




BME  **KHJIT**

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar

Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

Közlekedési automatika

1-2-3. előadások

Dr. Ságbi Balázs diasora alapján
összeállította, kiegészítette Dr. Bede Zsuzsanna

BME Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék
2019

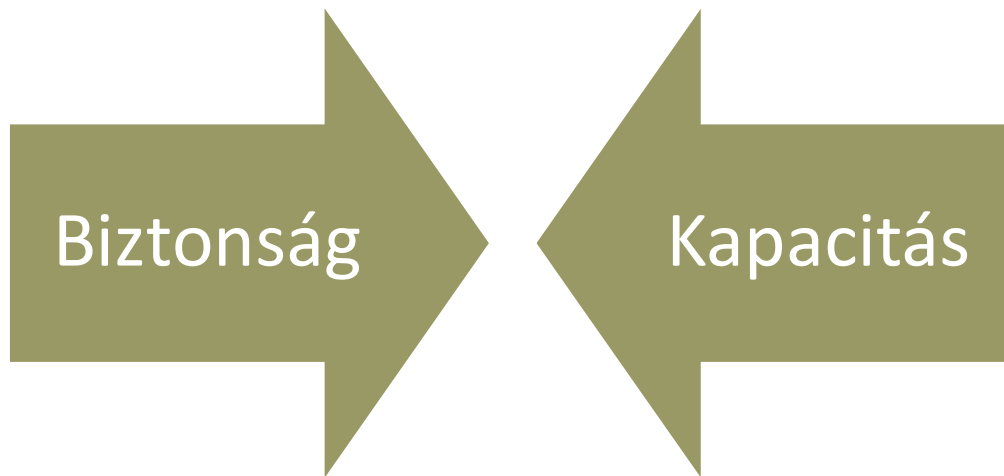
A közlekedési rendszerekkel szemben támasztott elvárások

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar

Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

Elvárások



Probléma

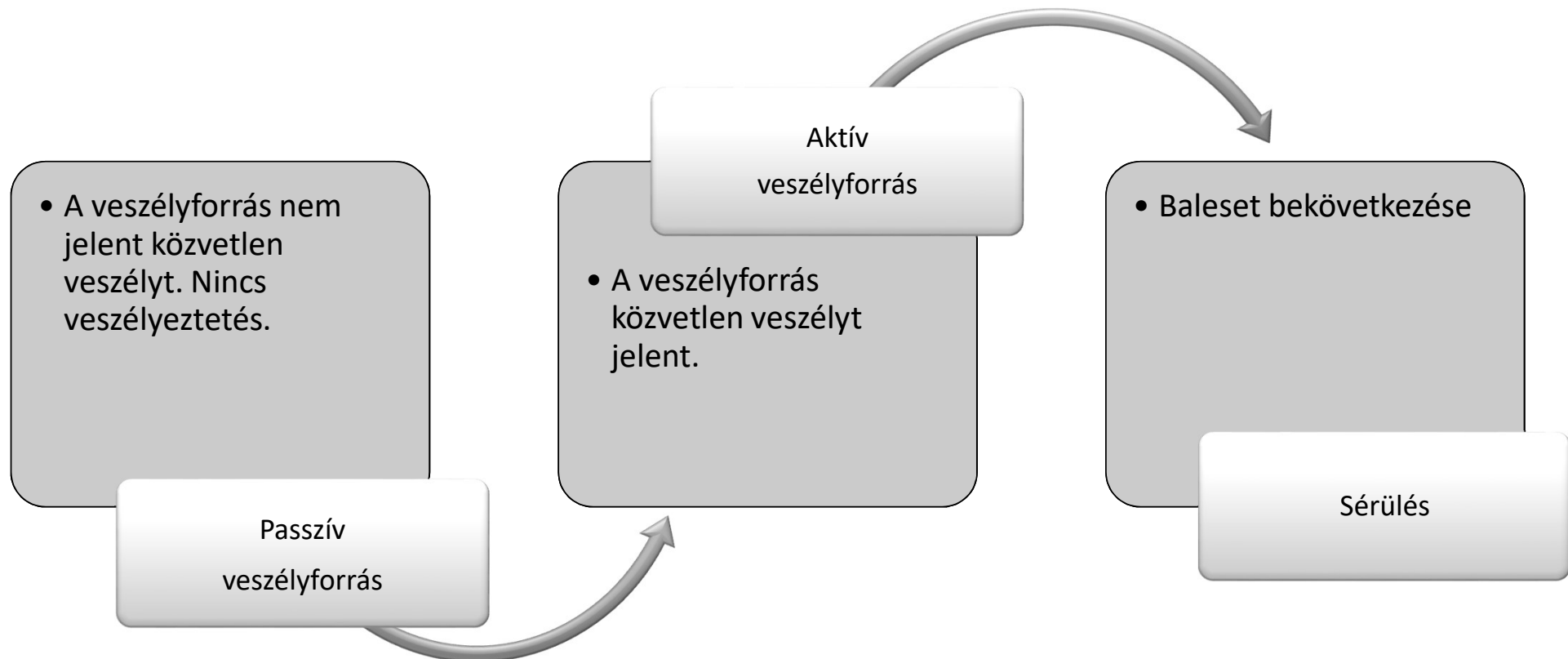
- A kapacitás növekedése a biztonság csökkenését okozza
 - sebesség emelése,
 - forgalomsűrűség növekedése.

