legkedvezőbb. Egy klasszikus lóhere alakú csomópont jellegrajzát mutatja a 3.6. ábra.

Feladat 3.8.

A 3.6. ábrán a két autópálya külön szinten keresztezi egymást. Ám az összekötő utak fonódása szintben történik, például az ábra alján, a M3 – M0 közötti „rombusz oldalú” átvezetés csatlakozása. Itt hogyan növelik a becsatlakozás biztonságát?



3.6. ábra. Külön szintű kereszteződés egy lóhere alakú csomópontban

Feladat 3.9.

Mi az oka annak, hogy egyes csomópontoknál nem teljes a lóhere, azaz nem mindegyik ágat (ívet) építik meg?

3.2.3. Egyéb forgalombiztonsági szempontok

Az időjárási viszonyok

A köd: a közlekedés-meteorológia látótávolságai Ingenieurbüro Schimmelpfennig szerint:

Feladat 3.10.

90 km/h sebesség mellett, közepes ködben belátjuk-e a 70 km/h sebességű jármű megelőzéséhez szükséges útszakaszt? Gondoljon a szemben közeledőre is.

Látótávolság	Ködfajta
900 – 500 méter	Könnyű köd
450 – 200 méter	Közepes köd
200 – 50 méter	Erős köd
< 50 méter	Sűrű köd

A csapadék is csökkenti a látótávolságot, mintegy elmaszatolja a látványt, nem szólva az útburkolatot ellepő víz, hó, jég kedvezőtlen súrlódási – tapadási jellemzőiről.

Az úttest és a levegő hőmérséklete is fontos lehet közlekedés biztonsági szempontból. Egynéhány fok léghőmérséklet mellett a közúti felüljáró alatt átfújó szél miatt az útburkolat „le is fagyhat”.

Az útburkolat minősége:

Aszfalt, beton, „makadám”, kockakő, földút stb. A tapadás szempontjából a legfontosabb a burkolat kopórétegének szemcseméret-eloszlása és a felület „bevonata”.

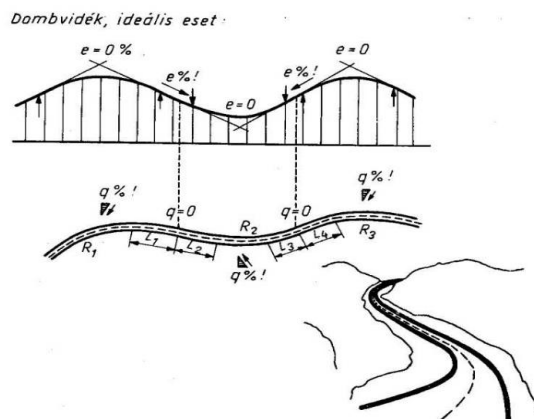
Feladat 3.11.

Vesse össze az aszfaltburkolatú illetve a jeges útra érvényes tapadási – súrlódási tényezőket.

Számítsa ki, milyen mértékben kell csökkentenünk a sebességet, hogy a jeges úton ugyanakkora távolságon tudjunk megállni, mint 50 km/h sebesség és száraz útviszonyok között.

Az út függőleges ($e\%$) és vízszintes (R) vonalvezetése

Egy közút legnagyobb emelkedése az út fajtájától függően csak néhány % lehet. A közlekedési szabályok a 10%-os emelkedőt (vagy lejtőt) már erősnek tekintenek. Az egymást követő lejtők és emelkedők bukkanót rejtenek, ezért lehet itt az előzés tilos.



3.7. ábra. Az út függőleges és vízszintes vonalvezetése

Feladat 3.12.

Hogyan csökkentené az itt jelentkező veszélyt?

Fekvő rendőr és egyéb akadályok.

Az út műtárgyainak és tartozékainak biztonsági jellemzői:

Az útkorlát:

Legfontosabb követelmények:

Deformálódó és energiaelnyelő legyen. A járművet az úton tartsa.

Kellően magas legyen, hogy ne lehessen „átugrani”.

A tartóoszlopok az úton kívül legyenek, hogy ütközéskor ne akadjon meg a jármű.



3.8. ábra. Egy útkorlát, mely ellátta feladatát

Az útburkolati jelek, jelzőtáblák, jelzések láthatósága és felismerhetősége

A forgalmi viszonyok (sűrűség, összetétel stb.).

Forgalomirányítási rendszerek legfontosabbja a forgalomirányító jelzőlámparendszer.

Információs rendszerek: tengelyszámlálótól a forgalomellenőrzési kamerarendszerig.

Feladat 3.13.

Elemezze a 3.8. ábrán látható útkorlátot. Eleget tett-e a fenti követelményeknek?

Feladat 3.14.

Ön szerint hány jelzőtábla lehet egy oszlopon ahhoz, hogy azok még felismerhetők legyenek a megengedett sebességgel haladó gépkocsivezető számára?

Feladat 3.15.

Miért nő a balesetveszély a hosszú emelkedőn felfele haladó járművek esetén? Milyen megoldást ajánl ennek kiküszöbölésére?

Feladat 3.16.

Milyen közlekedésbiztonsági előnyei vannak az összehangolt forgalomirányító jelzőlámparendszernek, köznapin nevének a zöldhullámnak?

Feladat 3.17.

Fejtsen meg a traffipax fényképéről
minél több adatot.



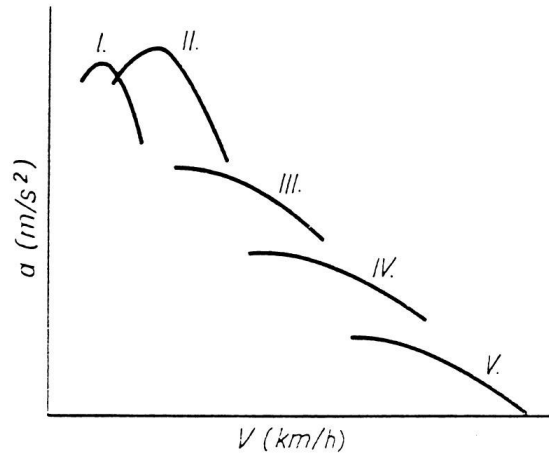
3.9. ábra. Egy gyorsajtás drága fényképfelvétele

3.3. Járművek aktív biztonsága

3.3.1. A gyorsító képesség

Amitől függ:

- motorteljesítmény,
- motor nyomatéka,
- sebesség és fokozat,
- hajtásképlet,
- gumiabroncs,
- kipörgésgátló (ASR)
- stb.



3.10. ábra. Egy haszonjármű gyorsulása a sebesség függvényében

Feladat 3.18.

Mi az oka annak, hogy néha II. fokozatban nagyobb a gyorsító-képesség, mint az I. fokozatban?

Néhány adat gumikerekes járművek gyorsulására, közbenső sebességi fokozatban, közepes motorteljesítmény és fordulatszám esetén:

Tehergépkocsi:	1 m/s^2
Személygépkocsi:	2 m/s^2
Sportkocsi:	3 m/s^2
Forma-1 versenyautó:	több, mint 10 m/s^2

Csak repülőszökecsnek. Néhány adat repülőgépek felszállási gyorsulására:

Kisgép (Cessna-172):	$1,1 \text{ m/s}^2$
Utasszállító (Boeing 737-800):	$3,3 \text{ m/s}^2$
Vadászgép (F-16):	$4,6 \text{ m/s}^2$
Vadászgép anyahajóról, katapulttal:	44 m/s^2

3.3.2. A lassító képesség

Alapfogalmak:

Az üzemi fékberendezés azon egység, melyet fékezéskor üzemszerűen használunk.

A biztonsági fék akkor működik, ha az üzemi fék meghibásodik. A biztonsági fékrendszer egyik lehetősége a többkörös fékrendszer. A rendszerben mindenképp van, de a fékpedálból és a féktárcsából (kerekenként) csak egy. A fékkör-felosztásra mutat példát a mellékelt ábra.

Jelölés	Menetirány	Fékkör felosztás
II		Futóművenkénti felosztás. Mindegyik fékkör egy futóművet fékez. Fekete – fehér felosztásnak is nevezik.
X		Átlós (diagonális) felosztás. Mindegyik fékkörhöz egy első kerék és az átlósan hozzá tartozó hátsó kerék jut.
HI		Első – hátsó futómű és első futómű felosztás. Az egyik fékkör az első futómű felére és a hátsó futóműre hat, a másik fékkör csak az első futómű másik felére.
LL		Első futómű és egy hátsó kerék, első futómű másik fele és a másik hátsó kerék felosztás.
HH		Első és hátsó futómű egyik fele az egyik fékkör és az első és hátsó futómű másik fele a másik fékkör.

3.11. A fékkör-felosztás lehetőségeiből

Feladat 3.19.

Mi lehet a „HHH” jelölésű fékkör-felosztás, melyet a Rolls–Royce királyi gépkocsikon alkalmaznak?

A gumiabroncsok. Téli, nyári, négy évszakos. Van ennyire szükség?

A fékpedált működtető erő.

Ez nem lehet túl nagy, mert az a biztonság rovására menne. (A filigrán hölgyvezető nem bírja nyomni a pedált.) Ezért építenek szervoféket a gépkocsiba. Ez valamilyen segédenergiával, arányos rásegítéssel segít nyomni a fékpedált.

A tartós fék, az ún. retarder.

A hegyvidéki utak hosszú lejtőin a nehéz tehergépkocsi szerelvények üzemi fékje túlságosan felmelegszik, ezért a fékezés hatásossága csökken, és mielőtt a jármű a lejtő aljára érne, „elfogy” a fékje. Ez a szerkezet az üzemi féktől függetlenül, hosszú távon fékezi a szerelvényt. A legegyszerűbb formája a motorfék növelt változata a kipufogófék. Van még hidraulikus illetve örvényáramú tartós fék.

A rögzítő fék:

A közhiedelemmel ellentétben a rögzítő fék nem biztonsági fék. Feladata a jármű álló helyzetben való rögzítésére szolgál.

Feladat 3.20.

A 6/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet szerint a rögzítő féknek a gépkocsit 20%-os lejtőn kell tudni megtartani. Mekkora lassulási képességet jelent ez közelítőleg?

Fékasszisztens vészfékre:

A szerkezet érzékeli, hogy a fékpedált (itt és most) hogyan nyomják le, ezért a lehető leggyorsabban teljes fékerőt szolgáltat akkor is, ha pedált a gépkocsi vezetője nem bírná teljes erővel nyomni. Ehhez persze az ABS működtetése is szükséges. Mit gondol, miért?

Fékasszisztens elindulásra:

Kezdő vezetők kedvence, mert nem könnyű a kuplungpedált, a gázpedált és a kézifékkart egyszerre, összehangoltan kezelni. Segíti a vezetőt abban, hogy az emelkedőn való elinduláskor a gépkocsi ne guruljon hátra túl sokat.

3.3.3. A menetstabilitás

A menetstabilitás összetevői:

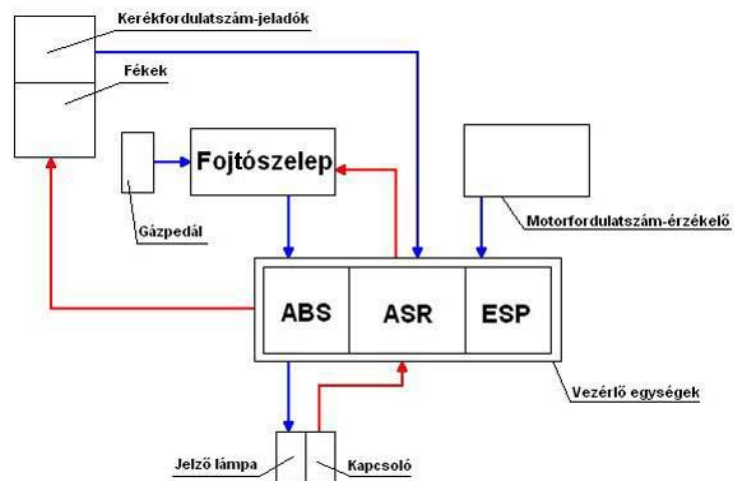
úttartás egyenes menetben,
ívmeneti stabilitás,
oldalszél érzékenység,
lengéscsillapítás stb.

Ezeket befolyásolja:

a tömegközéppont helye,
a tengelyterhelések,
a kerékelfüggesztés,
a rugózás, lengéscsillapítás,
a gumiabroncs nyomása,
a defekttűző gumiabroncs,
a felépítmény formája,
a hajtásmód, (első-, hátsó- és összkerék hajtás) stb.

A saját-kormányzási tulajdonságok: Lásd: az 1.3.3. pontban.

Az alulkormányzott autó „kevésbé”,
a túlkormányzott: „jobban” fordul, mintsem azt a kormányzott kerekek állása indokolná.



3.12. Az ABS, az ASR és az ESP működési vázlata



3.13. Az ABS lehetővé teszi a fékezés alatti elkörmányzást

ESP: elektronikus menetstabilizáló rendszer,

ABS: blokkolásgátló berendezés,

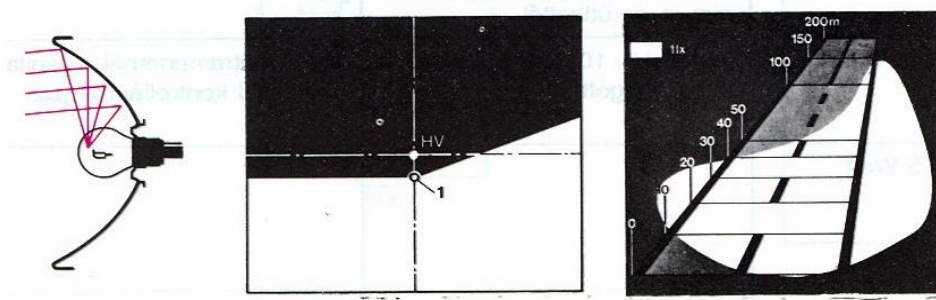
ASR: kipörgésgátló berendezés.

3.3.4. Ergonómiai és menetkényelmi szempontok

Ergonómia és menetkényelem. Lásd a 2.4. pontban.

3.3.5. Látni és látszani

A tompított fényszóró: fénye kis lejtéssel lefele világít.

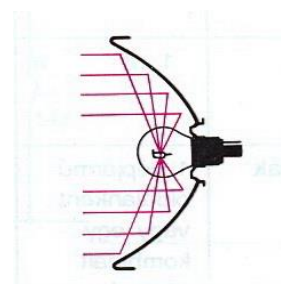


3.14. A tompított fényszóró elvi vázlata, fénye a mérőernyőn és az úton

Az országúti fényszóró (az ún. hosszú fény).

Egyéb lámpák

helyzetjelző, irányjelző, féklámpa, ködlámpa, menetjelző lámpa,
kombinált lámpatestek és egyéb lámpák stb.



3.15. Az országúti fényszóró fénysugarai az optikai tengellyel párhuzamosak

A fényszórók világítástechnikai jellemzői:

a fényeloszlás,

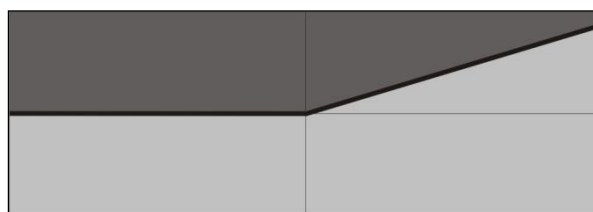
a fényszóró-izzók: hagyományos, halogén, xenon, ledes,

a tompított fényszóró optikai tengelyének lejtése 1 ... 2%,

a lejtés állítása (magasságállítás), lehet belülről kézzel, vagy automatikusan.

Fényszórómosó berendezések, xenon fényszórónál kötelező.

A tompított fényszóró legfontosabb jellemzője az ún. világos – sötét határ. Ez egy olyan határvonal, mely középtől balra vízszintes, jobbra 15 fokos emelkedésű. A határvonal feletti részre a fényszóró kevés



3.16. A tompított fényszóró világos-sötét határvonala

fényt bocsát ki, mert ez jut a szemben jövők szemébe. A határvonal alatti mező a fő fényé, ez világítja meg jól az utat. Az egyes mezőkre előírt fénykibocsátásokat szabvány rögzíti.

Két ilyesmi fény - képet látunk egymás mellett, amikor gépkocsink fényszórója egy falra világít. Ha a két vízszintes vonal nem azonos magasságban húzódik, az egyik fényszóró (lejtése) biztosan rosszul van beállítva. Ha a világos - sötét határ vonala végig vízszintes, a fényszóró szimmetrikus. Az aszimmetrikus tompított fényszóró jobb oldalra messzebbre világít. Van még eltolva vágott tompított fényszóró is.

