

A forgalomsűrűség és a követési távolság kapcsolata

Az **áramlatsűrűség** (forgalomsűrűség) a **követési távolsággal** ad egyértelmű **összefüggést**:

- a sűrűség reciprok értéke $a(z)$ (átlagos) követési távolság.

A sűrűség a legfontosabb forgalomtechnikai paraméter (áramlati jellemző), mert:

- jól mutatja az útvonal „zsúfoltságát” (a csoportjellemzőkön keresztül),
- a járművezetők részéről a követési távolság érzékelhető (nem a követési időköz),
- a „szabályozási kör” vezérlési mennyiségének tekintendő (a szabályozási mennyiség a sebesség).

Kérdés, hogy **meddig csökkenhet a követési távolság**, meddig zárkozhatnak fel egymás után a járművek, azaz **mekkora a minimális – redukált - követési távolság** adott sebességnél.

A fékút levezetése és a teljes fékút értelmezése

A **követési távolság egyértelmű meghatározója** – a biztonságos közlekedés érdekében – a **teljes fékút, azaz a féktávolság**.

Az összefüggés „elsőből”:

$$l_F = l_0 + t' * v + c * \frac{v^2}{\mu \pm \frac{e\%}{100}}$$

Az energiamérleg a lassulás során (vízszintes eset):

$$F * s = \frac{1}{2} * m * v^2 - \left(\frac{1}{2} * m * v_{\text{ütk}}^2 \right)$$

$$((\mu * (m * g * \cos \alpha)) * s = \frac{1}{2} * m * v^2 \quad \sum F = m * a \rightarrow \mu * g = a$$

A megálláshoz szükséges út hossza (vízszintes eset): $s = \frac{v^2}{2a}$

A fékút képlete (lejtőn): $s = l_f = \frac{v^2}{2g * (\mu * \cos \alpha \pm \sin \alpha)} = \frac{v^2}{2g * (\mu \pm e)}$

A fékút levezetése és a teljes fékút értelmezése

A **teljes fékút** képletében a fékút **kiegészül** a cselekvési idő alatt megtett úttal, illetve a jármű hosszával is:

$$l_F = \text{fékút} + \text{cselekvési idő alatti út} + \text{járműhossz} + \text{biztonsági táv.}$$

$$l_F = \frac{v^2}{2 * g * (\mu \pm e)} + v * t_r + l_j + l_b$$

Jelmagyarázat:

v: sebesség;

g: nehézségi gyorsulás;

μ : tapadási tényező (pálya és jármű között);

t_r : cselekvési idő (ld. később);

e: emelkedő/lejtő meredeksége;

l_j : járműhossz;

l_b : biztonsági távolság

A teljes fékút és a követési távolság kapcsolata

A **biztonságos közlekedés érdekében** szükséges, hogy teljesüljön az alábbi összefüggés:

$$l_k \geq l_F$$

A gyakorlat azonban nem ez, ugyanis a **követő közúti jármű (2) nem akkor kezd fékezni, amikor az előtte haladó (1) már megállt**, hanem mikor az elől haladó is fékezni kezd.

A **redukált (valóságos) követési távolság** figyelembe veszi az elől haladó jármű „fékút szükségletét”.

$$\min l_k = l_{rk} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 * g * (\mu_{1,2} \pm e)} + v_2 * t_{r,2} + l_{j,1} + l_{b,2}$$

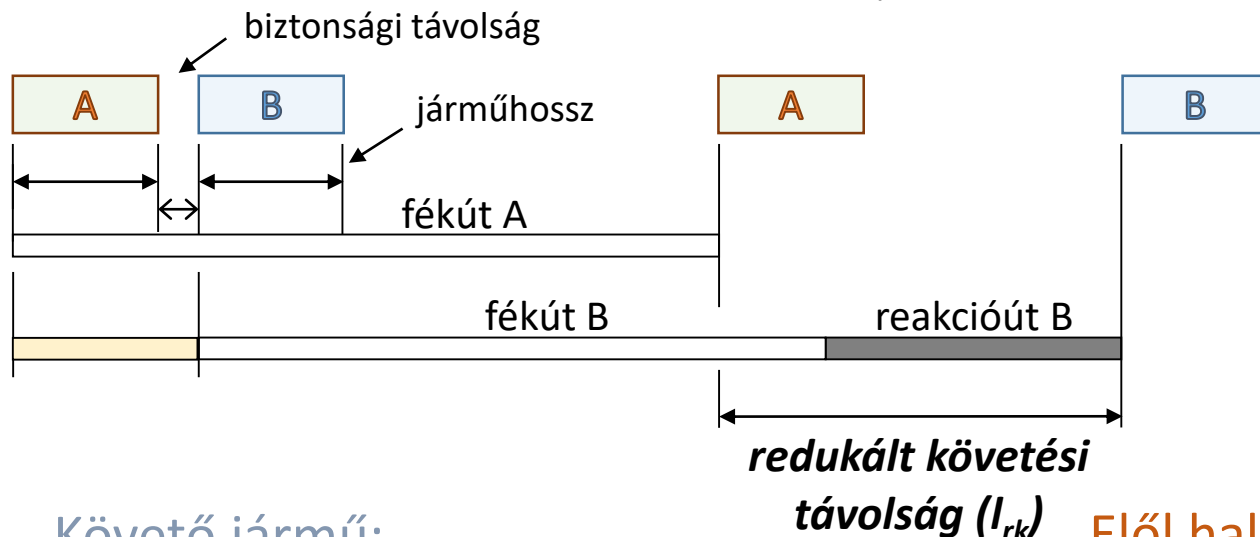
$$l_{rk} = l_{F,2} - l_{f,1} = l_k - l_{f,1}$$