Biztonság, veszélyeztetés, baleset (baleseti eseménylánc)

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar

Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék



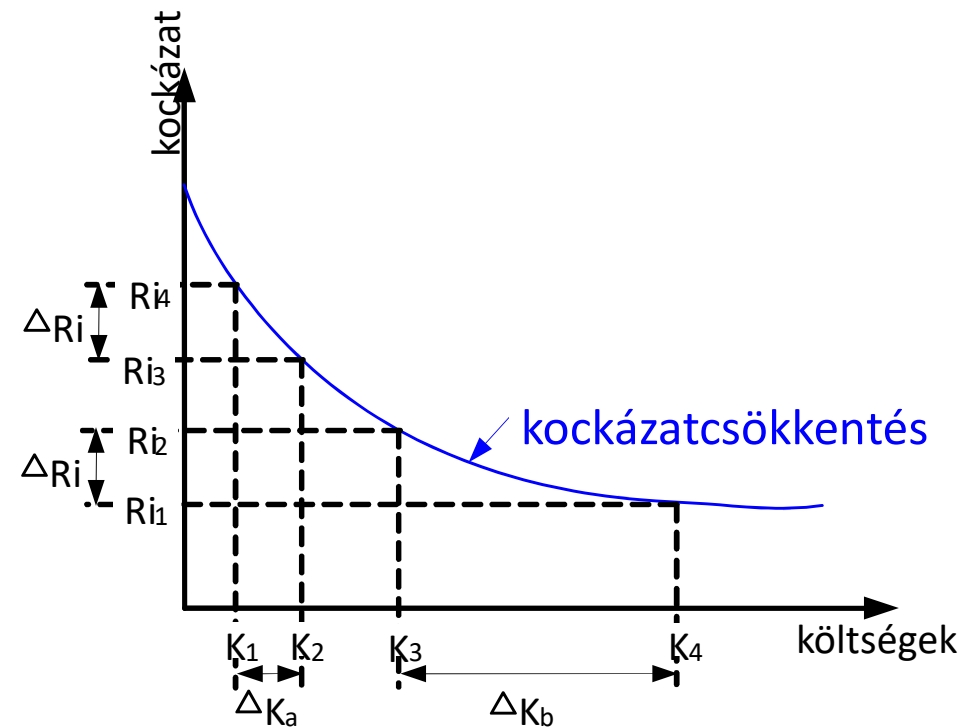
A kockázat fogalma

- A kockázat egy veszélyeztető hatás jelentőségét fejezi.
- Alapvetően emberi, szubjektív érzés
- Kockázati paraméterekkel írjuk le
 - Gyakoriság
 - Súlyosság
 - Egyéb paraméterek (pl. menekülési lehetőség)