Ezen a képen felismerhető a világos – sötét határ, ami a bal sávban vízszintes, a felezővonal táján megtörik, a jobb sávban jobbra erősen ferdén előre mutat. Az is látszik, hogy az aszimmetrikus tompított fényszóró az út jobb oldalát jobban megvilágítja.



3.17. A világos-sötét határ az úttesten

A figyelmes szemlélő egy lovas kocsit is felfedezhet. A kocsi magasan levő hátfala feltűnő (mert világoszöld), pedig ide csak a világos – sötét határ feletti, kis fény jut. A fekete gumikerekek nem látszanak, csak a jobb hátsó alsó része, (meg talán a ló lábának fehér szalagos bokája).

Feladat 3.21.

Egy személygépkocsi fényszórója a talajtól 60 centiméter magasságban van. A tompított fényszóró optikai tengelyének lejtése 1%. Milyen távolságban éri el a vízszintes talajt a fényszóró ún. világos-sötét határának vonala? Milyen magasságba esik ez a határvonal fele ekkora távolságban?

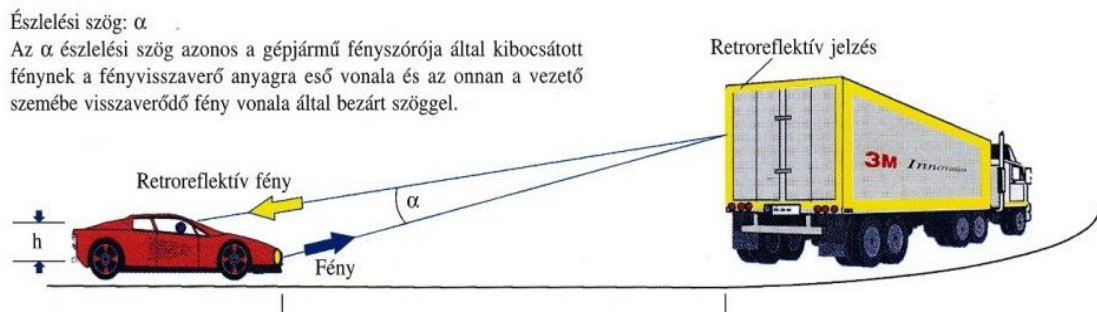
Fényvisszaverő eszközök:

A járművön: rendszámtábla, hátsó fényvisszaverő prizma, retro-reflektív jelzőcsík stb.

Az úton: útburkolati jelek, jelzőtáblák stb.

A közlekedés más résztvevőin: fényvisszaverő mellény stb.

Az éjszakai közlekedésben szószerint életbevágóan fontos az akadály fényvisszaverő képessége. A fekete ruha alig veri vissza a fényt (5%), a fehér kabát már jobban (50%), de a retro-reflektív anyagok (500%) az igaziak. Ám ezek csak a megvilágítás irányába verik vissza a fényt, de oda majdnem mindet. Ezért jól (távolról) látható a pótkocsi hátsó prizmája vagy a kerékpáros biztonsági mellénye.



3.18. A retro-reflektív anyagok csak a megvilágítás irányába verik vissza a fényt

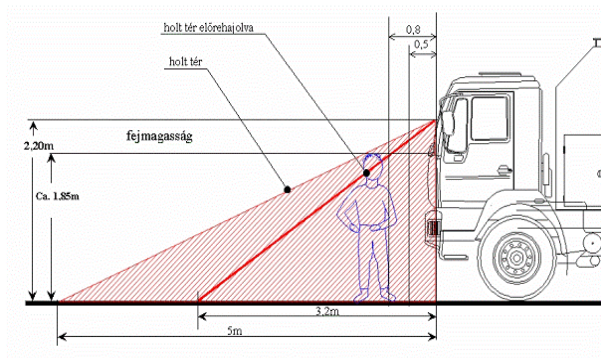
Kilátás a vezetőülésből:

A szélvédőkeret és a szélvédő oszlopok optikai takarása, holtterek.

Ablaktörlők és párátlanítók.

A visszapillantó tükrök:

geometriai jellemzőik,
 a változó görbületű tükrök,
 elhelyezésük,
 állíthatóság, látószög,
 holtterek, takarások,
 fűtés, párátlanítás stb.



3.19. Kilátás egy tehergépkocsi vezetőüléséből

Feladat 3.22.

Milyen tükröt alkalmazna a tehergépkocsi elejénél álló gyermek észlelhetőségére? Hová helyezné el a tükröt?

Feladat 3.23.

Gondolja át, egy csuklós autóbuszon hány külső és hány belső visszapillantó tükör lehet indokolt?

3.4. Járművek passzív, belső biztonsága

A járművek elsősorban első részükkel ütköznek. Ezért kell nagy gondot fordítani a gépkocsi orrészének kialakítására. Az utoléréses ütközés az elöl haladót jobban veszélyezteti, mert a gépkocsi hátsó része gyengébb kialakítású. Az oldalütközésben az a veszélyes, hogy kicsi a deformációs zóna. A felborulás ritkább, és a tetőszerkezet a leggyengébb.

3.4.1. A jármű karosszériája

A karosszéria deformációs jellemzői:

Energiaelnyelés és az alak (egyben az élettér) megtartása,

A deformáció programozott legyen, azaz nagyobb ütközési sebességhez nagyobb deformáció mélység tartozzon,

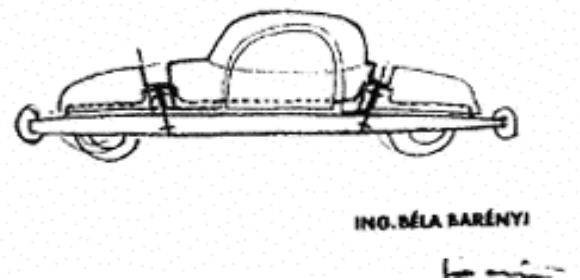
A gépkocsi eleje és háta gyűrődjön, az utastér ne deformálódjon. Barényi Béla szabadalma 1950-ben.

Az ajtók ütközéskor ne nyíljanak ki, de ütközés után nyithatók legyenek.

Eltérítő zónák: az ütköző gépkocsik ne akadjanak egymásba, lehessen hosszú kifutás.

A lökhárítók kialakítása és anyaga, elhelyezési magasságuk.

Az övvonal magassága és az ajtók belső merevítése.



3.20. A biztonsági autó Barényi Béla vázlatán

Feladat 3.24.

Miért legyen az ütközés utáni kifutás hosszú? Hogyan számítható ki egy adott sebességről nem szokványosan megálló jármű lassulása?

Feladat 3.25.

Kívülről a járművek lökhárítójának csak a burkolatát látjuk. Mi lehet, vagy mi legyen mögötte?

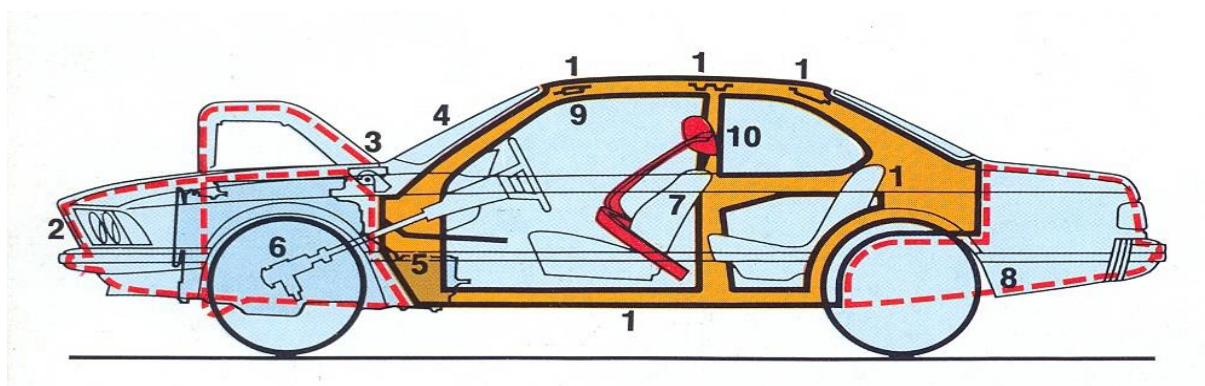
A jármű üvegezése edzett vagy ragasztott típusú biztonsági üvegekkel történik, melyek részt vesznek a teherviselésben is. A közönséges üveg pontszerű erő hatására hegyes és görbe, kard alakú darabokra törik, ráadásul a törésfelületek fele homorú, ezért borotvaéles is. Járműveken ezért nem szabad alkalmazni közönséges üveget.

Az edzett típusú biztonsági üveg:

A gyártás végső fázisában, sűrű pontokban (néhány milliméteres rácsosztással) hirtelen lehűtött üvegben feszültség rejtőzik, mely alig várja, hogy felszabaduljon. Töréskor apró darabokra repedezik vagy hullik, ezért legfeljebb kis sérüléseket tud okozni, ám a „pókhálósodott” üvegen kilátni alig lehet. Általában az oldalablakoknál és a hátsó szélvédőnél alkalmazzák. Meglepően erős, rá is állhatunk, de egy kemény, sarkos, kis követ hozzácsapva az egészet berobbanthatjuk.

A ragasztott típusú biztonsági üveg:

Két üveglap közé poli-vinil-butirál ragasztóréteg kerül. Töréskor a darabokat a rugalmas ragasztó többé – kevésbé a helyén tartja, így az üvegcserepek csak kisebb sérüléseket tudnak okozni. Általában első szélvédő üvegeken alkalmazzák, mert a berepedezett üvegen még ki lehet valamelyest látni.



3.21. A karosszéria külső és belső biztonságának elemei a 80-as évek egyik gépkocsiján

Az utastérben minden, aminek ember ütközhet éles és sarkos részekről mentes, párnázott és energiaelnyelő módon deformálódó legyen. (Műszerfal, kezelő karok és gombok, gyújtáskulcs, kilincsek, szélvédő- és ajtóoszlopok, kormánykerék és kormányoszlop, napellenző, üléstámlák és fejtámlák stb.)

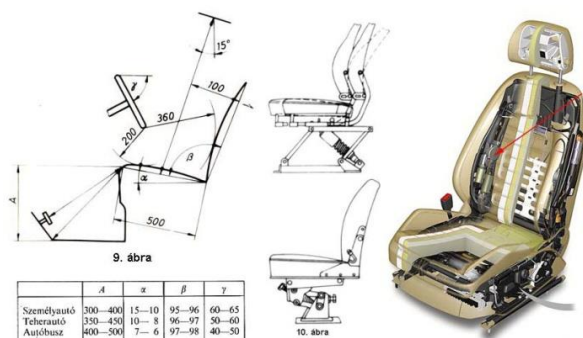
Az ülések:

Az ülésváz és tervezett deformációi,

borítás, párnázások, rögzítettség.

Fejtámla, aktív fejtámla, oldaltámasz.

Gyermekülés és azok rögzítési rendszerei.



	A	α	β	γ
Személyautó	300–400	15–10	95–96	60–65
Teherautó	350–450	10–8	96–97	50–60
Autóbusz	400–500	7–6	97–98	40–50

Pedállok:

Ha a felerősítésüket ütközési erőhatás éri, oldjanak le,

ezzel védjék a bokát és a lábfejet.

3.22. Egy vezetőülés jellemzői

3.4.2. Az utas-visszatartó rendszerek

Feladatuk, hogy a bennülő ne essen ki az autóból.

Biztonsági öv, automata biztonsági öv, állítható bekötési pontok.

A biztonsági öv okozta sérülések. Övfeszítő erő 2.000 N.

Övfeszítő (a spulni hatás ellen) és az överő-korlátozó.

Légzsákok:

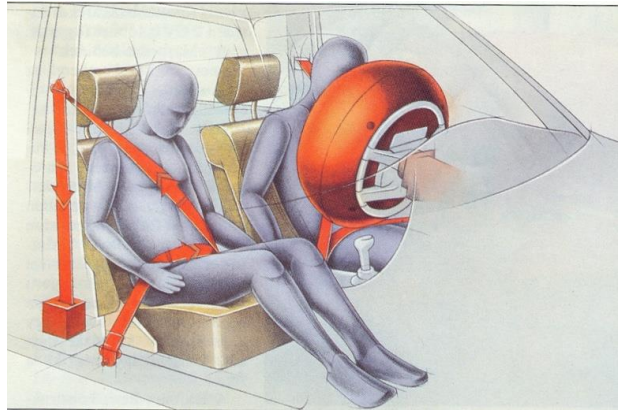
Elöl és hátul,

oldal-, függöny-, térd- és láblégzsák.

Légzsák nyitási idő: 30 ms vagy kevesebb,

A légzsák okozhat sérülést, de nélküle az ütközés nem biztos, hogy túlélhető.

Az ülésfoglaltságot figyelő szerkezet le tiltja a szükségtelen légzsák-nyitást.



Feladat 3.26.

3.23. A légzsák és a biztonsági öv együtt véd

Ki lehet egy légzsákot kapcsolni?

Milyen sérüléseket okozhat a kirobbanó légzsák?

Légzsákkal ellátott gépkocsinál hogyan kell a gyerekülést elhelyezni?

Tűzbiztonság:

A beépített anyagok éghetősége, az égéskor keletkező gázok,
az üzemanyagtartály elhelyezése, üzemanyag kifolyása elleni védelem,
az üzemanyag-szivattyú automatikus leállítása stb.

Feladat 3.27.

Egy személygépkocsi 90 km/h sebességgel merev falnak tekinthető tárgynak ütközött, és eleje 30 cm-rel benyomódott. Egyszerűsített számítással határozza meg, hány m/s^2 volt a jármű nem deformálódott részeinek az átlagos lassulása.

3.5. Járművek passzív, külső biztonsága

A passzív, külső biztonság feladata a többi közlekedő (gyalogosok, kerékpárosok, motorosok stb. és a másik gépkocsiban ülők) védelme. A jármű külső és kiálló részei ne legyenek élesek, sarkosak.

Nevezetesen:

gömbölyített lökhárító borítás,
könnyen deformálódó homlokfal,
egységes lökhárító magasság,
aláfutás-gátló hátul és oldalt,
süllyesztett külső kilincsek,
behúzódó márkajelzés,
takart ablaktörlő tengelyek,
„puha” szélvédő üveg,
mindkét irányban könnyen elmozduló
visszapillantó tükrök stb.



3.24. Az oldalsó aláfutás-gátló hiánya

Feladat 3.28.

Számítsa ki, közelítőleg hány m/s^2 a gépkocsiban ülő személy átlagos lassulása, ha a becsatolt biztonsági öve egy ütközés alkalmával (a gépkocsi hosszúságában mérve) 20 centiméterrel nyúlt meg? Használhatja a fékútszámítás képletét.

4. ELJÁRÁSOK ÉS TEENDŐK

Jelen vázlatos leírások az egyszerű esetekre vonatkoznak, és a rövideg kedvéért nem teljes körűek, néhol jogilag pontatlanok!

4.1. Baleset (káreset) személyi sérülés nélkül

4.1.1. Ha a résztvevők meg tudnak egyezni

Ha a résztvevők meg tudnak megegyezni abban, hogy a balesetben ki a hibás, a legfontosabb az adatok cseréje azért, hogy a kár könnyen rendezhető legyen. Erre a legcélszerűbb az EU konform ún. kék-sárga bejelentő lap kitöltése, elismerő nyilatkozattal vagy anélkül. A bejelentőlap aláírása ugyanis önmagában nem jelenti a károkozás elismerését. Kétséges esetben „*A felelősséget nem ismerem el!*” nyilatkozat a célszerű. Az önindigós lapon szétválasztás után nem szabad bejegyzést tenni.

4.1. A kék – sárga baleseti bejelentő lap

Ajánlott fényképek készítése a még eredeti helyszínen, előbb távolabbról, jól azonosítható objektumokkal (pl.: kilométertábla, műtárgy, útburkolati jel), majd közelebből részletfelvételek is legyenek. Sajnos az elismerő nyilatkozat is visszavonható.

A károk megtérülése biztosítás útján, a gépjármű-felelősségbiztosítás (GFB).

Ez kötelező és a másnak jogellenesen okozott kár megtérülését szolgálja. Ha az okozó nem kötött felelősségbiztosítást vagy nem fizette annak díját és az ezért megszűnt, a kár megtérülése bizonytalan. További biztosítói kifogások: ittasság, lejárt jogosítvány, érvénytelen forgalmi engedély stb. Sajáthibás esetben a saját kár csak a Casco biztosítás alapján, a megkötött szerződésben foglaltak szerint, rendszerint bizonyos önrész mellett térül meg.

Kárbejelentés:

Mielőbb, telefonon, e-mailben, levélben vagy személyesen, elismerő nyilatkozat esetén az okozó biztosítójánál. Szükséges okmányok: forgalmi engedély, jogosítvány, személyi igazolvány, az okozó elismerési nyilatkozata vagy az adatai.