A redukált követési távolság

A biztonságos (és gyakorlati) követési távolság tehát megegyezik a redukált követési távolsággal.

Végállapot, megállt
járművek

Kiinduló helyzet, haladó járművek
←
menetirány



$$l_{rk} = \frac{v_B^2}{2 * g * (\mu_{1,B} \pm e)} + v_B * t_{r,B} + l_{j,A} + l_{b,B} - \frac{v_A^2}{2 * g * (\mu_{1,A} \pm e)}$$

A féktávolságok érzékeltetése

Példa 1: Mekkora az „elvárt” legkisebb redukált követési távolság, „normál” forgalmi szituációt feltételezve?

Adatok:

$v_B = 60 \text{ km/h};$	$v_A = 55 \text{ km/h};$
$\mu_{1,B} = 0,35;$	$\mu_{1,A} = 0,38;$
$e = -2 \text{ %};$	$g = 9,81 \text{ ms}^{-2};$
$t_{r,B} = 0,9 \text{ s};$	$l_{j,A} = 5,8 \text{ m};$
$l_{b,B} = 0,4 \text{ m}.$	

$$l_{rk} = \frac{16,67^2}{2 * 9,81 * (0,35 - 2/100)} + 16,67 * 0,9 + 5,8 + 0,4 - \frac{15,28^2}{2 * 9,81 * (0,38 - 2/100)} =$$

$$= 42,903 + 15,0 + 6,2 - 33,046 = 31,057 \text{ m}$$

A féktávolságok érzékeltetése

Példa 2: Mekkora sebességgel halad ($v_{\text{ütk}}$) egy 120 km/h-val haladó jármű azon a ponton, ahol a 100 km/h-val haladó jármű már megállt?

Adatok: $v_B = 120 \text{ km/h}$; $v_A = 100 \text{ km/h}$;

$$\mu_{1,B} = \mu_{1,A} = 0,76;$$

$$g = 9,81 \text{ ms}^{-2};$$

$$a = \mu * g = 7,5 \text{ ms}^{-2};$$

$$e = 0 \text{ %};$$

$$t_{r,B} = 0 \text{ s (!)};$$

$$v_{\text{ütk}} = \sqrt{v_B^2 - 2 * a * s_{f,A}} = \sqrt{\frac{120}{3,6} - 2 * 7,5 * 51,44} = 18,42 \frac{m}{s} = 60,33 \frac{km}{h}$$

A féktávolságok érzékeltetése

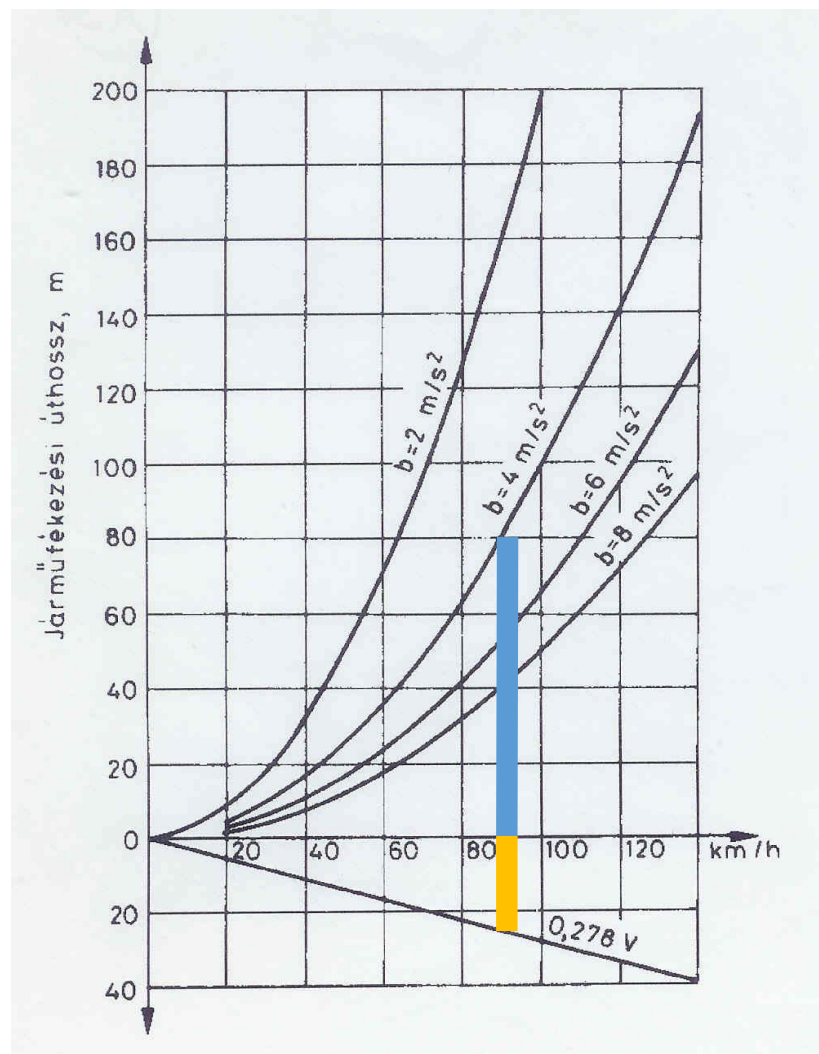
Példa 3: A féktávolság különböző lassulásértékeknél.