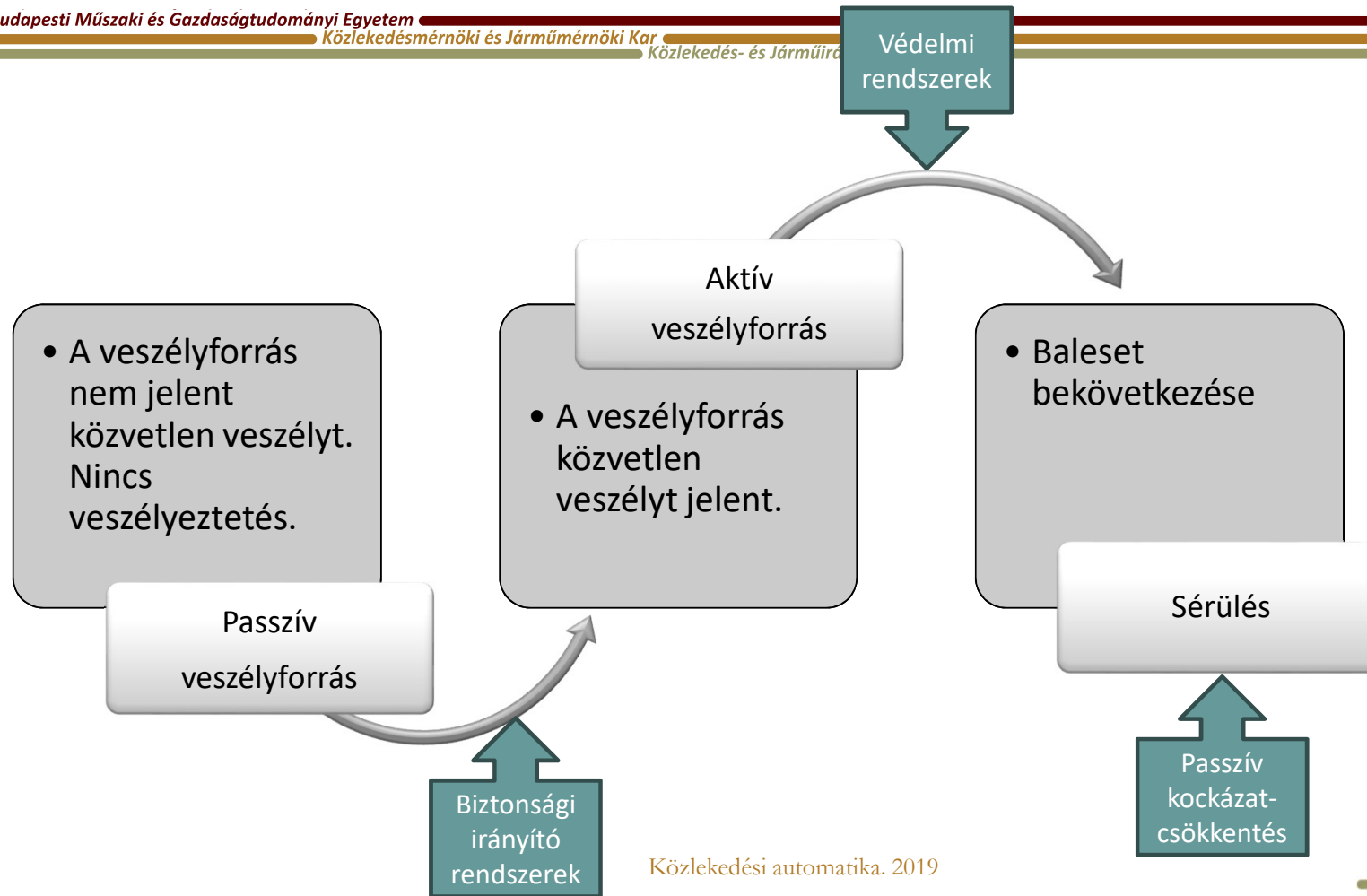
Gyakoriság		Súlyosság			
		Katasztrofális	Kritikus	Csekély	Elhanyagolható
		4	3	2	1
gyakori	A	Red	Red	Red	Yellow
valószínű	B	Red	Red	Yellow	White
néha	C	Red	Yellow	Yellow	White
alig	D	Yellow	Yellow	White	Green
valószínűtlen	E	White	White	Green	Green
rendkívül valószínűtlen	F	Green	Green	Green	Green

Társadalmilag elviselhető kockázat

- A kockázattűrést szubjektív szempontok befolyásolják
 - pl. felelősség
- A kockázat csökkentése költségekkel jár
 - abszolút biztonság nem létezik
- A ráfordítások és az elérhető eredmények megfelelő arányát keressük.