Kárfelvétel:

A biztosító megbízottja, kárszakértője felkeresi a károsultat. Elkéri az okmányokat, azonosítja, leírja és lefényképezi az autót és a baleseti károkat. A kárfelvételi jegyzőkönyvvel mehetünk - lehetőleg a biztosítóval szerződött - javítóhoz.

Kárszámítás:

A biztosító a baleset előtti állapot helyreállítására kötelezett. Pl.: egy 10 éves autónál, ha egy lyukas, rozsdás sármentő sérült meg, a tulajdonos nem egy új, hanem csak egy használt (pl.: bontott) sármentő cseréjére és fényezésére jogosult. (A káron hasznoszerzés tilalma.) A biztosító szakértője kiszámítja a javítási költséget, ami az ún. gyorskár esetén jóval kevesebb, mint a számlás kárrendezésnél.

Forgalmi érték:

A biztosító kárszakértője kiszámítja a gépkocsi baleset előtti forgalmi értékét is. Ha ez kevesebb lenne, mint a számított javítási költség, előáll a gazdasági totálkár. Ebben az esetben a biztosító nem a gépkocsi javítási (helyreállítási) költségét fedezi, hanem egy hasonló korú, állapotú gépkocsi árát fizeti ki. (Sajnos a roncs értékét általában levonja.)

4.1.2. Ha a résztvevők nem tudnak megegyezni

Ha a résztvevők nem tudnak megegyezni abban, hogy a balesetben ki a hibás, értesíteni kell a rendőrhatalóságot, aki helyszíni eljárást folytat le. Ennek kimenetele figyelmeztetés vagy helyszíni bírság vagy feljelentés lehet. A figyelmeztetés a legolcsóbb, ám ehhez valakinek el kell ismerni a felelősséget. A helyszínbírságot nem a helyszínen kell kifizetni. A feljelentés a szabálysértési eljárás kezdetét jelenti. Ekkor a helyszínen eljáró rendőr felveszi az adatokat, helyszínrajzot készít (lépéssel mér), és rögzíti a felek minden bizonnyal ellentmondó elmondásait. Általában megállapítást tesz, majd átadja a szabálysértési hatóságnak.

A szabálysértési eljárásban van az eljárás alá vont személy, a sértett, a tanú és néha mások. Az eljáró hatóság meghallgatja a feleket, ám ez egyszerű és egyértelmű esetekben nem szükségszerű. Ezután a szabálysértési előadó határozatot hoz, büntetést szab ki. Ez ellen az illetékes járásbírósnál lehet fellebbezni és tárgyalást lehet kérni. Ha nincs fellebbezés, avagy a fellebbezést tárgyaló bíróság helyben hagyja a végzést, az jogerőssé válik. A büntetés rendszerint a jogosítvány bevonása és/vagy pénzbüntetés. Ez utóbbi mértéknek megállapítása általában két körülmény folyamata: az elkövetett szabálysértés súlyossága (pl. kisebb sebességtúllépés, vagy piros jelzésen való áthaladás) és az eljárás alá vont személy jövedelmi viszonyai (pl. főiskolai hallgató vagy topmenedzser). Mi van, ha az elkövető a pénzbüntetést nem fizeti ki? Leüli? A vétlen gépkocsiban esett kár a GFB biztosítás útján, az eljáró hatóság jogerős végzése alapján térülhet meg. A vétkes csak a casco biztosítására hagyatkozhat.

4.2. Baleset, 8 napon belül gyógyuló személyi sérüléssel

Személyi sérülés esetén kötelező a rendőrség értesítése. A 8 napon belül gyógyuló sérülés (ami egy elméleti fogalom) általában pl.: zúzódás és kisebb felületi sebek. Rendőrségi eljárás, a helyszíni adatok felvétele, feljelentés, majd az ügy szabálysértési eljárással folytatódik. (Lásd fentebb.) A vétlen fél kára a GFB biztosítás alapján térül meg, a vétkesé legfeljebb casco alapján. (Lásd fentebb.)

4.3. Baleset, 8 napon túl gyógyuló személyi sérüléssel

A 8 napon túl gyógyuló sérülés általában törések, műtétet igénylő belső sérülések. A rendőrség itt helyszíni szemlét folytat le, meghallgatja és lejegyzi a résztvevők és tanúk elmondásait, helyszínrajzot és fényképfelvételeket készít. Az eljárás a baleset vizsgálójánál a nyomozati eljárással folytatódik. A vizsgáló áttanulmányozza a helyszíni jelentéseket, majd dönt, hogy ki az ügyben a gyanúsított. Ezt közli is a baleset okozójával, aki immár gyanúsított. Ez ellen fellebbezni lehet, de ritkán érdemes. A vizsgáló ezután meghallgatja a baleset résztvevőit, a gyanúsítottat, a sértettet, a tanúkat, és a vallomásokról jegyzőkönyvet készít. Iratokat szerez be, szükség esetén szakértőket rendel ki, bizonyítási kísérletet tart vagy rekonstrukciós vizsgálatot rendel el. A nyomozati eljárás iratismertetéssel zárul, majd az ügy vádemelési javaslattal az ügyészségre kerül.

Az ügyészség megvizsgálja az iratokban foglaltakat, és ha elegendőnek látja a bizonyítékokat, vádat emel, melyet elküld az illetékes, első fokon eljáró bíróságnak, alapesetben a járásbíróságnak. A vádirattal az eddigi gyanúsított vádlottá válik.

A bíróság megküldi a vádlottnak a vádiratot, és kitűzi a tárgyalást. A tárgyaláson részt vesz az eljáró bíró és néha népi ülnök is van, a jegyzőkönyv-vezető, az ügyész, a vádlott, a vádlott ügyvédje, a sértett (esetleg ügyvédje), a tanúk és mások.

A tárgyalás a vádlott azonosításával kezdődik (nehogy mást ítéljenek el), és a vád ismertetésével folytatódik. Ha a vádlott megértette, hogy mivel vádolja az ügyészség, a bíró megkérdezi, hogy bűnösnek érzi-e magát? A válasz lehet igen, nem, csak részben. Az utóbbi kettőre miért kérdés érkezik. Ezután megkezdődik a bizonyítási eljárás. Először a vádlottat hallgatják meg, majd kérdéseket intéz hozzá előbb az eljáró bíró, majd az ügyész, végül, ha van a védő. Mindezeket jegyzőkönyvbe is veszik. A tanúkat is meghallgatják, illetve nekik is kérdéseket tesznek fel. A hamis tanúzást a törvény szigorúan bünteti. Meghallgatnak szakértőket, és őket is kikérdezhetik. Ha nincs további bizonyítási indítvány, a bizonyítási eljárás befejeződik. Végül jön az ügyész és a védő perbeszéde, melyben összefoglalják az

eljárást, és kiemelik a szerintük fontos tényeket, megállapításokat, majd a vádlott szólhat az utolsó szó jogán.

Ezután a bíróság ítéletet hirdet, melyben állást foglal a bűnösség kérdésében, és kiszabja a büntetést. Röviden megindokolja az ítéletet, ismerteti megállapításait, a súlyosbító és enyhítő körülményeket. Ekkor az ügyésznek, a vádlottnak (és védőjének) három lehetősége van:

- tudomásul veszi az ítéletet,
- 3 nap gondolkodási időt kér,
- fellebbez.

Az első esetben az ítélet azonnal jogerőssé válik. Fellebbezés esetén az ügy a másodfokú bíróságra (alapesetben törvényszék) kerül. A vétlen fél kára a GFB biztosítás útján, a bíróság jogerős végzése alapján térülhet meg.

4.4. Baleset vagy káreset üzemi területen

Ha egy közforgalom számára megnyitott magánterületen, pl. egy egyetem vagy egy autójavító üzem területén személyi sérülés nélküli baleset (káreset) történik, az eljárást a terület vezetője (példánkban a rektor illetve az igazgató) vagy megbízottja folytatja le. Ha a baleset személyi sérüléssel jár, a rendőrséget értesíteni kell, aki a fentebb már leírtak szerint jár el.

5. A MŰSZAKI SZAKÉRTŐI ISMERETEKBŐL

5.1. A szakértésről általában

Az igazságügyi szakértőkről szóló 2016. évi XXIX. törvény, 2. § (8) bek. szerint:

„Az igazságügyi szakértői tevékenység: a jogszabályban meghatározott követelményeknek megfelelő igazságügyi szakértő, illetve az igazságügyi szakértő munkáját segítő egyéb személyek által, a kirendelő hatóság, bíróság, ügyészség, rendőrség (a továbbiakban együtt: hatóság) kirendelése vagy megbízás alapján, e törvény által meghatározott szervezeti keretek között, jellemzően szakértői díj ellenében végzett, a hatóság eljárásaiban különleges szakértelmet igénylő tény vagy egyéb körülmény megállapítását vagy megítélését elősegítő részselekmények összessége, így különösen a szakvéleményhez szükséges vizsgálatok elvégzése, a szakvélemény előkészítése, elkészítése és előterjesztése, valamint a hatóság kérésére annak kiegészítése és az ezekkel összefüggő valamennyi részselekmény.”

Az igazságügyi szakértőt – az előírt feltételek megléte esetén – az igazságügyi miniszter nevezi ki.

Az alábbiakban három baleset-típus műszaki szakértői vizsgálatának módszereit részletezem mintapéldákkal, elgondolkodtató kérdésekkel, elvégzendő számításokkal.

5.2. A gyalogos- és kerékpáros balesetek szakértői vizsgálata

5.2.1. Az eset és kérdései

Egy októberi estén egy gyalogos szándékozik átkelni a 2 * 3,5 méter széles úton, de egy személygépkocsi elüti. A helyszínelő rendőr a gépkocsit a kijelölt gyalogos-átkelőhely után 5 méterre (S_e), egy összesen 20 méter (S_f) hosszú féknyom végén találja. A megsérült gyalogost a mentő elviszi, de az a hely, ahová zuhant - az elütés helyétől 8 méterre (S_z) -, a nyomok alapján meghatározható. Az ügyben műszaki szakértő bevonására került sor.



5.1. Baleset utáni helyszín (illusztráció)

A kirendelő hatóság az alábbi kérdéseket tette fel a szakértőnek:

1. Mekkora sebességgel haladt a személygépkocsi a baleset előtt, és mekkora volt a sebessége a gyalogos elütésekor?
2. Hol és milyen helyzetben történt a gyalogos elütése?
3. Ha a gépkocsivezető fékezési kötelezettsége (a veszélyhelyzet kezdete) a gyalogos úttestre lépésének pillanata, a gyalogos féktávolságon belül vagy kívül lépett az útra?
4. Határozza meg a személygépkocsi vezetőjének a reakciópontját és a gyalogos helyzetét ebben a pillanatban!
5. Volt-e a gépkocsi vezetőjének észlelési és/vagy cselekvési késedelme?
6. Hogyan lett volna a baleset elkerülhető?

5.2.2. A szakértő helyszíni vizsgálatai

- Sérülések és nyomok a gépkocsin. Fontos lehet a fej becsapódási helye és az orvos-szakértő véleménye, hogy melyik oldaláról ütötték el a gyalogost. (A másik ütést ugyanis az úttest adja.)
- Sérülések és nyomok a gyalogoson illetve ruházatán, cipőtalpán,
gyűrések és szakadások, abrázio és szennyezés,
festékdarabkák és felkenődések.
- A gyalogos leesési helye, csúszási nyoma, megnyugvási helye.
- Az elütés helye:
csúszási nyom a cipőtalptól,
féknyom megvastagodásának szakasza,
finom törmelékek vagy sárle hullás helye,
a sapka vagy kalap leesési helye.
- A gyalogos láthatósága a veszélyhelyzeti pontban (optikai takarás?)
- A gépkocsi féknyoma, kezdete és vége, jellemzői. Melyik keréktől?
- A gyalogos észlelhetőségi viszonyai.

5.2.3. Szakértői számítások és elemzések

A gépkocsi sebessége a baleset előtt és elütéskor a féknyom jellemzői alapján.

Mintapélda

A fékezési lassulás a helyszíni mérések szerint $a = 7 \text{ m/s}^2$.

Így az elütési sebesség: $V_e = \text{SQR}(2 * S_e * a) = \text{SQR}(2 * 5 * 7) = 8,3 \text{ m/s} = 30 \text{ km/h}$, mely összevethető a lentebb elemzett $S_z = 8$ méteres zuhanási távolsággal.

A haladási sebesség: $V_h = \text{SQR}(2 * S_f * a) = \text{SQR}(2 * 20 * 7) = 16,7 \text{ m/s} = 60 \text{ km/h}$,
ami a féknyom kezdetére vonatkozik! (Az SQR a gyökvonás jelölése)

Ha nincs látható féknyom, az elütési sebesség

- meghatározható a gyalogos zuhanási távolságából,
- becsülhető a jármű rongálódásainak helyéből és mértékéből
- és (végszükségben) a gyalogos sérüléseinek súlyosságából.

Feladat 5.1.

Igaz-e: ha az elütés a 20 méteres féknyom felénél történt volna, akkor az elütési sebesség is feleannyi lett volna, mint a féknyom kezdetén?

Az elütés fázisai, ha az egy személygépkocsival történik:

1. Az első lökhárító érintkezik a gyalogos lábszárával, a homlokkal a láb felső részével és a gépháztető első éle a derék alatti résszel.
2. A gyalogos törzse és feje a gépháztetőre hajlik, lába előbb aláhajlik, majd a levegőbe kerül, kezei tehetetlenül kalimpálnak.
3. A gyalogos feje, válla a szélvédőnek vagy keretének vágódik.
4. A gyalogos a gépkocsi elé esik, majd csúszik a megnyugvás helyéig.

Tájékoztató adatok a gyalogos zuhanási távolsága és az elütési sebesség közötti összefüggés személygépkocsival történő, ún. „teljes” elütés esetén:

Zuhanási távolság	Az elütési sebesség	Megjegyzés:
5 méter	kb. 25 ... 35 km/h	Sarokelütéskor ugyanazon sebességhez kisebb zuhanási távolság, elsodrás esetében még kisebb távolságérték tartozik.
10 méter	kb. 30 ... 45 km/h	
20 méter	kb. 45 ... 50 km/h	
30 méter	kb. 60 ... 80 km/h	

Teljes elütéskor a halálos kimenetel:

átlagos személygépkocsinál 50 ... 60 km/h felett,
magas elejű jármű esetén 30 ... 40 km/h felett valószínű.

Megjegyzés: átlagos felnőtt gyalogos elütése esetén minél magasabban éri a fej vagy a váll a gépkocsi szélvédőjét, annál nagyobb az elütés sebessége. Az elütött gyalogoson való áthaladás csak az úton fekvő, (ülő) gyalogos vagy fékezetlen vagy magas elejű jármű esetében várható.

Feladat 5.2.

A gépkocsiban ülő személy egy ütközéskor a túl nagy lassulás miatt veszti életét. És az elütött gyalogos? Hány „g”-t bír az ember és a koponyája?

További teendők, ha nincs látható féknyom:

- Megvizsgálandó a fékrendszer, hogy mekkora lassulásra képes.
- Segíthet az elmondás. Fékezett a gépkocsi vezetője?
- Ha nem: az elütési és a haladási sebesség azonos.
- Ha igen: mikor és miért, mire és mennyire fékezett?



5.2. ábra. Az elütött gyalogos nyomai a gépkocsin és festékfelkenődések a nadrágon



5.3. ábra. A kerékpár és a kerékpáros ütközési és elütési helyzetének rekonstruálása

A gyalogos behaladási mozgása

Hol lépett le az útra, milyen irányban és hogyan, mekkora sebességgel haladt? Befolyásoló tényezők: kor, nem, alkat, fizikum, egészségi állapot, egyéni jellemzők, járásmód, cipő, csomag, ruházat stb. Mely szavakkal jellemezhető a gyalogos mozgása? (Hogyan mondják a tanuk?) Sétál, megy, siet, szalad, fut, rohan stb. Megtorpanás, visszafordulás, startidő. Ferde behaladás. Milyen nyomok utalnak a gyalogos nagyobb sebességére?

Átlagos gyalogos sebességek:

Sétál: 0,8 m/s, lassan megy: 1 m/s, siet: 1,5 m/s, fut - szalad: 2 m/s,

rohan: 2,5 ... 3 m/s, nagyon gyorsan fut, (7 és 50 év között): 5 ... 7 m/s.

Startidő: + 0,5 ... 1 másodperc

Mintapéldánkban: a gyalogos siet, megállás nélkül lép az útra, sebessége állandó:

$V_{gy} = 1,5 \text{ m/s}$, áthaladása merőleges irányú.

Feladat 5.3.

Mit befolyásol az, ha gyalogos ferdén halad át?