Kezdeti sebesség: 90 km/h

Fékút: 80 méter

Reakció idő (1,1 s) alatt: ~27 méter

Féktávolság: 107 méter !!!



A teljes fékútra ható tényezők

A teljes fékút képletében (és értékében) a **közúti forgalom valamennyi függősége** megjelenik:

Pálya (P), jármű (J), időjárás (K)

Ember (E)

Jármű (J)

$$l_F = \frac{v^2}{2 * g * (\mu \pm e)} + v * t_r + l_j + l_b$$

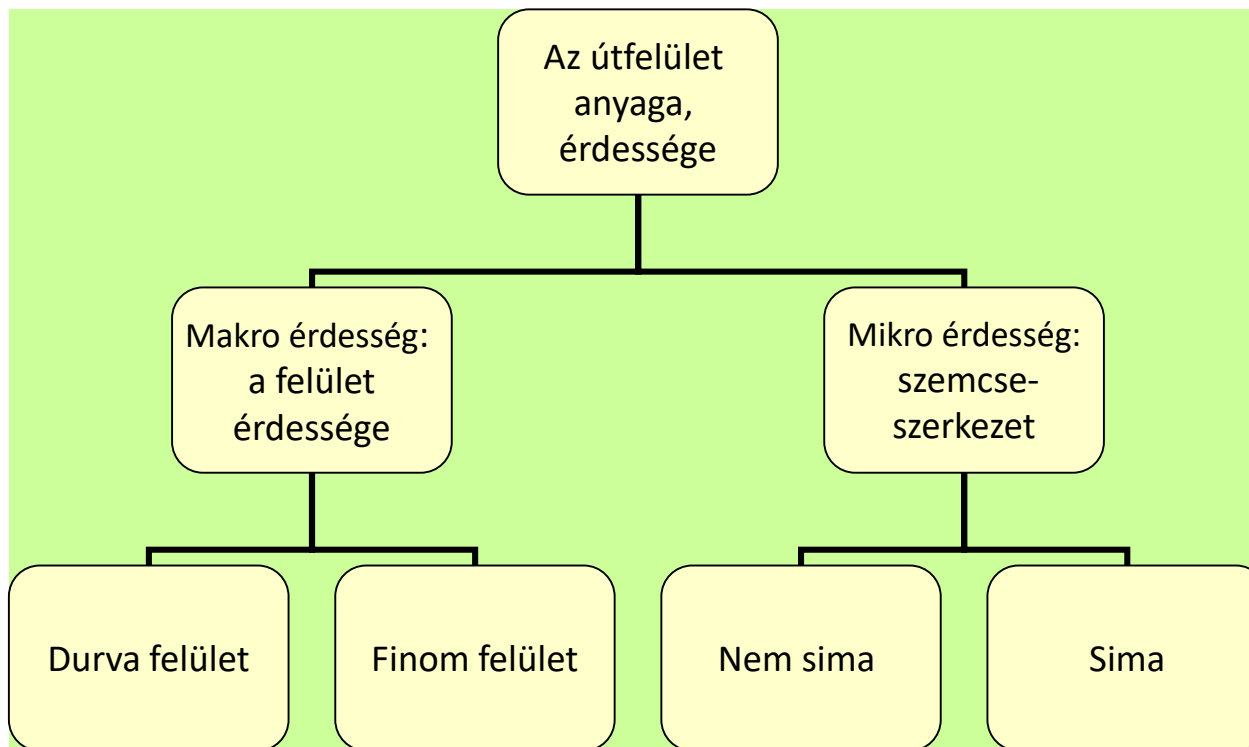
Fékút f (pálya, jármű, időjárás) függőségei:

- a pálya jellemzői: szélesség, emelkedés, vonalvezetés, útfelület,
- jármű: gumiabroncs, fékberendezés, leszorító erő,
- időjárás: csapadék, hőmérséklet, szél.