Ha nem állapítható meg az elütés - áthaladás helye, segíthet a zuhanási távolság, mely függ az elütési sebességtől és az elütés jellegétől. Ez lehet

- elsodrás, (pl.: visszapillantó tükörrel),
- elütés sarokrésszel, (fényszóró körüli rész),
- „teljes” elütés, mely lehet:
 - szögletes elejű, (pl.: Hummer H1),
 - lekerekített karosszériájú, (pl.: Golf IV),
 - magas homlokkal és folytatódó szélvédő, (pl.: mikrobusz),

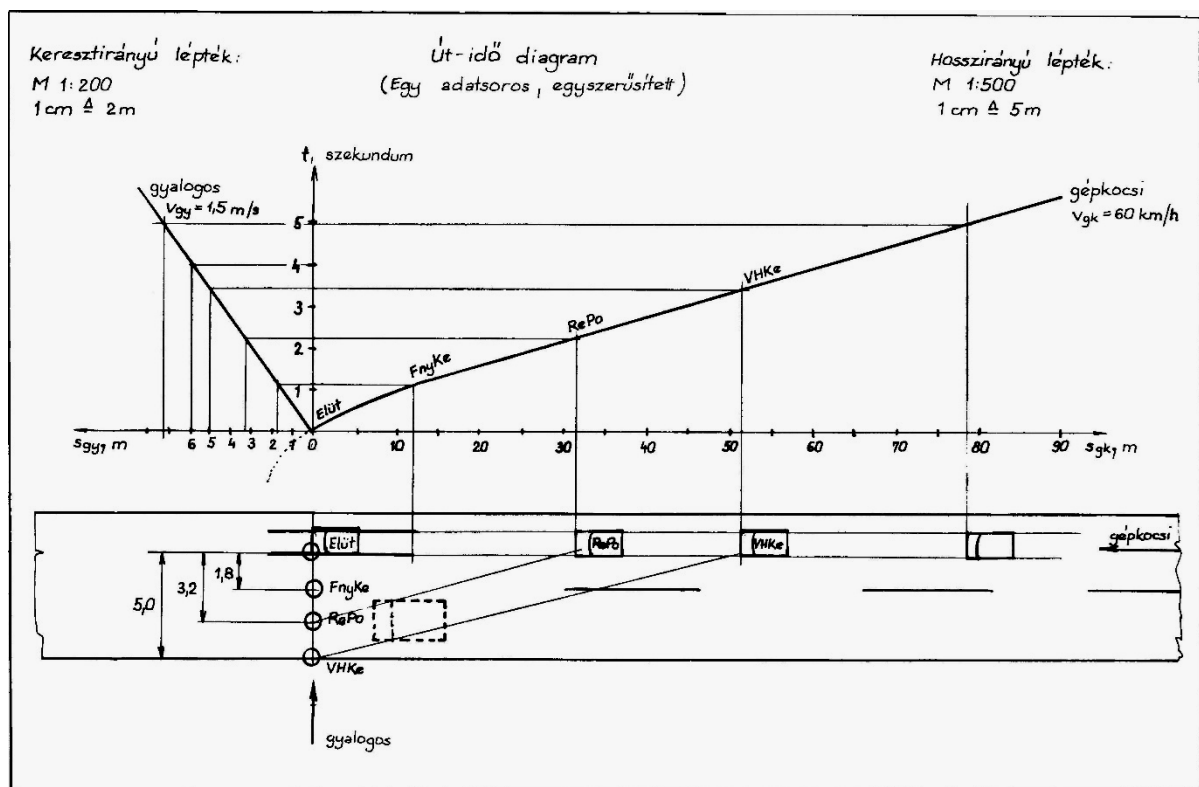
- magasan függőleges orr-részű gépkocsival, (pl.: kamion),
- mindezek átmeneti és kombinált esete.

A kölcsönös helyzetek rekonstruálása

A megtett utak (pillanatnyi helyek) kiszámítása és megjelenítése, $\frac{1}{2} \dots 1$ másodpercenként, táblázatban vagy pl.: út – idő diagramban. (5.4. sz. ábra.) Sarkalatos pillanatok a gyalogos mozgásában:

- az útestre lépés (biztosan látható a gépkocsivezető nézőpontjából?),
- a veszélyhelyzet kezdete, amikor a hatás szerint a járművezetőnek fékeznie kell,
- a fékezési reakció (elhatározás) pillanata, (miért ez a legbiztosabb?),
- behaladás a forgalmi sávba és a haladási folyosóba.

Példánkhoz kapcsolódik egy egyszerűsített, egyértékű út – idő diagram, mely még egy álló jármű optikai takaró hatásának elemzését is bemutatja. Sok kérdésére kaphat választ belőle a kitartó elemző.



5.4. ábra. Az út – idő diagram és egy álló jármű takarása

A veszélyhelyzet kezdetének (jellemzően a gépkocsivezető fékezési kötelezettségének) meghatározása a kirendelő hatóság feladata. Ha nem adják, kötelező a konzultáció vagy több változat kidolgozása.

Példánkban a veszélyhelyzet kezdetét a gyalogos útestre lépésének pillanatára határozták meg. Ez az elütés előtt 3,3 másodperccel ($T_v = 5 \text{ m} : 1,5 \text{ m/s} = 3,3 \text{ s}$) állt be. Ekkor a gépkocsi 50 méterre (S_v) volt a későbbi elütési ponttól.

Ellenőrizni kell: a veszélyhelyzet kezdeti pontjában látható-e a gyalogos? Ha nem, miért nem és mikor igen? Volt-e optikai takarás? Ez egy másik változat lehet. Az első út – idő diagramba szaggatott vonallal berajzoltunk egy álló tehergépkocsit is. Ha a gyalogos ennek takarásából lépett az útra, ekkor nem volt látható a személygépkocsi vezetője számára. Az ilyen diagram használata különösen célszerű, ha a takarást okozó jármű is halad.

A baleset elbírálásának egyik fontos szempontja a veszélyhelyzet és a féktávolság viszonya, az, hogy a gyalogos féktávolságon kívül vagy belül lépett az útra. Ha a baleset előtti haladási sebesség nagyobb, mint az útvonalon hatóságilag megengedett legnagyobb sebesség, ez utóbbival is számolni kell. A féktávolság nemcsak a sebességtől, az út és a gépkocsi sajátosságaitól, hanem az adott veszélyhelyzetben alkalmazandó, a hatóság által előírt fékezési lassulástól is függ. (Zavarás, akadályoztatás, veszélyeztetés kategóriái.)

Példánkban a haladási sebesség 60 km/h, melyhez -7 m/s^2 lassulás esetén - kb. 17 méter az (1 másodperces) reakcióidő alatt megtett út és a 20 méteres fékút, összesen 37 méter féktávolság tartozik. Mivel a veszélyhelyzet kezdetén a gépkocsi 50 méterre volt, a gyalogos féktávolságon kívül lépett le az útra.

A gépkocsivezető késedelme arra ad választ, hogy figyelmesen vezetett-e. A késedelem a fékezési kötelezettség beállása és a tényleges reakció pillanata közötti időkülönbség.

Példánkban a reakciópont helye a féknyom kezdetétől „1 másodperccel visszafele” azaz

$S_k = V_h * T_k = 60 : 3,6 * 1 \approx 17$ méterrel, az elütési ponttól $S_r = S_k + S_f - S_e = 17 + 20 - 5 = 32$ méterre, időben az elütés előtti 2,2 másodpercre esik. Ha a veszélyhelyzet kezdete 3,3 másodperc, a késedelem (szebben mondván az időeltérés) 1,1 másodperc.

Feladat 5.4.

Sok az az egy-két másodperc késedelem vagy kevés? Egy baleset „hány másodpercig tart”? Lehet-e a késedelemnek műszaki oka vagy nem műszaki oka?

Az elkerülhetőségre vonatkozó kérdések „a mi lett volna, ha” kategóriába tartoznak, de a jó válaszok feltárhatják az eset finomságait, támogatva az ítélezést.

Az alapkérdés: mekkora sebességgel lett volna a baleset megállással elkerülhető. Kiszámításához szükséges, mekkora a rendelkezésre álló távolság, milyen legyen a fékezés erőssége (a) és mekkora a járműre jellemző ún. fékműködtetési idő, más szóval a „jogos” késedelem (T_k). Ha a rendelkezésre ál-

ló távolság az ún. veszélyhelyzet kezdeti távolsága, a válasz arra vonatkozik: mi lett volna, ha nincs a vezetőnek késedelme.

Példánkban: az S_v távolság 50 méter, $a = 7 \text{ m/s}^2$, $T_k = 1$ másodperc. Így a gépkocsi erős fékezéssel meg tud állni, ha sebessége nem több mint 73 km/h.

$$V_e = [-T_k + \text{SQR}(T_k^2 + 2 * S_v : a)] * a$$
$$V_e = [-1 + \text{SQR}(1^2 + 2 * 50 : 7)] * 7 = 73 \text{ km/h} > 60 \text{ km/h. (}$$

Íme a késedelem egyik jele. Más szavakkal: ebben az esetben (60 km/h-ról, 50 méteren) „kényelmesen”, azaz kevésbé erős fékezéssel is meg lehetett volna állni.

Ha a veszélyhelyzet kezdeti pontja bizonytalan, érdemes megnézni: mekkora sebességről lehetett volna megállni, ha a fékezést a tényleges reakciópontban (S_r) határozza el a gépkocsi vezetője.

Példánkban: az S_r távolság 32 méter, $a = 7 \text{ m/s}^2$, $T_k = 1$ másodperc, így a gépkocsi erős fékezéssel meg tud állni, ha sebessége legfeljebb 55 km/h, mivel

$$V_e = [-T_k + \text{SQR}(T_k^2 + 2 * S_r : a)] * a$$
$$V_e = [-1^2 + \text{SQR}(1 + 2 * 32 : 7)] * 7 = 55 \text{ km/h} < 60 \text{ km/h.}$$

Felmerül a kérdés, mi lett volna, ha a gépkocsi a baleset előtt csak a megengedett sebességgel közlekedik? (Feltéve, hogy ugyanaz a veszélyhelyzet kezdete.) Lehetőségek:

- kisebb sebességgel vagy más járműrésszel üti el a gyalogost, (aki ebbe is belehalhat).
- megáll a gyalogos előtt, vagy
- mivel később ér oda, addigra a gyalogos kihalad a gépkocsi elől.

Ez utóbbi mindig több megfontolást igényel. Nem elég ugyanis a gyalogosnak a gépkocsi haladási nyomvonalából kihaladni, attól el is kell távolodnia ($\frac{1}{2} \dots 1$ métert?), és ezen feltett esetekben is fenállhat a megtorpanás vagy a visszalépés veszélye.

Általában nem sok eredményre vezet az elkormányzással való elkerülés szándéka. Ugyanis, ha a gépkocsi első kerekei az erős fékezéstől blokkolnak, akkor a kormány elfordítása a gépkocsi haladási irányát már nem változtatja meg. Az is gyakori, hogy akkor kellene (pl. a jobbra) kormányzást elhatározni, amikor a gyalogos még ugyancsak jobbra van. (Nekimenjek – ne menjek?) Egy személygépkocsi elkormányzásának végrehajtása általában hosszabb időt igényel, mint a lefékezése, és bizonyos begyakorlást is feltételez. (Közepes tehergépkocsiknál és motorkerékpároknál ez inkább fordítva van.)

5.3. A gyalogos-átkelőhelyek megközelítéséről

Bár a jogszabályban nem így szerepel, de egyszerűsítve elfogadható: a gyalogos nem léphet le az átke-
lőre, ha a közeledő jármű már féktávolságon belül van. Igen ám, de mekkora sebességhez tartozó fék-
távolságot kell alapul venni? Talán 50 km/h-t vagy kevesebbet. De mennyivel kevesebbet?

Nem feltétlenül műszaki szakértői feladat annak meghatározása, hogy egy adott esetben mekkora lehet
egy kijelölt gyalogos-átkelőhely biztonságos megközelítési sebessége, hiszen a körülmények nagyobb
része nem műszaki jellegű. A szóban forgó jogszabálynak azonban vannak műszaki – közlekedéstech-
nikai vonatkozásai, melyek alapján – a fentiekén túl – több elkerülési manővert illetve sebességet lehet
meghatározni. Ezek, közeledvén a gyalogos-átkelőhelyhez, pillanatról pillanatra változnak. Úgy vé-
lem, hogy - a körülményektől erősen függően és változóan - a sebesség 20 ... 50 %-os csökkentése
várható el az itt közlekedőktől.

5.4. A kerékpáros-elütések sajátosságairól

A kerékpáros elütése néhány ponton eltér a gyalogosétól, mivel: a kerékpáros valamivel magasabban
ül, és gyorsabban is halad. Fordulni is tud, a kerékpár - kerékpáros együttes méretei nagyobbak, a ke-
rékpár keményebb nyomokat hagy a gépkocsin stb. A gépkocsin az ütközési nyomok egyaránt kelet-
kezhetnek a kerékpáros testétől és a kerékpártól, sőt a kerékpáron is a kerékpáros testétől és viszont. A
kerékpár deformációi általában mutatják, milyen helyzetben, irányból történt az ütközés. Az elütés fá-
zisai a gyalogoselütéshez képest kiegészülnek a kerékpárral való érintkezéssel, az ütköző járműre való
felfekvésével, eldobással, esetleg beakadással vagy maga alá gyűréssel.

Tipikus rongálódások a kerékpáron és az ütközési irányok:

- az első villa hátrahajlott, első kerékabroncs sugár irányban a tengelye felé nyomódott és/vagy kiesett: ütközés szemből,
- a hátsó sármentő és a kerék a tengelye felé nyomódott, néha az első villa is hátrahajlott: ütközés hátulról,
- a váz közepén „kifli” alakúra hajlott: ütközés félig szögben,
- oldalsó villák és tartópálcák benyomódtak: ütközés oldalról.

Jellemző nyomok az elütő gépkocsin, általában:

- a kerékpár gumiabroncs és sármentő lenyomata a lökhárítón,
- a vázcsövek és a villák lenyomata a gépkocsi frontrészen,
- a pedál és a tengelyvégek okozta benyomódás vagy lyuk a lökhárítón,
- az ülés sarka és a kormányszarv nyoma a gépháztetőn.

Megjegyzések: Ezeket és a kerékpáros teste által okozott nyomokat össze kell illeszteni. Mindezek általában a teljes kontaktusra szolgálnak adatot. Természetesen nem mindig az első érintkezés pillanata rögzül a nyomokban, mert a ferdén elütött kerékpárt az ütközés befordítja. Külön probléma, ha a gépkocsi áthajt a kerékpáron. A kerék deformációja, az ún. „nyolcas” iránya is megtévesztő lehet. A kerékpár leesési helye csak tájékoztató jellegű információt ad. Egyebekben a kerékpáros balesetek vizsgálati módszerei sokban megegyeznek a gyalogos baleseteknél leírtakkal.

Átlagos kerékpár sebességek: lassú: 2 m/s, nyugodt tempó: 3 m/s, normál: 4 m/s, fürge: 5 m/s, gyors: 6 m/s. Függetlenül a kortól, nemtől, időjárástól stb. Legjobb kipróbálni, hasonló személlyel bemutatni, és stopperrel megmérni egy szakaszon. Egy kétkerekű kerékpár (és az egy nyomon haladó motor) csak akkor tud befordulni, ha bedöntik. Ennek határt szab az út tapadása és a kerékpáros (motoros) kanyarodási képessége, azaz tudja-e pontosan annyira bedönteni a járművet, amennyire a kormányt elfordítja, máskülönben elkerülhetetlen a be- vagy kiborulás.

Mintapélda:

A kerékpáros kanyarodási sebessége $V = 4$ m/s. A kanyarodás átlagos sugara $R = 4$ méter. A centripetális gyorsulás: $a = V^2 : R = 4^2 : 4 = 4$ m/s². (Sok ez vagy kevés?) Ehhez a kerékpárt kb. 22 fokra (!) be kell dönteni, mert $\beta = \text{invtg}(a:g) = \text{invtg}(4:10) = 22^\circ$; és szükséges, hogy a tapadási tényező legalább $\mu = a : g = 4 : 10 = 0,4$ legyen, különben elcsúszik és/vagy felborul. (Lehet vizes úton így fordulni?)

5.5. A balra kanyarodó ütközése előzővel típusú balesetek szakértői vizsgálata

Az eset alkalmával egy személygépkocsi halad a főútvonalon, előtte távolabb kisebb tehergépkocsi. A személygépkocsi vezetője előzés közben látja: a tehergépkocsi 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, a baleset elkerüléséhez.

Miért ez a jogszabályi szigorúság?

Mert az ütközés – ha bekövetkezik – nagy sebességkülönbséggel és a kanyarodó jármű kevésbé védett oldalrésze között 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 röggvest, nem jöhet előző jármű, hiszen a bal sávot „a többiek letakarították”. Ha ez beidegződik, rutinból közlekedünk, és nem nézünk a tükörbe.

A szakértői 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.

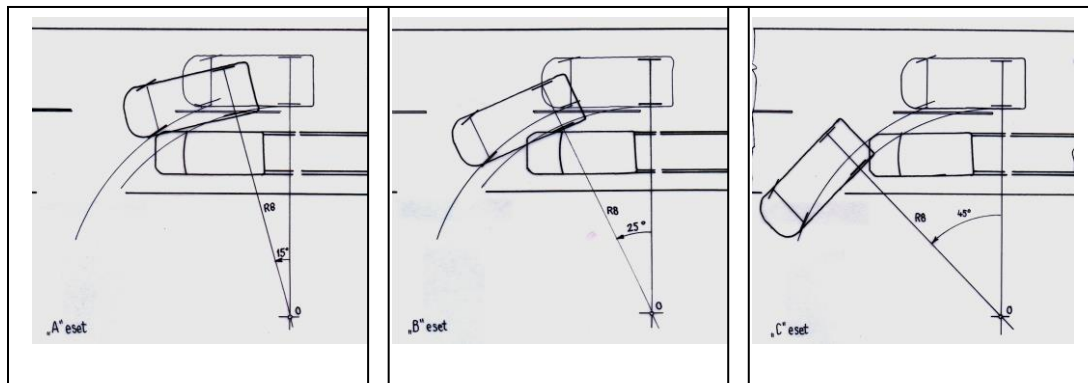
A vizsgálat általános menete

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.

5.5.1. A helyszíni nyomok

A szakértői vizsgálat a helyszíni nyomok tanulmányozásával kezdődik. A gépkocsik rongálódási jelei jól mutatják, mely részüikkel 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.



5.5. ábra. A bekanyarodó ütközése előzővel alapesetei

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.

Példáinkban, 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 félautónyi szélességgel jobbra esik. (Hosszirányban csekély a különbség.)

5.5.2. Az ütközéselemzés

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

el az eredmények összevetését az ütközés-elemzésben fel nem használt helyszíni adatokkal, pl.: a kereknyomok 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 ($V_{\bar{u}}$) 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 hossz tengelye az „A” esetben 15° , a „B” esetben 25° , a „C” esetben 45° (α) szöget 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 szöget 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?

5.5.3. 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.)

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_f) csak 1 méter, a II. változatban 25 méter, a III. változatban 40 méter hosszon húzódnak. Ha a nyomra és az útra jellemző lassulás: $a = 7 \text{ m/s}^2$, a sebesség a fékezési nyom kezdetén $V_h = \text{SQR}(V_{\bar{u}}^2 + 2 \cdot a \cdot S_f)$;

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 $T_f = S_f : [(V_{\bar{u}} + V_h) : 2]$ képlettel végezhetjük 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 $T_f = 40 : [(19,4 + 30,6) : 2] = 1,6 \text{ másodperc}$.

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 $T_r = 1 + 0,1 = 1,1$ másodperccel,

a II. esetben $T_r = 1 + 1,3 = 2,3$ másodperccel,

a III. esetben $T_r = 1 + 1,6 = 2,6$ másodperccel következett be.

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

az I. esetben $S_r = 7,9 * 1 + 1 = 9$ méterre,

a II. esetben $S_r = 23,3 * 1 + 25 = 48$ méterre,

a III. esetben $S_r = 30,6 * 1 + 40 = 71$ 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, biztos 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?

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 sávváltás sebességi viszonyaira (rendszerint gyorsítási fázis), és fel kell vennünk a sávváltás oldalirányú gyorsulásának jellemzőjét.

A II. és III. esetpéldánkban az oldalgyorsulás „normál” (ami kb. 2 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 $3 \cdot 23,3 \text{ m} = 70 \text{ méter}$, a III. példánkban $3 \cdot 30,6 \text{ m} = 92 \text{ méter}$. 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” sávváltást teszünk fel (az oldalgyorsulás 4 m/s^2), az időigény kb. 2 másodperc, a szükséges út $2 \cdot 7,9 = 16 \text{ méter}$. Mivel példáinkban a féknyom párhuzamos az út hossz tengelyével, okkal tehetjük fel, hogy a fékezést a sávváltás 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 sávváltást korábban is el lehetett kezdeni, és enyhébb oldalgyorsulással is el lehetett végezni. A sávváltás „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
A felezővonalon	2,5 s	4,3 s	5,6 s
A sávváltás kezdete	3,0 s	5,3 s	6,6 s
A sávváltás elhatározása	4,0 s	6,3 s	7,6 s

5.5.4. A bekanyarodó jármű 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?
- 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” kerékkel 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. Közelítő 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 szinte sarkon fordulnak.



5.6. ábra. 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 $V_k = 16 \text{ km/h} = 4,5 \text{ m/s}$ állandó sebességű. Ez azt is jelenti, hogy a (tervezett) kanyarodás oldalgyorsulása $a_o = V_k^2 : R = 4,5^2 : 8 = 2,5 \text{ m/s}^2$, 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, $V_k = 5 \text{ km/h} = 1,4 \text{ m/s}$.

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.

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 (α). 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:

$T = S_k : V_k = (2 \cdot R \cdot \pi \cdot \alpha : 360^\circ) : V_k$; 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 kétszeresére nő.

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 $T_v = [2 \cdot R \cdot \pi \cdot (\alpha - 10^\circ) : 360^\circ] : V_k$ 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 elhatározása	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.

5.5.5. Kölcsönös helyzetek és következtetések

A két jármű mozgásának rekonstrukciója és a helyzetek egybevetése után választ kaphatunk arra a kérdésre, hogy 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		
kezdet az ütközés 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, másodperc	3,0	5,3	6,6	3,0	5,3	6,6	3,0	5,3	6,6
Az előző a bal sávban az ütközés előtt, másodperc	2,0	3,3	4,6	2,0	3,3	4,6	2,0	3,3	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 bekanyarodás, 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.

Egy másik kérdés, hogy 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 ütk. előtt, másodpercben	(1,1)	(2,3)	(2,6)	1,1	2,3	(2,6)	1,1	2,3	2,6

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

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

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

A baleset jogi megítélése szempontjából fontos kérdés, hogy fékezéssel elkerülhette-e az ütközést az előző gépkocsi vezetője? Erre akkor igen 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 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. Ilyenkor jól jöhet az az alábbi okfejtés. Ahány százalékkal lépte 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:

$$\text{biztonsági fékezésnél } V_e = [-T_k + \text{SQR}(T_k^2 + 2 * S_v : a_b)] * a_b$$

$$V_e = [-1 + \text{SQR}(1^2 + 2*26 : 3,5)] * 3,5 = 10,4 \text{ m/s} = 38 \text{ km/h},$$

$$\text{blokkoló (vész)fékezésnél } V_e = [-T_k + \text{SQR}(T_k^2 + 2 * S_v : a_v)] * a_v$$

$$V_e = [-1 + \text{SQR}(1^2 + 2*26 : 7,0)] * 7,0 = 13,3 \text{ m/s} = 48 \text{ km/h}.$$

A fáradt 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 vérszfékezéssel $a = 7,0 \text{ m/s}^2$	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_v) áll be cselekvési kötelezettségünk? Kb. $\frac{3}{4}$ másodpercet. Igaz, ezt fékezés nélkül kaptuk. $\Delta T = S_v : V_h - S_v : V_m = 26 \text{ m} : (50/3,6) \text{ m/s} - 26 \text{ m} : (84/3,6) \text{ m/s} = 0,76 \text{ másodperc}$.

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?)



5.7. ábra. Egy balra kanyarodó tehergépkocsinak ütközött az előző személygépkocsi

5.6. Az éjszakai balesetek szakértői vizsgálata

Miért nem látjuk az akadályt elég messziről?

- Mert kevés fényt bocsát ki a fényszórónk.
- De ha eleget is adna, az akadályhoz kevés ér el, (messze van).
- Ha mégis sok érne oda, keveset ver vissza, hiszen sötét a gyalogos ruházata.
- Még ha fehér is volna, a tompított fény inkább a csizmát világítja meg.
- Ha az is fehér volna, a szemben közlekedők lámpái kápráztatják szemünket.

Az éjszakai közlekedés megvilágítási szintjén egy akadály észlelhetősége azon múlik, hogy van-e a gépkocsivezető látóterében két felületrész között akkora kontraszt, azaz fénysűrűség-különbség, amelyet a vezető szeme fel tud dolgozni, meg tud különböztetni. A kérdés egyik oldala világítástechnikai, a másik élettani.

5.6.1. Világítástechnikai alapfogalmak

Fényáram: (Φ , lumen, lm). Egy fényforrásra jellemző fényteljesítmény. Egy közönséges 40 wattos hagyományos izzólámpa kb. 400 lumen, egy 5 wattos ledes izzólámpa kb. 420 lumen fényáramot bocsát ki.

Térszög: (Ω , szteradián, sr). Egy bizonyos gömbfelszín és gömbsugar négyzetének hányadosa. Mivel egy gömb felszíne: $A_o = 4 \cdot \pi \cdot R^2$, az egész világ befelé $4 \cdot \pi$ azaz 12,56 szteradiánba!

Fényerősség: (I , kandela, cd). Egységnyi térszögbe jutó fényáram. Közel 1 cd egy közönséges gyertya fényerőssége.

Megvilágítás: (E , lux, lx). Egységnyi felületre jutó fényáram.

Példák megvilágítási értékekre:

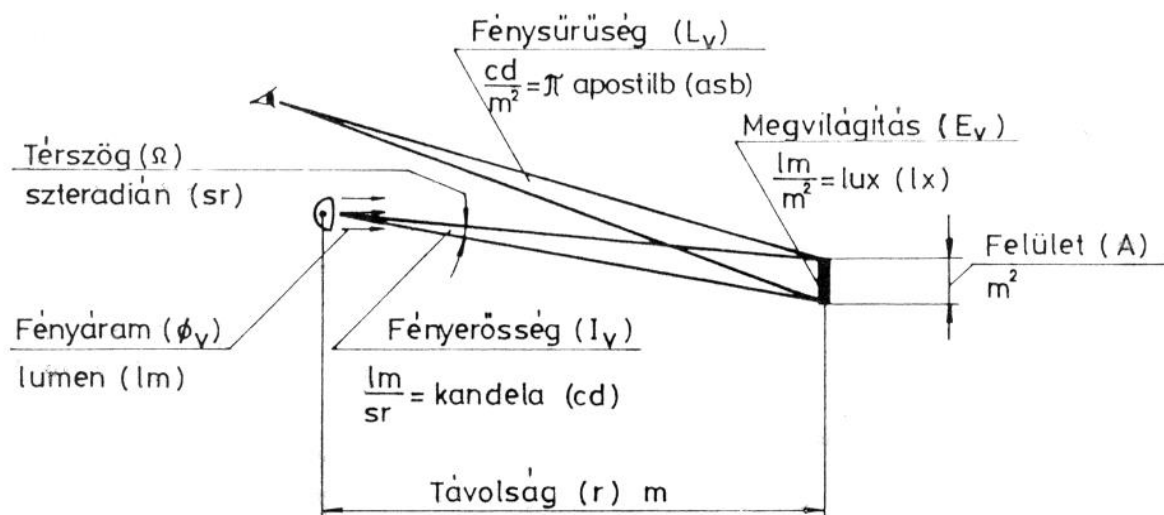
A delelő Nap alatt:	10.000 ... 100.000 lux
Égbolt, közvetlenül napnyugta után:	1.000 ... 2.000 lux
A „közlekedési sötétség”:	1 ... 5 lux
A telihold „fénye”:	0,1 ... 0,2 lux

Látható: milyen széles megvilágítási tartományban látunk szemünkkel.

Fényvisszaverési tényező: (ρ , mértékegysége: -, illetve %). A beérkező és a visszavert fényáram hányadosa. Például: fekete szövet 2 ... 4%, hófehér gipsz 70 90%. (Többiek az I. számú mellékletben.)

Fénysűrűség: (L , kandela/négyzetméter, cd/m^2). Egyszerűsítve: egységnyi felületre jutó fényerősség. Az SI-n kívüli mértékegysége: apostilb, (rövidítve: asb). Ez utóbbi mértékegység gyors számolás alkalmával előnyös. Lásd: Láthatósági vizsgálat egyszerűsített számítással.

Látószög: (α , fok, fokperc). Egy tárgy két (szélső) pontját szemünkkel összekötő két egyenes által bezárt szög. A szög fokpercben mért értékének reciprokja a látásélesség, (latinosan vizus), mely átlagos szemű embernél (szemenként) valamivel több, mint 1.

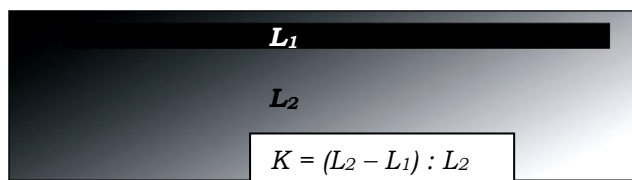


5.8. ábra. Fontosabb fénytechnikai mennyiségek és mértékegységük

Feladat 5.5.

Jelölje meg a fenti ábrában, hogy az „A” felületet az „egyszemű” megfigyelő mekkora látószög alatt látja. Számítsa ki, hogy látható-e (látószöge alapján) fényes nappal 500 méterről egy 170 centiméter magas, álló ember? És a kezében levő 15 centiméter átmérőjű tárcsa?

Kontraszt: (K , mértékegysége: -, esetleg %). $K = \Delta L/L = (L_2 - L_1) : L_2$. Két felület(rész) fénysűrűsége közötti különbség, viszonyítva a nagyobb fénysűrűségű felület fénysűrűségéhez.



A téglalap bal felső sarka a legsötétebb, a jobb alsó a legvilágosabb. Miért nem látjuk a vékony fekete sáv bal végét? Mekkora itt a kontraszt? (0)

5.9. ábra. A kontraszt: a relatív fénysűrűség-különbség

5.6.2. Járművilágítás, a tompított fényszóró

A sötétben történt balesetek majd mindegyike tompított fényszóró mellett következett be. Miért van szükség a fényszóró „tompítására”?

A fényszórók felépítése:

- Hagyományos, halogén (H1 - H7) izzók, xenon és LED fényforrások.
- Egy- és kétszálas izzók. Egy egységben két fényszóró? Kompromisszum.
- Az egyszerű paraboloid fémtükörtől - a speciális geometriájú (szabad kialakítású, számítógéppel pontonként tervezett) műanyag tükrökig.
- Bordás üveg vagy „sima” (polikarbonát) fényszóróüveg.
- Maszkok, kanalak és egyéb (takaró, állító, mozgató stb.) szerkezetek.
- Vezetőülésből állítható fényszórók, szintszabályozó egységek.

Az optikai tengely lejtése

A fényszórók optikai tengelye nem vízszintes, hanem 1 - 2%-ot lejt. Ez azt jelenti, hogy egy 60 centiméter magasan levő fényszóró, 1% lejtés esetén kb. 60 méterre világítja meg az utat. Pontosabban ekkora távolságra esik a világos - sötét határ vízszintes vonala az úton. Természetesen messzebb is jut fény, csak sokkal kevesebb. A lejtés fényszóró-beállító készülékkel mérhető. A készülék mért adatai általában az ún. 10 méteres táblára vonatkoznak, és az azon leolvasott értékek százalékot vagy ezreléket jelentenek. (Az adatok között segít eligazodni a II. számú melléklet.)

Feladat 5.6.

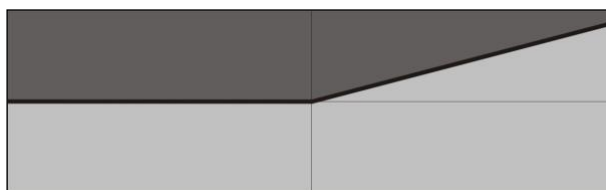
Mekkora a fenti távolság, ha a lejtés 2%? És ha a fényszóró 1 méter magasan van elhelyezve?

Ha kiszámítja ezeket, látni fogja, milyen fontos a fényszóró lejtésének pontos beállítása.

Fénykibocsátás

A tompított fényszóró legfontosabb jellemzője az ún. világos – sötét határ. Ez egy olyan határvonal, mely középtől balra vízszintes, jobbra 15 fokos emelkedésű. A vonal feletti részre a fényszóró kevés fényt bocsáthat ki, mert ez jut a szemben jövők szemébe. Az alatta levő mező a fő fényé, ez világítja meg az utat. Az egyes mezőkre előírt fénykibocsátásokat a szabvány rögzíti.