Az ember jellemzői: folyamatosan változó, aktuális egészségi állapot, képesség.

A jármű jellemzői: geometriai méretek, forduló képesség.

Tapadási tényező - az útburkolat felszíne (P)



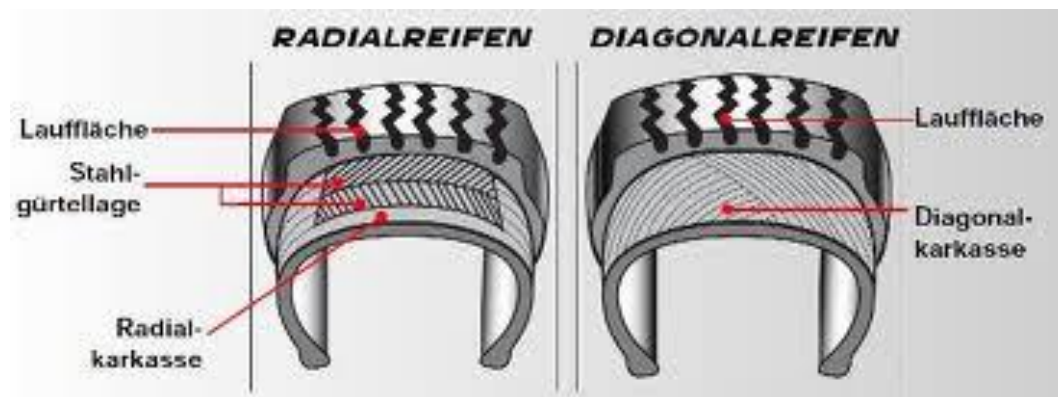
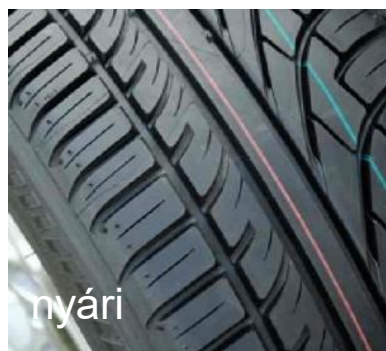
Durva felület + nem sima: gyorsforgalmi út

Finom felület + nem sima: városi külterületi

Durva felület + sima: városi főút

Finom felület + sima: mellékút

Tapadási tényező – a gumiabroncs (J)



Diagonál – radiál (kordszálak helyzete)