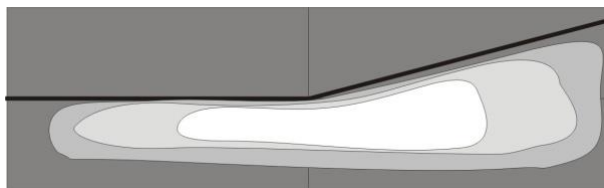
Két ilyesmi fény-képet látunk egymás mellett, amikor gépkocsink fényszórója egy falra világít. Ha a két vízszintes vonal nem azonos magasságban húzódik, az egyik fényszóró (lejtése) biztosan rosszul van be-



5.10. ábra. A tompított fényszóró világos-sötét határvonala

állítva. Ha a világos - sötét határ vonala végig vízszintes, a fényszóró szimmetrikus. Az aszimmetrikus tompított fényszóró jobb oldalra messzebbre világít.

Ezek a mezők azonban nem homogének. Az 5.11. ábrán az árnyalatok mutatják: középen, a világos - sötét határ alatt nagy a megvilágítás, oldalt kisebb. Ezek a fényfoltok a gépkocsi előtti függőleges síkra – nevezük mérőernyőnek – vetítettek. A valóságban a fényszóróknak az útra kell világítaniuk. Ezért a dolgok hosszúra nyúlnak, mint az árnyék napnyugtakor.



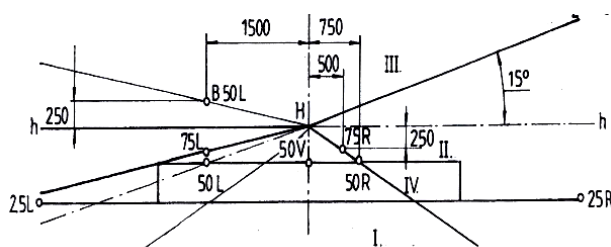
5.11. ábra. A jellegzetes mezők a világos – sötét határ alatti részen

Ezen a képen felismerhető a világos – sötét határ, ami a bal sávban vízszintes, a felezővonal táján megtörik, a jobb sávban jobbra erősen ferdén előre mutat. Az is látszik, hogy az aszimmetrikus tompított fényszóró az út jobb oldalát jobban megvilágítja. A figyelmes szemlélő egy lovas kocsit is felfedezhet. A kocsit magasan levő hátfala feltűnő (mert világoszöld), pedig ide csak a világos – sötét határ feletti, kis fény jut. A fekete gumikerekek nem látszanak, csak a jobb hátsó alsó része (meg talán a ló lábának fehér szalagos bokája).



5.12. A világos – sötét határ az úttesten

Az ábra az MSZ 18.321-72 sz. szabvány, (most az ENSZ-EGB 48. sz. előírás) szerinti mezőket és egyes pontjaikat, valamint az ezekre előírt megvilágítási értékek maximumát vagy minimumát mutatja, egy 25 méter távolságban levő táblára vonatkozóan. Látható a sokat emlegetett világos – sötét határ, de a figyelmes szemlélő az út két szélének vonalát is megtalálja. A megvilágítási adatok egy fényszóróra és 12 V izzófeszültség esetére érvényesek.



5.13. ábra. A szabvány mérőernyő mezői és azok megvilágítása

Az egyes mezők jellemzése

A III. számú a világos-sötét határ feletti mező. (Nevezik a szórt fény mezejének is.) A szabvány a mező legnagyobb megvilágítását (egyetlen pontja a B50 kivételével) 0,7 luxban határozza meg. A mezőre jellemző megvilágítás nagymértékben befolyásolja a láthatóságot, különösen a jó fényvisszaverő képességű objektumok esetén.

A II. mező a világos-sötét határ alatt van, és a fényszóró fősugarát jellemzi. Ezt a mezőt felülről (aszimmetrikus fényszórónál) a főponttól balra vízszintes, jobbra 15 fokban emelkedő egyenes határolja. A gyakorlatban a III. és a II. mezők közötti határvonal nem éles. A II. mező megvilágítása rendszerint erősen inhomogén, középen nagy megvilágítást nyújt. A mező megvilágítási jellemzője, különösen az alacsony fényvisszaverő képességű tárgyak esetén, nagymértékben befolyásolja a láthatóságot. A IV. és az I. mező a fősugár alatti részére esik, a láthatóságot általában csak kis mértékben befolyásolja.

Az egyes mezők átlagos megvilágítási adatai

Fényszóró	III. mező	II. mező	IV. mező	I. mező
Gyenge	0,5 ... 0,7 lux	6 ... 10 lux	4 ... 6 lux	3 ... 5 lux
Átlagos	0,7 ... 1 lux	12 ... 14 lux	8 ... 10 lux	6 ... 10 lux
Kiváló	1 ... 1,5 lux	20 ... 35 lux	15 ... 30 lux	15 ... 20 lux

Megjegyzések:

- Az adatok az egész világítási rendszerre jellemzőek. Egy új fényszóró sáros üveggel, ép-púgy lehet „gyenge”, mint 13 voltnál alacsonyabb kapocsfeszültségű izzóval. A szennyezett üveg és tükör mintegy homogenizálja a mezőket, és csökkenti a megvilágítást: a világos-sötét határ felett alig, az alatta levő mezőben akár a felére is.
- Nem ritka a fentieknél sokkal nagyobb megvilágítási érték sem. A kapocsfeszültség néhány %-os növekedése a megvilágítás 3-szor akkora növekedését eredményezi. A fényszóróizzók sarkain általában 13,5 ... 14,5 V feszültség van. A szabvány mérőernyő megvilágítási adatai 12 V feszültségre vonatkoznak, míg a fényszóróizzókat 13,5 voltra mére-
tezik.
- A fényszórók is öregednek. A hagyományos izzó üvege belülről feketedik, a fényes tükör oxidálódik, az üveg belül is porosodik, a műanyag fényszóró borítás mattul és repedezik, az elektromos érintkezők korrodálódnak Mindezek csökkentik a fénykibocsátást.

5.6.3. Az emberi szem és a látás

Az emberi szemben a fénytörő apparátus a szemlencse, a felvevő készülék az ideghártya. Receptorok: a csapok a színekre, a pálcikák a kontrasztra reagálnak. Az agy látókérgének milliónyi idegsejtje (neuronjai), melyek megfejtik a retinában kódolt és részben feldolgozott információt. Elsősorban az

agyunkkal látunk. Látásunk 4 komponense: a fény - a mozgás – az alak – a tér. Agyunk ilyen ízekre szedi a látványt, és újból összerakja, de hogy hogyan csinálja, az ma még titok.

Az éjszakai közlekedés megvilágítási szintjén elsősorban a kontraszt útján látunk. Miből lesz a kontraszt? A fényszóróizzó által előállított fényáramot egy optikai rendszer (tükör, üveg) egy kis térszögbe kényszeríti. Erre a fénynyalábra jellemző a fényerősség. A fény megvilágítja az útjába eső tárgyat, és felületén valamilyen megvilágítást hoz létre. Ez a felület (a visszaverési tulajdonságának megfelelően) a megfigyelő szemében keletkezett képen mint egy adott fénysűrűség jelentkezik. A fényszóró megvilágítja a tárgy környezetét is. Ennek képe is egy bizonyos fénysűrűségként realizálódik. Ha a két fénysűrűség különbsége legalább akkora, mint a megfigyelő szemének érzékenységi küszöbe, a megvilágított tárgy kitűnik háttéréből, azaz látható lesz.

Megjegyzések:

- Nagy felületen erősen megvilágított útrész, illetve kis látószögű tárgyak esetén az érzékenységi küszöb, (azaz a szem „érzéketlensége”) nő.
- Káprázás és vakítás következik be, ha a látótér nagyon kis részén nagyon nagy fénysűrűség jelenik meg. Ilyenkor a szem érzékenysége – különösen a fényforrás mellett látszó területeken – rendkívüli mértékben csökken.
- Az, hogy egy vakító fényszórójú jármű elhaladása után mennyi idővel nyerjük vissza eredeti látóképességünket, messze meghaladja a műszaki szakértő kompetenciáját.

Éjszakai sötétségben egy átlagos látású ember szeme az alábbi fénysűrűség-különbséget képes érzékelni:

Laboratóriumi körülmények között	kb. 0,1 apostilb	kb. 0,03 cd/m ²
A gépkocsivezetés viszonyai között, ha nincs szemben közlekedő	kb. 0,5 apostilb	kb. 0,16 cd/m ²
Ha szemben jól beállított tompított fényszórójú gépkocsi közlekedik	kb. 1 apostilb	kb. 0,32 cd/m ²
Ha szemben országúti fényszóróval gépkocsi közlekedik	> 10 apostilb	> 3,2 cd/m ²

5.6.4. Láthatósági vizsgálatok

Statikus, álló helyzeti vizsgálat

A gépkocsival kellően nagy távolságból lassan közelítünk az akadály felé. Szükség esetén megállva a tapasztaltak megfogalmazhatók: „*valami dereng ..., akadályt lehet látni ..., egy lábat látok ..., a gyalogos határozottan felismerhető...*”. A módszer jó információt ad arról, hogy a baleset előtt milyen kép jelenhetett meg a járművezető szemében. Alkalmazása elengedhetetlen, ha a látvány erősen inhomogén, azaz több, sötétebb - világosabb folt, pl.: közvilágítás, nedves, gödrös úttestrész esik a látómezőbe. Az álló helyzeti vizsgálat elsősorban az észlelhetőség szubjektív oldalaira ad felvilágosítást, és csak másodsorban nyújt támpontot a láthatósági távolságra. Az alábbi fényképfelvételen mely a közvilágítás és a gépkocsi saját fényszóró fényénél készült, könnyen felismerhető a kerékpár, és nehezebben a személy.



5.14. ábra. Az inhomogén háttérrel adó úttest megnehezíti az észlelhetőséget

Láthatósági vizsgálat menet közben

Ez a módszer jobban közelíti a baleset valós körülményeit. A menet közbeni észlelés helyének rögzítéséhez azonban különleges eszköz (pl. festéklövő berendezés) szükséges, vagy be kell érni a féknyom kezdetének helyéből visszszámolt észlelési ponttal. A módszer legnagyobb problémája azonban a váratlanság. Hiába alkalmazunk olyan személyt, aki nincs beavatva a kísérlet részleteibe, valamilyen utasítást adnunk kell (balesetveszély!), így bizonyos, hogy a szokásosnál figyelmesebben fog vezetni. (Kiegészítése videó módszerekkel.)

Fénysűrűség-mérés

A járművel az akadály előtt pl.: féktávolságnyira megállva, megmérjük az akadály egy kiválasztott pontjának és háttérének fénysűrűségét, majd képezzük a két érték különbségét. Mindkét pont kiválasztása nagy körütekintést igényel. Gondoljunk arra; hiába látunk az úton egy kisebb, világosabb valamit és mögötte sötét árnyékát, nem tekintjük akadálynak, hiszen csak egy darab rongy. Ehhez a méréshez egy kis látószögű fénysűrűség-mérő szükségeltetne, ez aligha hozzáférhető. Használhatunk megvilágításmérőt, ám ekkor ismerni kell a felületek fényvisszaverési tényezőjét (ρ) is. (I. sz. melléklet.) A mért megvilágításokból (E_1, E_2) a fénysűrűségek és különbségük (ΔL) kiszámítható.

$$\Delta L = E_1 * \rho_1 - E_2 * \rho_2$$

Egyszerűsített számítás

A fenti képlet alkalmazására egy példa:

A 30 méterre levő a sötét ruhán, 30 centiméter magasan mért megvilágítás $E_1 = 12$ lux, a ruha fényvisszaverési tényezője $\rho_1 = 15\%$. A háttér az aszfaltburkolatú úttest, mely száraz és kissé poros. Bár egy ilyen aszfaltút fényvisszaverési tényezője $\rho_2 = 20\%$, mégse látszik világosabbnak, mint a sötét ruha. Ennek két oka van: egyrészt a háttérpont az akadálytól távolabb esik, másrészt a ruha síkja közel merőleges a fénysugárra, míg az út alig egynéhány fokos szöget zár be az őt megvilágító fénysugárral. Ha a fényszóró talajtól mért magassága 60 centiméter, a választott akadálypont 30 centiméter magasan van, a háttérpont 60 méter távolságra esik, ahol vagy megmérjük a megvilágítást, vagy átszámoljuk a távolságtörvénnyel. Kétszer akkora távolságban negyedannyi a megvilágítás, azaz a (függőleges) megvilágítás: $E_{2f} = 3$ lux. De a vízszintes úttestre ennek csak töredéke (példánkban kb. 1%-a), $E_2 = 0,03$ lux jut, mert nagyon lapos (kb. $\frac{1}{2}$ fokos) a megvilágítás szöge. Ezekkel az adatokkal:

$$\Delta L = E_1 * \rho_1 - E_2 * \rho_2 = 12 * 0,15 - 0,03 * 0,2 = 2,4 - 0,006$$

$$\Delta L \approx 2,4 \text{ apostilb} = 0,76 \text{ cd/m}^2, \text{ ami azt jelenti: az akadály jól látható.}$$

Itt jegyzem meg, hogy a helyszíni fényképek - láthatóság tekintetében - megtévesztők lehetnek. A fényképezőgép villanó vakuja - igaz csak ezredmásodpercig - olyan fényt nyújt, mintha a fényszóró ezer wattos lenne, nem beszélve arról, hogy a fényképezőgépet nem vakítja a szemben jövő.

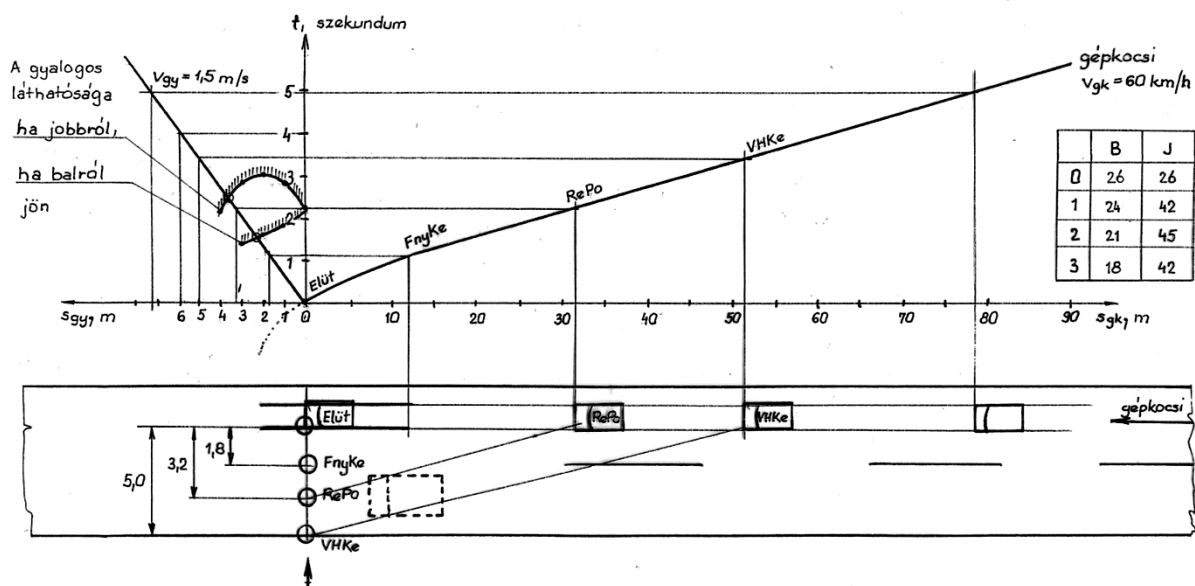
Számítási eljárás, számítógépes szimuláció

Egy (akadály)pont és környezete (háttér) közötti fénysűrűség kiszámítására az alábbi képlet szolgál:

A képlet jelölései:

Indexek: A : akadálypont U : háttérpont
 B : bal oldali J : jobb oldali fényszóró
 L : látszólagos M : a megfigyelő nézőpontja
 $*$: mérőernyőre transzformált pont

74



5.16. ábra. A balról vagy jobbról behaladó gyalogos láthatósági görbéi az út - idő diagramban

Az ábra szemléletesen mutatja, milyen jelentős különbség van a jobbról és a balról behaladó gyalogos láthatósága között. Ez elsősorban a tompított fényszóró (jobbra) aszimmetrikusságának tulajdonítható. A láthatósági görbék egy számítássorozaton alapulnak, melynek kerek méterekre vonatkozó eredményét az ábra jobb felső sarkában, a kis táblázatban láthatja.

A gyakorlást kedvéért rajzolja be az ábrába az 1 m/s sebességgel áthaladó gyalogos vonalát is, és keresse meg az új láthatósági helyeket és pillanatokat!