Belső gumi (tömlő), oldal érzékenység

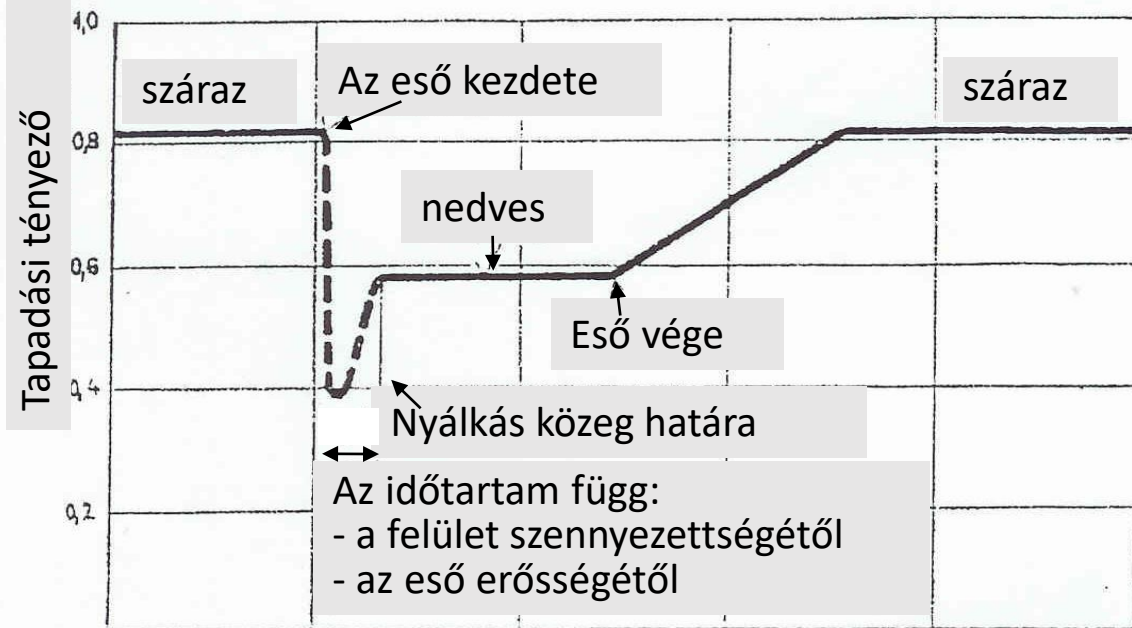
Méretek, téli- nyári mintázat

Zaj kibocsátás

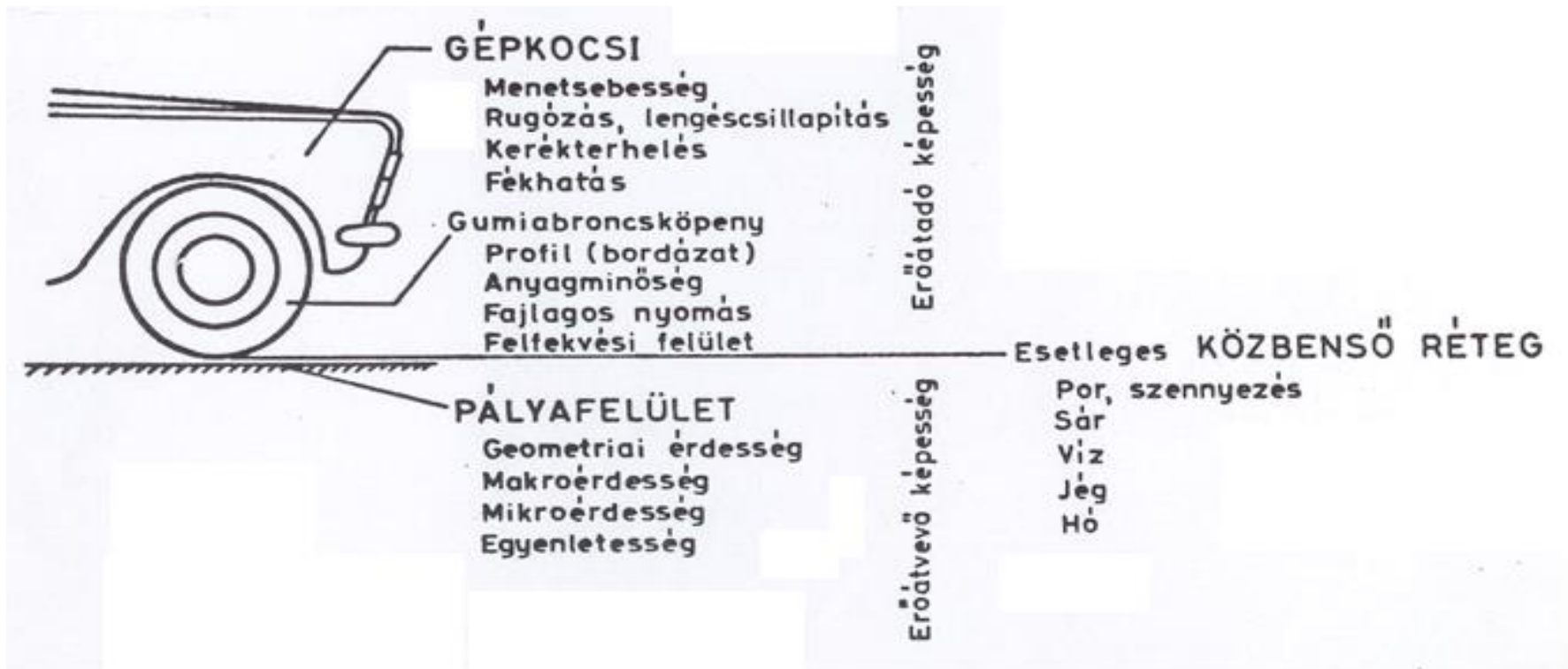
Tapadási tényező – változása az időjárás hatására (K)

A tapadási tényező átlagos értékei

Útfelület	Tapadási tényező (N/N)	
	száraz	nedves
érdesített aszfalt-beton	0,95	0,9
beton	0,5 - 0,8	0,35 - 0,45
aszfalt	0,5 - 0,8	0,35 - 0,45
szennyezett aszfalt	-	0,2 - 0,3
homok	0,5 - 0,8	0,5 - 0,65
kötött talaj	0,4 - 0,6	-
letaposott hó	-	0,15 - 0,25
sima jég	0,1 - 0,15	-



Tapadási tényező - a gépkocsi és az útfelület közötti erőátvitelt befolyásoló tényezők (P, J, K)



Az ember (E) közlekedési szempontból releváns tulajdonságai

Élettani jellemzők



Az ember (E) közlekedési szempontból releváns tulajdonságai



A cselekvési idő részei:

- az észlelési idő,
- a reakció idő,
- a kezelési idő (pl. fékpedál lenyomás),
- a működési idő (pl. fékberendezésé).

A cselekvési idő függ:

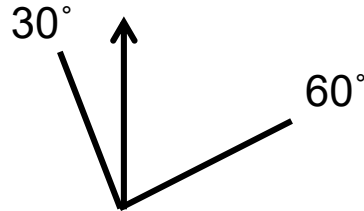
- inger és (forgalmi helyzet) ismert voltától,
- inger és a követő cselekvés összefüggésétől,
- ingerre adott válaszok számától,
- a követő cselekvés gyakorlottságától.