Néhány számított láthatósági távolság

- Személygépkocsi, közepes állapotú fényszóróval, előtte 40 cm magas akadály van. Ha az sötét: 21 méterről, ha világos: 45 méterről, ha azon fényvisszaverő prizma van: legalább 70 méterről látható.
- Kis tehergépkocsi közepes állapotú fényszóróval, előtte 40 cm magas, szürke akadály. Ha az akadály jobbra esik, 54 méterről, ha balra 30 méterről, ha középen van 36 méterről látható.
- Tehergépkocsi előtt egy 50 centiméter magas, szürke akadályt helyesen beállított fényszóróval 33 méterről, „magasra” állított fényszóróval 45 méterről, „rövidre” állítottal 24 méterről lehet észlelni.
- Autóbusz előtt 30 cm magas szürke akadály átlagosnál jobb fényszóróval 63 méterről, közepes állapotúval 54 méterről, gyenge vagy elszennyeződött fényszóróval 36 méterről vehető észre.

A bizonyítási kísérletekről

Az előzőekben többféle módszert ismertettünk a láthatóság vizsgálatára. Egyik sem tökéletes, mindegyiknek van előnye és hátránya. Az a helyes, ha nem egy módszert alkalmazunk. A legfontosabb azonban a baleset viszonyainak minél teljesebb megközelítése. Ezt gondos, mindenre kiterjedő előkészítéssel érhetjük el. Bár a bizonyítási kísérlet a hatóság joga és feladata, célszerű a szakértővel egyeztetett módon, egy előre elkészített forgatókönyv szerint eljárni.

Amire különösen ügyelni kell

- A vizsgálat időpontja. Ha a baleset az éjszaka közepén történt, néhány óra eltérés nem befolyásolja az eredményt. Ha azonban a baleset az esti vagy a hajnali szürkületben következett be, 5 perc is számít, hiszen ilyenkor percről percre változik a környezet megvilágítása és a szem érzékenysége. A IV. sz. mellékletben példát adunk a láthatósági vizsgálat időpontjának kiszámítására.
- Az út felülete és környezete. Mivel ezek alkotják az észlelendő akadály hátterét, befolyásolják az észlelhetőséget. Nagy lesz az eltérés, ha az úttest vizes vagy száraz, nedves vagy foltokban tócsás, illetve havas. A vizes úton a szemben jövő jármű fénye jobban vakít, és a foltok között rejtőzhet az akadály. Ha fel kell locsoltatni az utat, azt kellő hosszúságban, legalább 100 méter hosszan kérjük.
- A közvilágítás. Az eset mérlegelésében elsősorban az elütés helyéhez közeli közvilágítási lámpák játszanak szerepet, a távolabbiak alig-alig. A közvilágítási izzókat és szerelvényeket viszonylag gyakran cserélik. A régebbi lámpák halványulnak, a burák szennyeződnek, a tükrös részek mattá válnak. Nem árt, ha az áramszolgáltató szerelője is részt vesz a bizonyítási kísérletben.
- A gépkocsi fényszórói. Hacsak lehet, a balesetben részes gépkocsival végezzük a vizsgálatot, lehetőleg az eredeti fényszórójával. Ha legalább egy épen maradt, keressünk hozzá hasonlót. Ügyeljünk az izzó fajtájára (a halogén más fényt ad), az izzó teljesítményére (45 vagy 100 W), a tükrő állapotára (újszerűen csillog vagy poros és matt), a fényszóró üvegre (a vékony rászáradt sárréteg fele fényt enged át) továbbá a fényszóró lejtésének beállítására. Természetesen ugyanez vonatkozik arra a gépkocsira is, amelyik a szemben jövő járművet fogja megtestesíteni.
- Az akadálynak ugyanolyannak kell lennie. Fokozottan érvényes ez a kitétel az észlelhetőség szempontjából elsődlegesnek minősülő részletekre. Ezek az alacsonyan levők, (nadrág, cipő) vagy a jó fényvisszaverő képességűek (fehér sapka, pótkocsi prizma).

- A mozgás kérdése. Alapszabálynak tekinthető, hogy a vizsgálatkor olyan távolról közeljünk az akadályhoz, ahonnan az még biztosan nem látszik. A menet közben folytatott bizonyítási kísérlet különösen veszélyes lehet. Ezt a problémát a nehezített álló helyzeti vizsgálattal oldhatjuk meg a legeredményesebben. Eszerint a gépkocsi áll, miközben a benne ülő személyek előtt mindössze fél ... egy másodpercre emelnek fel egy fedő takarót a szélvédőről. (VI. sz. melléklet.) Lényegesen megkönnyíti az észlelhetőséget és a felismerhetőséget az akadály mozgási állapota. Ennélfogva, ha behaladó gyalogos szenved balesetet, a bizonyítási kísérlet során föltétlen haladást végző gyalogossal kell operálnunk.
- A dokumentálásról. Célszerű az egyes vizsgálati helyzetekről részletes feljegyzést készíteni, hogy abból később is megfelelő következtetéseket lehessen levonni. Rendkívül hasznos, ha a megfigyelő személyek, a kísérleti alanyok hangrögzítőre mondják, mit láttak az előbb. Még jobb, ha videofelvétel szemlélteti a látványt, egyben hallható a megfigyelők elmondása is. Néha jobb, ha felírják, hogy más ne hallja, mit észleltek. Szükségszerű az „ellenérdekű”, elfogult személy jelenléte is. Ilyenkor több vakpróba is ajánlatos.

Néhány megjegyzés:

Az eddigiekből levonható következtetés: a bevilágított és a belátott távolság szinte sohasem azonos. Egy tompított fényszóró fényét ugyanis kilométerekről látja gyalogos, a jármű vezetője a gyalogost azonban csak néhányszor 10 méterről. A bevilágított távolság csak az autó világítási jellemzőitől függ, míg a belátott távolság elsősorban attól, hogy mi az, amit meg kell látni a vezetőnek.

A láthatóság és a felismerhetőség sem azonos fogalmak, bár a közlekedő számára gyakran elegendő csupán az akadály meglétének fölismerése. Ám ez is sok mindentől függ. Egy cementes zsák az úton egy nagy teherautónak aligha jelent akadályt. Ha embert kell felismerni, nem elég a cipő észlelése, egy kéz vagy fej látványa is szükséges hozzá. Ahhoz, hogy személy szerint ismerjük fel valakit, még idő is kell. Ha valami mozgásban van vagy föltűnő a mérete, a vezető számára hamarabb minősül akadállyal.

Mellékletek:

- I. Egyes anyagok és felületek fényvisszaverési tényezői
- II. A fényszóró optikai tengelyének lejtése és az általános beállítási előírások
- III. Napkelte és napnyugta időpontja, a polgári szürkület és korrekciók
- IV. Példa a láthatósági vizsgálat időpontjának meghatározására
- V. Általános kérdések egy éjszakai elütéses balesetet vizsgáló a szakértőhöz
- VI. A nehezített álló-helyzeti vizsgálatról

MELLÉKLETEK

EGYES ANYAGOK ÉS FELÜLETEK FÉNYVISSZAAVERÉSI TÉNYEZŐI

Az anyag, felület megnevezése	Fényvisszaverési tényező, ρ , %
Lambert felület (elméleti)	100%
Magnéziumoxid (etalon)	95%
Hó, friss	80 – 90%
Fehér műszaki rajzlap	70 – 80%
Fehér lenvászon	65 – 70%
Fehér szövet	40 – 60%
Arcbőr	30 – 35%
Fehér pamutvászon	30 – 40%
Fehér vászon	20 – 30%
Világosbarna, sárga szövet	20 – 30%
Világoskék farmer	20 – 25%
Világosszürke szövet	15 – 20%
Középszürke szövet	10 – 15%
Középkék farmer	8 – 12%
Sötétszürke szövet	8 – 10%
Sötétbarna szövet	6 – 8%
Sötétkék munkaruha, melegítő	4 – 8%
Sötétzöld impregnált esőkabát	4 – 6%
Fekete gumicsizma	3 – 5%
Fekete szövet	2 – 4%
Fekete vászon	1 – 2%
Fekete bársony	$\frac{1}{2}$ – 1%
Aszfaltút, száraz, poros	10 – 25%
Aszfaltút, száraz, pormentes	6 – 10%
Aszfaltút, nedves	4 – 6%
Betonút, száraz, poros	20 – 30%
Betonút, száraz, pormentes	10 – 20%
Betonút, nedves	8 – 15%
Fényvisszaverő prizmák, fóliák (csak a megvilágítás irányában!)	100 – 1000%

A FÉNYSZÓRÓ OPTIKAI TENGELYÉNEK LEJTÉSE ÉS AZ ÁLTALÁNOS ELŐÍRÁSOK

A lejtés %-ban	25 * méteren	10 ** méteren	5 méteren	Megjegyzés
-1,0%	-0,250 m	-0,100 m	-0,050 m	erősen emelkedik
-0,5%	-0,125 m	-0,050 m	-0,025 m	kissé emelkedik
0,0%	0,000 m	0,000 m	0,000 m	vízszintes opt. tengely
0,5%	0,125 m	0,050 m	0,025 m	enyhén lejt
1,0%	0,250 m	0,100 m	0,050 m	***
1,5%	0,375 m	0,150 m	0,075 m	mkp. 2 személlyel
2,0%	0,500 m	0,200 m	0,100 m	általános tdk.
3,0%	0,750 m	0,300 m	0,150 m	üres tehergépkocsi
4,0%	1,000 m	0,400 m	0,200 m	erősen lejt
5,0%	1,250 m	0,500 m	0,250 m	ködfényszóró ****

Megjegyzések

* A szabvány mérőernyő (MSZ 18.321-72 sz. szabvány, ENSZ-EGB 48. sz. előírás)

** A fényszóró-beállító készülékek általában az ún. 10 méteres táblát képezik le.

*** Személygépkocsi (a hátsó ülésen 1 fő) valamint
a terhelt tehergépkocsi és a légrugós járművek.

**** A fénycsík középvonalára vonatkoztatva

Az alapbeállítás paramétere újabb gépkocsik esetén fel van „írva” a fényszóró házára, vagy a környezetében levő alkatrészekre. Újabb típusokban a fényszórólejtés mértéke (bizonyos határok között) a vezetőülésből állítható. Néhol az állítás automatikus vezérlésű.

Az optikai tengely lejtési mértékének meghatározása méréssel:

A fényszóró optikai középpontjának talajtól mért magasságából kivonjuk a tompított fényszóró mérőernyőn megmért vízszintes, világos-sötét határvonal talajtól vett magasságát. A különbséget elosztva a mérési távolsággal, (és szorozva 100-zal) a lejtés mértékét százalékos arányszámban kapjuk meg.

NAPKELTE ÉS NAPNYUGTA BUDAPESTEN, KÖZÉP-EURÓPAI IDŐ SZERINT

N	Január	Február	Március	Április	Május	Június
1.	7:33/16:02	7:12/16:44	6:26/17:28	5:24/18:13	4:28/18:55	3:51/19:33
2.	7:33 /16:03	7:10/16:46	6:24/17:30	5:22/18:15	4:26/18:56	3:50/19:34
3.	7:33 /16:04	7:09/16:48	6:22/17:32	5:20/18:16	4:25/18:58	3:50/19:35
4.	7:33/16:05	7:08/16:50	6:20/17:33	5:18/18:17	4:23/18:59	3:49/19:36
5.	7:32/16:05	7:06/16:51	6:18/17:34	5:16/18:18	4:22/19:01	3:48/19:37
6.	7:32/16:07	7:05/16:52	6:16/17:36	5:14/18:20	4:20/19:02	3:48/19:38
7.	7:32/16:08	7:04/16:54	6:14/17:37	5:12/18:21	4:18/19:03	3:48/19:38
8.	7:32/16:09	7:02/16:56	6:12/17:39	5:10/18:23	4:17/19:04	3:48/19:39
9.	7:32/16:10	7:00/16:57	6:10/17:41	5:08/18:24	4:15/19:06	3:47/19:40
10.	7:31/16:11	6:59/16:58	6:08/17:42	5:06/18:26	4:14/19:07	3:47/19:41
11.	7:31/16:12	6:58/17:00	6:06/17:43	5:04/18:27	4:12/19:09	3:47/19:41
12.	7:30/16:14	6:56/17:02	6:04/17:45	5:02/18:28	4:11/19:10	3:46/19:42
13.	7:30/16:15	6:54/17:03	6:02/17:46	5:00/18:30	4:10/19:11	3:46 /19:42
14.	7:29/16:17	6:53/17:05	6:00/17:48	4:58/18:31	4:08/19:12	3:46/19:43
15.	7:28/16:18	6:51/17:06	5:58/17:49	4:56/18:33	4:07/19:14	3:46/19:43
16.	7:27/16:19	6:50/17:08	5:56/17:51	4:54/18:34	4:06/19:15	3:46 /19:44
17.	7:27/16:21	6:48/17:10	5:54/17:52	4:53/18:35	4:05/19:16	3:46 /19:44
18.	7:26/16:22	6:46/17:11	5:52/17:53	4:51/18:37	4:03/19:18	3:46/19:44
19.	7:25/16:24	6:44/17:12	5:50/17:55	4:49/18:38	4:02/19:19	3:46/19:44
20.	7:24/16:25	6:42/17:14	5:48/17:56	4:47/18:40	4:01/19:20	3:46/19:45
21.	7:24/16:26	6:41/17:16	5:46/17:58	4:45/18:41	4:00/19:21	3:46/19:45
22.	7:23/16:28	6:39/17:18	5:44/18:00	4:43/18:42	3:59/19:22	3:47/19:45
23.	7:22/16:30	6:37/17:19	5:42/18:01	4:42/18:44	3:58/19:23	3:47/19:46
24.	7:22/16:31	6:36/17:20	5:40/18:02	4:40/18:45	3:57/19:25	3:47/19:46
25.	7:21/16:32	6:34/17:22	5:38/18:03	4:38/18:47	3:56/19:26	3:47/19:46
26.	7:20/16:34	6:32/17:24	5:36/18:05	4:36/18:48	3:55/19:27	3:48/ 19:46
27.	7:18/16:36	6:30/17:25	5:34/18:06	4:34/18:50	3:54/19:28	3:48/ 19:46
28.	7:17/16:37	6:28/17:26	5:32/18:08	4:32/18:51	3:53/19:29	3:48/19:46
29.	7:16/16:39		5:30/18:09	4:31/18:52	3:52/19:30	3:49/19:46
30.	7:15/16:40		5:28/18:10	4:29/18:54	3:52/19:31	3:49/19:46
31.	7:14/16:42		5:26/18:12		3:51/19:32	

A polgári szürkület időtartama						
	35 perc	33 perc	31 perc	31 perc	34 perc	39 perc
	35 perc	32 perc	30 perc	31 perc	35 perc	39 perc
	35 perc	32 perc	30 perc	32 perc	36 perc	40 perc
	34 perc	31 perc	30 perc	32 perc	37 perc	40 perc
	33 perc	31 perc	31 perc	33 perc	38 perc	40 perc
	33 perc	31 perc	31 perc	33 perc	38 perc	40 perc

Korrekción: + 1 óra nyári időszámítás esetén,

március utolsó vasárnap 2:00-tól

október utolsó vasárnap 2:00-ig.

Helyi korrekciók:

Sopron, Szombathely:	+ 10 perc	Hatvan, Kecskemét:	- 3 perc
Győr, Veszprém:	+ 5 perc	Eger, Szolnok, Szeged:	- 5 perc
Székesfehérvár, Pécs:	+ 3 perc	Miskolc, Orosháza:	- 7 perc
Budapest, Szekszárd:	0 perc	Nyíregyháza, Debrecen:	- 10 perc

NAPKELTE ÉS NAPNYUGTA BUDAPESTEN, KÖZÉP-EURÓPAI IDŐ SZERINT

N	Július	Augusztus	Szeptember	Október	November	December
1.	3:49/19:45	4:21/19:19	5:02/18:25	5:42/17:24	6:28/16:28	7:11/15:55
2.	3:50/19:45	4:22/19:18	5:03/18:24	5:43/17:22	6:29/16:26	7:12/15:55
3.	3:51/19:45	4:23/19:16	5:05/18:22	5:44/17:20	6:30/16:24	7:14/15:55
4.	3:52/19:44	4:25/19:16	5:06/18:19	5:46/17:18	6:32/16:23	7:15/15:54
5.	3:53/19:44	4:26/19:13	5:07/18:17	5:48/17:17	6:34/16:22	7:16/15:54
6.	3:53/19:43	4:27/19:12	5:08/18:15	5:49/17:15	6:35/16:20	7:17/15:54
7.	3:54/19:43	4:28/19:10	5:10/18:13	5:50/17:13	6:36/16:19	7:18/15:53
8.	3:55/19:42	4:30/19:09	5:12/18:11	5:52/17:11	6:38/16:18	7:19/15:53
9.	3:56/19:42	4:31/19:07	5:13/18:09	5:54/17:09	6:40/16:17	7:20/15:53
10.	3:57/19:41	4:33/19:05	5:14/18:07	5:56/17:07	6:41/16:15	7:21/15:53
11.	3:58/19:40	4:34/19:03	5:15/18:05	5:57/17:05	6:42/16:13	7:22/15:53
12.	3:59/19:40	4:35/19:02	5:17/18:03	5:58/17:03	6:44/16:12	7:23/15:53
13.	4:00/19:39	4:37/19:01	5:18/18:01	5:59/17:01	6:45/16:11	7:24/15:53
14.	4:01/19:38	4:38/18:59	5:19/17:59	6:01/16:59	6:47/16:10	7:25/15:53
15.	4:02/19:37	4:39/18:57	5:21/17:57	6:02/16:57	6:48/16:08	7:26/15:53
16.	4:03/19:37	4:40/18:55	5:22/17:55	6:04/16:55	6:50/16:07	7:27/15:53
17.	4:03/19:36	4:42/18:53	5:23/17:53	6:05/16:54	6:52/16:06	7:27/15:54
18.	4:04/19:35	4:43/18:51	5:25/17:51	6:06/16:52	6:53/16:05	7:28/15:54
19.	4:05/19:34	4:45/18:49	5:26/17:49	6:08/16:50	6:55/16:04	7:28/15:54
20.	4:07/19:33	4:46/18:48	5:28/17:47	6:09/16:48	6:56/16:03	7:29/15:55
21.	4:08/19:32	4:48/18:46	5:29/17:45	6:11/16:46	6:57/16:02	7:30/15:55
22.	4:09/19:31	4:49/18:45	5:30/17:43	6:13/16:44	6:58/16:01	7:30/15:56
23.	4:10/19:30	4:50/18:43	5:31/17:41	6:14/16:42	6:59/16:00	7:31/15:56
24.	4:11/19:29	4:51/18:41	5:33/17:39	6:16/16:41	7:01/15:59	7:31/15:57
25.	4:12/19:28	4:53/18:39	5:34/17:36	6:17/16:39	7:03/15:58	7:31/15:58
26.	4:14/19:27	4:54/18:37	5:36/17:34	6:18/16:37	7:04/15:58	7:31/15:58
27.	4:16/19:25	4:56/18:35	5:37/17:32	6:20/16:36	7:05/15:57	7:32/15:59
28.	4:16/19:24	4:57/18:33	5:39/17:30	6:21/16:34	7:07/15:57	7:32/16:00
29.	4:17/19:23	4:58/18:31	5:40/17:28	6:23/16:32	7:08/15:56	7:32/16:00
30.	4:18/19:22	4:59/18:29	5:41/17:26	6:24/16:31	7:10/15:56	7:32/16:01
31.	4:19/19:20	5:01/18:27		6:26/16:29		7:32/16:02

A polgári szürkület időtartama						
	40 perc	35 perc	32 perc	30 perc	32 perc	35 perc
	39 perc	35 perc	31 perc	30 perc	32 perc	35 perc
	38 perc	34 perc	31 perc	31 perc	33 perc	35 perc
	37 perc	33 perc	30 perc	31 perc	34 perc	36 perc
	37 perc	32 perc	30 perc	31 perc	34 perc	36 perc
	36 perc	32 perc	30 perc	32 perc	34 perc	36 perc

Korrekción: + 1 óra nyári időszámítás esetén,

március utolsó vasárnap 2:00-tól

október utolsó vasárnap 2:00-ig.

Helyi korrekciók:

Sopron, Szombathely:	+ 10 perc	Hatvan, Kecskemét:	- 3 perc
Győr, Veszprém:	+ 5 perc	Eger, Szolnok, Szeged:	- 5 perc
Székesfehérvár, Pécs:	+ 3 perc	Miskolc, Orosháza:	- 7 perc
Budapest, Szekszárd:	0 perc	Nyíregyháza, Debrecen:	- 10 perc

PÉLDA A LÁTHATÓSÁGI VIZSGÁLAT IDŐPONTJÁNAK MEGHATÁROZÁSÁRA

A baleset július 30-án, Zalaegerszegen 20:55 perckor történt.

A Nap ezen a napon Budapesten, közép-európai idő szerint:

19:22-kor nyugszik.

Ekkor nyári időszámítás volt érvényben, ezért +1:00 és a helyi korrekciót kell alkalmazni.

Zalaegerszeg a Nap járása szerint kb. 7 perccel esik Budapesttől nyugatra, azaz későbbre; így a

helyi napnyugta $19:22 + 1:00 + 0:07 =$ 20:29-kor állt be.

A baleset napján a polgári szürkület időtartama: 36 perc volt. Ez azt jelenti, hogy azon a napon

a polgári szürkület vége (amikor már „lámpát kell gyújtani”) $20:29 + 0:36 =$

21:05-kor volt.

Mivel a baleset 20:55-kor történt, megállapítható:

az **a helyi napnyugta után** **kb. 26 perccel,**

a polgári szürkület vége előtt **kb. 10 perccel**

(azaz már majdnem esti sötétségben) következett be.

A rekonstrukciót október 17-én estére tűzték ki, a baleset helyére. Ezen a napon, Budapesten a napnyugta: 16:54-kor van.

Mivel ekkor is nyári időszámítás van életben, a korrekció (most is) +1 óra, és + 7 perc a helyi korrekció. Így **a helyi napnyugta** a rekonstrukció napján $16:54 + 1:00 + 0:07 =$

18:01-kor lesz.

Ezen a napon a polgári szürkület időtartama: 31 perc. Ez azt jelenti, hogy a rekonstrukció napján **a**

polgári szürkület vége $18:01 + 0:31 =$ 18:32-kor lesz.

Így a baleset időpontjának természetes világítási viszonyait **legjobban megközelítő időpont** a helyi napnyugta után 26 perccel, azaz $18:01 + 00:26 = 18:27$

18 óra 27 perc,

illetve a polgári szürkület vége előtt 10 perccel, azaz $18:32 - 0:10 = 18:22$

18 óra 22 perc lesz.

A rekonstrukcióra számított két időpont nem esik egybe, az eltérés 5 perc. Ennek oka, hogy a polgári szürkület időtartama az évszaktól is függ. (Egy okkal több, hogy a láthatósági vizsgálatot mielőbb végezzük el.) Ebben az esetben a polgári szürkület alapján számított időpont a jobban közelítő. A számítási módszer alkalmazható a hajnali szürkület esetére is. Ilyenkor értelemszerűen a napfelkelte és a polgári szürkület kezdete fogalmakat és azok adatait kell felhasználni.

ÁLTALÁNOS KÉRDÉSEK EGY ÉJSZAKAI ELÜTÉSES BALESET VIZSGÁLATÁHOZ

1. Ismertesse a járművek rongálódásait.
2. Mekkora sebességgel haladt a gépkocsi a baleset előtt?
3. Mekkora a fenti sebességgel haladó gépkocsi féktávolsága?
4. Milyen helyzetben történt az elütés (ütközés)?
5. Mekkora volt az elütés (ütközés) sebessége?
6. Megállapítható-e, hogyan (milyen nyomvonalon és mekkora sebességgel) mozgott a baleset előtt az elütött gyalogos (kerékpáros)?
7. Milyen világítási és látási viszonyok jellemezték a baleset körülményeit?
8. A baleset viszonyai között milyen távolságból lehet észlelni az úttest középső részén (szélén) levő sötétszürke (fekete) ruhás személyt, (a kivilágítatlan kerékpárt, illetve a fehér pótlót, fényvisszaverő mellényt viselő) kerékpárost?
9. Milyen a baleset előtti haladási sebességhez tartozó féktávolság és az észlelhetőségi távolság viszonya?
10. Milyen távolságból észlelte az akadályt, és határozta el a fékezést a jármű vezetője?
11. Volt-e a jármű vezetőjének észlelési-cselekvési késedelme?
12. Mekkora sebesség esetén, vagy milyen módon lett volna a baleset elkerülhető?
13. Elkerülhető lett volna-e a baleset, ha a gyalogos fényvisszaverő mellényt visel, vagy a kerékpáron a hátsó világítás üzemel?
14. Ha a jármű az útszakaszra engedélyezett sebességgel közlekedik, és vezetője a láthatóság megnyílásakor (vagy a tényleges reakciópontban) fékezést határoz el, mekkora sebességgel következik be az ütközés?
15. Melyek a szakértőnek az ügyre vonatkozó egyéb észrevételei?

Néha ilyen kérdések is felmerülnek:

16. Befolyásolta-e az elütött személy észlelhetőségét, hogy a baleset idején telihold világított?
17. Befolyásolta-e az elütött kerékpáros észlelhetőségét, hogy a gépkocsinak csak az egyik fényszórója világított? Ha igen, milyen mértékben?
18. Befolyásolta-e a gyalogos (kerékpáros) észlelhetőségét, hogy a fényszórók nem az előírásoknak megfelelően voltak beállítva? Ha igen, milyen mértékben?
19. Befolyásolta-e a gyalogos (kerékpáros) észlelhetőségét, hogy a baleset előtti pillanatokban egy szemben közlekedő, ismeretlen jármű vezetője egy pillanatra az országúti fénnyt kapcsolta fel? Ha igen, milyen mértékben?

A NEHEZÍTETT, ÁLLÓ HELYZETI LÁTHATÓSÁGI VIZSGÁLATRÓL

Az álló helyzeti láthatósági vizsgálat különös hátránya, hogy a megfigyelő személynek túl sok ideje van az akadály keresgélésére, vizsgálgatására, azonosítására; holott a járművezető elé táruló látvány másodpercenként változik. Egy menet közben végzett láthatósági vizsgálat pedig nagyon veszélyes lehet az akadály és a gépkocsivezető számára is. Ezért a láthatóság – észlelhetőség megállapítását ún. nehezített álló-helyzeti vizsgálat alkalmazásával tudom elképzelni. Ez úgy közelíti a valóság haladó mozgási viszonyait, hogy korlátozza az álló helyzeti megfigyelés idejét. Más szavakkal: ilyen viszonyok között nincs idő hosszú ideig „nézelődni”, mert legördül a korlátozó ernyő („halad a gépkocsi”).

Az első beállításnál a gépkocsi az elütési ponttól például 80 méterre áll, benne 3 ... 4 személy ül. Célszerű, hogy a vezetőülésben az üljön, aki a baleset alkalmával a gépkocsit vezette, és egy fő belső megfigyelő legyen az „ellenérdekű” fél vagy képviselője, valamint kell egy kívülálló harmadik személy is.

A gépkocsiban ülő személyek előtt a szélvédő le van takarva, azaz a megfigyelők az úton levő objektumokról nem szerezhetnek információt sem a beállítások előtt, sem az átálláskor. A szélvédőt teljes terjedelmében kívülről eltakaró leplet két segítő személy lendületes mozgással az alsó szélénél fogva felemeli, majd rögvest le is engedi, így kb. 1 másodpercre nyílik meg a kilátás az előre néző megfigyelők számára.

Ezután jegyzőkönyvbe mondják, hogy mit (milyen akadályt) láttak az úton. Célszerűbb azonban, ha a látottakat csendben felírják egy-egy előkészített lapocskára, melyet azután rögtön átadnak a jegyzőkönyvvezőnek. Így a megfigyelők nem nagyon befolyásolhatják egymást. Mindezeket – több, teljes és részleges vakpróbát (!) is beiktatva – a példának okáért 70, 60, 50, 40, 30 végül 20 méterről is el kell végezni.

A módszer saját ötlet, és nem szokványos módszer, de általam már többször alkalmazott, véleményem szerint elfogadható eredménnyel. A végső megállapítás különösen meggyőző lehet, ha szemléltető fényképfelvételek készülnek az egyes látványokról.

ÁBRAJEGYZÉK

1.1. ábra. Az egyenes vonalú, egyenletes mozgás sebesség – idő diagramja.....	5
1.2. ábra. Az egyenes vonalú, egyenletesen változó mozgás sebesség – idő diagramja.....	5
1.3. ábra. A járműre ható gravitációs és támaszerők erők.....	6
1.4. ábra. A kapcsolati erők az útfelület és a gumibroncs között	8
1.5. ábra. A kapcsolati erők eredője a kördiagramban	8
1.6. ábra. A kanyarodó járműre ható erők.....	9
1.7. ábra. A gumibroncs kúszási szöge.....	11
1.8. ábra. A gépkocsi saját kormányzási tulajdonságai	11
1.9. ábra. A fékező erő	11
1.10. ábra. A valóságos és az egyszerűsített fékezési folyamat lassulás – idő diagramja.....	12
1.11. ábra. Ütközéskor a hátsó részek fel is emelkedhetnek	15
1.12. ábra. A motorkerékpár merev falnak ütközési sebessége 58 km/h volt	15
1.13. ábra. Két személygépkocsi frontális ütközése teljes átfedéssel	15
1.14. ábra. Szemben ütköztek.....	17
2.1. ábra. A gépkocsivezető látótere	18
2.2. ábra. A látásélesség szemléltetése	18
2.3. ábra. A hallás és az egyensúly szerve	19
2.4. ábra. A kezelőszervek csoportjai.....	20
2.5. ábra. A vezetőülés állíthatósága	20
2.6. ábra. Egy műszerfal képe. Jelzések és jelképek	20
2.7. ábra. Egy jármű légkondicionáló berendezés szerkezete és felépítése	21
3.1. ábra. Az út átbocsátó képessége a sebesség függvényében	24
3.2. ábra. A jelzőlámpás forgalomirányítás szükségessége a forgalom nagysága és az útszélesség függvényében	25
3.3. ábra. Baleset egy „telezőldes” kereszteződésben. A kanyarodási szabályait is be kell tartani.....	25
3.4. ábra. Egy egyszerű körforgalom távlati képe.....	26
3.5. ábra. Egy kétsávos körforgalom távlati képe a gyalogos átkelési utakkal	26
3.6. ábra. Külön szintű kereszteződés egy lóhere alakú csomópontban	26
3.7. ábra. Az út függőleges és vízszintes vonalvezetése	27
3.8. ábra. Egy útkorlát, mely ellátta feladatát.....	28
3.9. ábra. Egy gyorsajtás drága fényképfelvétele.....	29
3.10. ábra. Egy haszonjármű gyorsulása a sebesség függvényében.....	30

3.11. A fékkör-felosztás lehetőségeiből	31
3.12. Az ABS, az ASR és az ESP működési vázlata	32
3.13. Az ABS lehetővé teszi a fékezés alatti elkormányzást	32
3.14. A tompított fényszóró elvi vázlata, fénye a mérőernyőn és az úton	33
3.15. Az országúti fényszóró fénysugarai az optikai tengellyel párhuzamosak.....	33
3.16. A tompított fényszóró világos-sötét határvonala	33
3.17. A világos-sötét határ az úttesten.....	34
3.18. A retro-reflektív anyagok csak a megvilágítás irányába verik vissza a fényt	35
3.19. Kilátás egy tehergépkocsi vezetőüléséből.....	35
3.20. A biztonsági autó Barényi Béla vázlatán	36
3.21. A karosszéria külső és belső biztonságának elemei a 80-as évek egyik gépkocsiján	37
3.22. Egy vezetőülés jellemzői.....	37
3.23. A légszák és a biztonsági öv együtt véd.....	38
3.24. Az oldalsó aláfutás-gátló hiánya	39
4.1. A kék – sárga baleseti bejelentő lap	40
5.1. Baleset utáni helyszín (illusztráció)	44
5.2. ábra. Az elütött gyalogos nyomai a gépkocsin és festékfelkenődések a nadrágon	47
5.3. ábra. A kerékpár és a kerékpáros ütközési és elütési helyzetének rekonstruálása	47
5.4. ábra. Az út – idő diagram és egy álló jármű takarása.....	48
5.5. ábra. A bekanyarodó ütközése előzővel alapesetei	54
5.6. ábra. Ha a két helyzetkép között 2 másodperc időeltérés van, a helyzet menthetetlen.....	59
5.7. ábra. Egy balra kanyarodó tehergépkocsinak ütközött az előző személygépkocsi	65
5.8. ábra. Fontosabb fénytechnikai mennyiségek és mértékegységük	67
5.9. ábra. A kontraszt: a relatív fénysűrűség-különbség	67
5.10. ábra. A tompított fényszóró világos-sötét határvonala.....	68
5.11. ábra. A jellegzetes mezők a világos – sötét határ alatti részen.....	69
5.12. A világos – sötét határ az úttesten	69
5.13. ábra. A szabvány mérőernyő mezői és azok megvilágítása	69
5.14. ábra. Az inhomogén háttérrel adó úttest megnehezíti az észlelhetőséget.....	72
5.15. ábra. A számítási eljárás egy pontra és két fényszóróra vonatkozó sugármenettel.....	74
5.16. ábra. A balról vagy jobbról behaladó gyalogos láthatósági görbéi az út - idő diagram- ban	76