Cselekvés idő

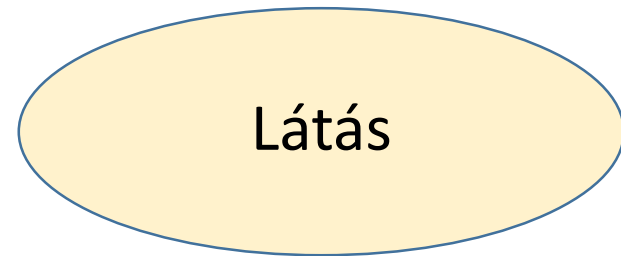
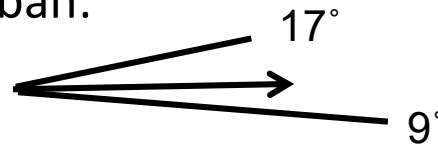
Az ember (E) közlekedési szempontból releváns tulajdonságai

Látómező (perifériás is):

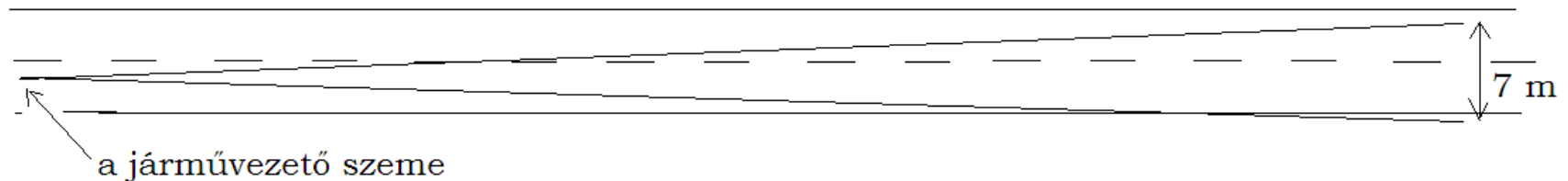
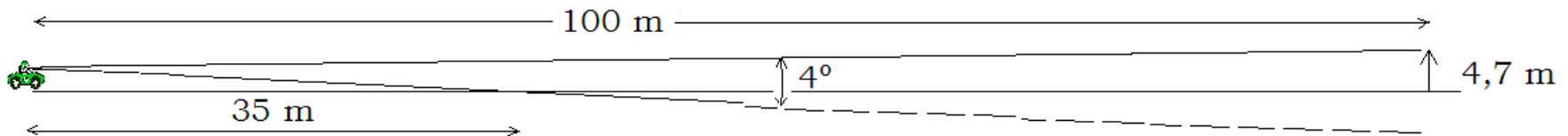
Látószög vízszintes síkban:



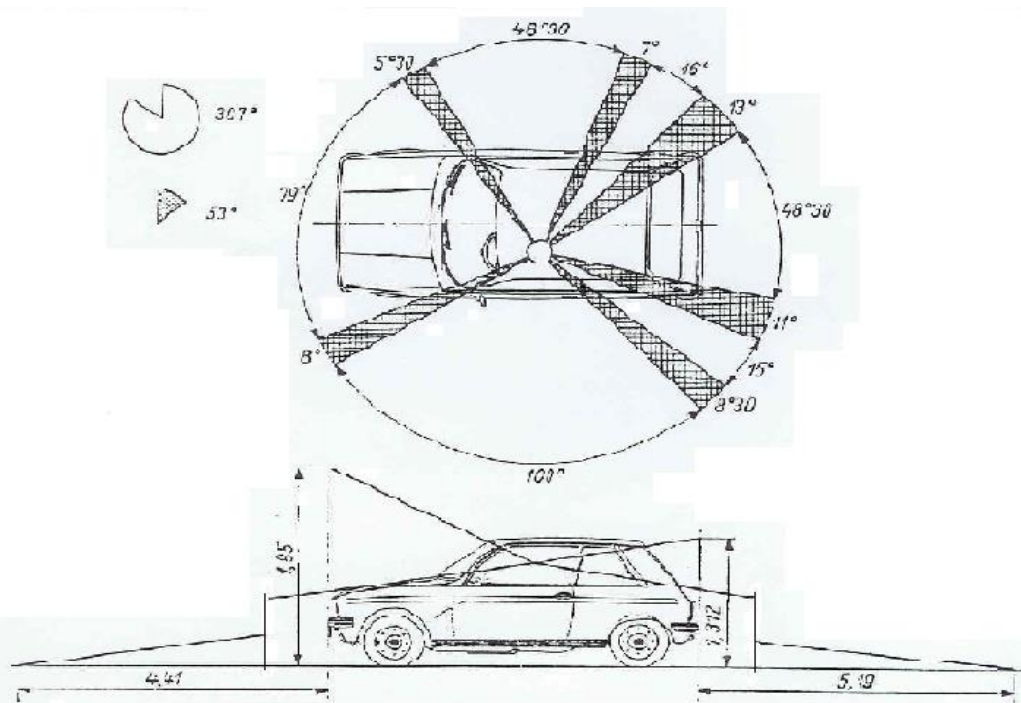
Látószög függőleges síkban:



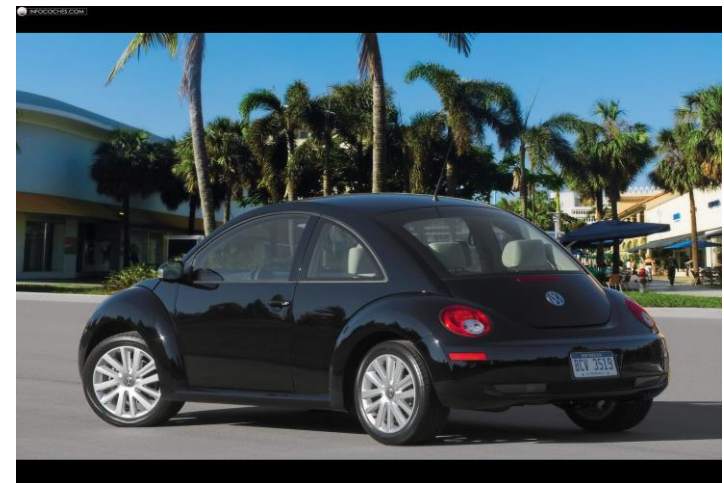
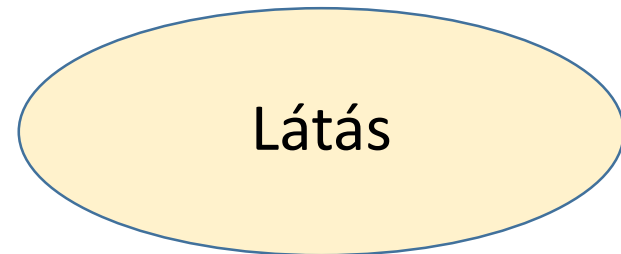
Éleslátás (3° - 5° kúpon belül):



Az ember (E) közlekedési szempontból releváns tulajdonságai



Személygépkocsból való kilátás jellemző adatai



Az ember (E) közlekedési szempontból releváns tulajdonságai

- **Nedves, meleg légtömegek:** migrén, fejfájás, csökkent véralvadási képesség, trombózis, embólia, szívinfarktus kockázata, erősödő gyulladási hajlam, magas vérnyomássüllyedés, fantomfájdalmak fellépése, alvászavarok, növekedő helyesztési kockázat.
- **Tartós melegfront:** szívinfarktus kockázata, erősödő gyulladási hajlam, depresszió, alvászavarok jelei, magas vérnyomássüllyedés, kockázat.
- **Alacsony légköri nyomás:** fejfájás, szívinfarktus kockázata.
- **Nedves, hideg levegő:** fejfájás, növekedő vérnyomás, fokozott görcshajlam, koszorúér elégtelenség, szívinfarktus kockázata, fantomfájdalmak fellépése, ízületi gyulladás, reuma, migrén, kólika, hascsikarás jelentkezése.
- **Tartós rossz időjárás:** koszorúér-elégtelenség, ízületi gyulladás, kólika, hascsikarás.
- **Szép idő, erős széllel:** fejfájás, csökkent véralvadási képesség, görcshajlam, vérnyomássüllyedés, alvászavarok.
- **A meleg frontot kísérő páratartalom emelkedés, illetve légnyomáscsökkenés hatására a szimpatikus idegrendszer izgalomba kerül.** Ennek hatására fokozódik az anyagcsere, emelkedik a vérnyomás, szaporább a szívverés, a szimpatikus idegrendszer ellenőrzésére érzékenyek álmatlanságról, nyugtalanságról, pszichés tünetek megjelenése is gyakoribb. Csökken a figyelemkoncentráció, a reflexidő hosszabbodik, a reflexidő hosszabbodik, a reflexidő is növekszik. A billentyűhibás szívelégtelenségben szenvedők nehézlégzése fokozódik, a kalcium, viszont csökken a káliumtartalom.
- **Hidegfront:** migrén, növekedett vérnyomás, görcshajlam, ízületi gyulladás, reuma, megnövekedett görcshajlam, kólika, hascsikarás.
- **A hidegfrontot kísérő páratartalom-csökkenés, és légnyomás növekedés hatására a paraszimpatikus idegrendszer izgalma fokozódik, a vérnyomás csökken, a szív működés gyengébb.** Ilyenkor a gyulladásos folyamatok háttérbe szorulnak, viszont erősödnek a reumás és migrén jellegű fájdalmak, csökken a vércukorérték. A hidegfront hatására a panaszok, a reflexidők megnyúlnak, az alvás mélyebbé válik. Ilyenkor növekszik a görcskészség, fokozódhatnak az asztmás rohamok.

Migrén

Vércukorszint
változásVérnyomás
változás

Depresszió

Időjárás hatások

Koszorúér
elégtelenség

A sebesség fogalma



Egy adott sebesség-fogalom mindig a **viszonyítási alap** (távolság, idő) **függvénye**:

„Általános” esetben:

- Menetsebesség: a folyamatos haladás alatt megtett út osztva az idővel.
- Utazási sebesség: az útközben állva töltött időt is számításba véve.
- Helyváltoztatási (eljutási) sebesség: a helyváltoztatáshoz szükséges rá- és elgyaloglási időt is figyelembe véve.

Mint áramlati jellemző:

- Keresztmetszeti sebesség: adott térbeli pontban-, vagy a tér tengely mentén átlagos.
- Pillanatnyi sebesség: adott időpillanatban-, vagy az idő tengely mentén átlagos.

A sebesség, mint valószínűségi változó

A sebesség (annak valószínűsége és eloszlása) **normális vagy Gauss-féle, folytonos eloszlással** jellemezhető:

- a sebességben sok elem megjelenik, melyek szuperponálódnak, ezért írja le azt jól a „leggyakrabban alkalmazott eloszlás” (adott forgalmi viszony mellett).

Sűrűség függvény:

$$f(v) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(v-\bar{v})^2}{2\sigma^2}}$$

Az $f(v)$ annak valószínűsége, hogy egy meghatározott sebesség az áramlatban előfordul.



A sebesség, mint valószínűségi változó

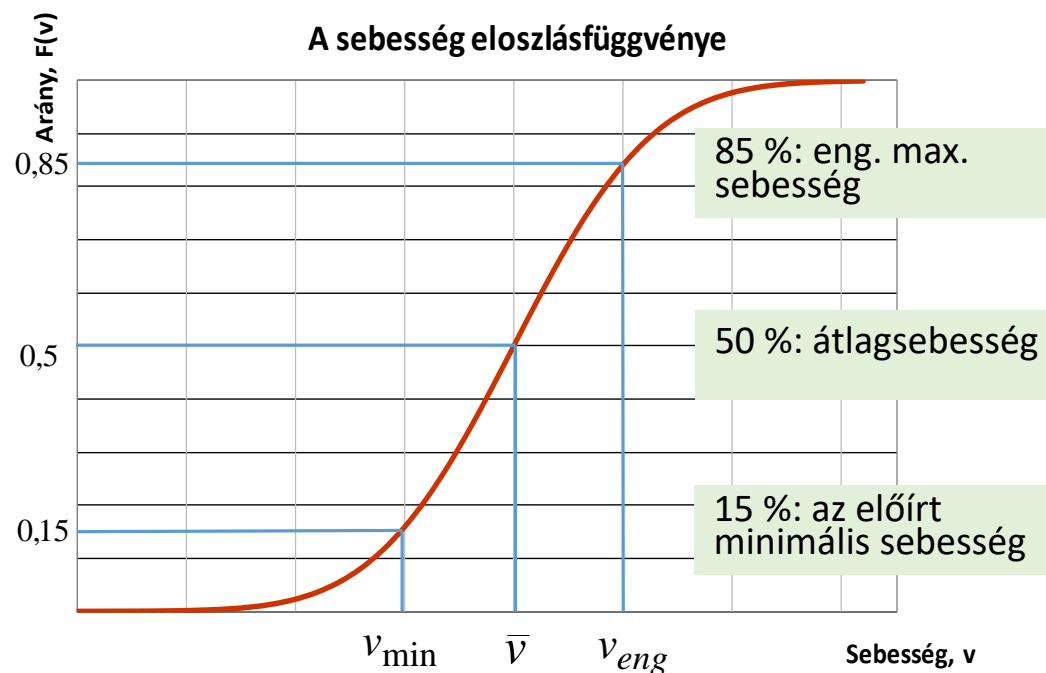
A sebesség (annak valószínűsége és eloszlása) **normális vagy Gauss-féle, folytonos eloszlással** jellemezhető:

- a sebességben sok elem megjelenik, melyek szuperponálódnak, ezért írja le azt jól a „leggyakrabban alkalmazott eloszlás” (adott forgalmi viszony mellett).

Eloszlásfüggvény:

$$F(v) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int e^{-\frac{(v-\bar{v})^2}{2\sigma^2}} dv$$

Az $F(v)$ annak valószínűsége, hogy egy adott sebességet, vagy annál kisebbet milyen valószínűséggel „találunk” az áramlatban.



Sebesség gyakoriság és eloszlási összeggörbék

A görbék helyzetét és alakját **befolyásoló tényezők:**

- a járművek sebességképessége és a sebességre vonatkozó előírások,
- a pályajellemzők, elsősorban a vonalvezetés jellemzői, sávszám és a felület egyenletessége,
- a forgalom nagyság/állapot, kapacitás/kapacitáskihasználtság mértéke.

A görbék segítségével **forgalom-technikai intézkedések hatása**, napszakok forgalma, útvonalak, stb. **összehasonlítása** lehetséges.