Aktív és passzív kockázatcsökkentés



Közlekedési szabályok

Folyamatosan, azonos módon alkalmazott

- pl. jobbkéz-szabály, jobbra-tartási kötelezettség
- Fontos a szabályok ismerete, ezért a rendszerhez való hozzáférést korlátozzuk, képzéshez kötjük.

Forgalom-, illetve szituációfüggően változó módon alkalmazott

- Forgalomirányítás
 - A járműveknek engedélyt/utasítást adunk bizonyos mozgásokra.
 - A járművek az engedélynek megfelelően mozoghatnak.
- A forgalomirányítás feladatai
 - a biztonságos járműmozgások feltételeinek megteremtése,
 - egyéb irányítási célok elérése (pl. energiafelhasználás csökkentése)

Irányítási utasítások és azok betartása



Irányítási utasítások és azok betartása

Közúti közlekedés

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar

Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

- Gépi úton ellenőrzött utasítások jelzések révén.
 - Ellenőrző mechanizmusok biztosítják, hogy ne jelenhessen meg olyan jelzés, amelynek következtében veszélyes forgalmi szituáció alakulhat ki,
 - még meghibásodás esetén se.
- Az utasítások betartása humán döntésen alapul.
 - Szabályozott rendszerhozzáférés
 - Újabban: támogató rendszerek a járműveken



Irányítási utasítások és azok betartása

Légi közlekedés

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar

Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

- Utasítások adása humán döntés.
- Utasítások betartása humán döntés.
- Alapja:
 - támogató eszközök,
 - magas szintű képzés,
 - folyamatos tréning.



Irányítási utasítások és azok betartása

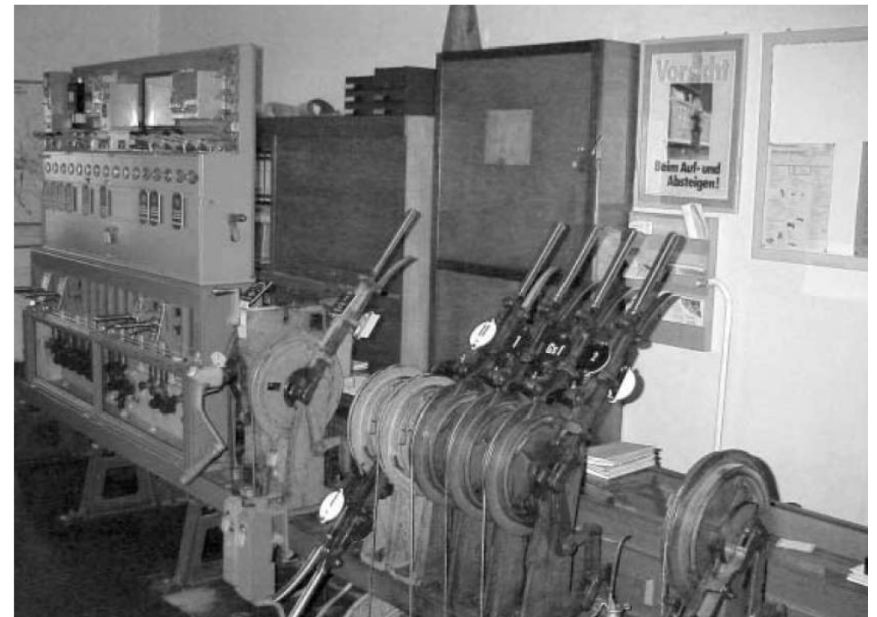
Vasúti közlekedés

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar

Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

- Jelzésadás – menetengedély
 - Gépi úton ellenőrzött
 - Biztosítóberendezések
- Jelzések betartása
 - Korán megjelenik a gépi úton való kikényszerítés.
 - Vontmegállító, vonatbefolyásoló berendezések.



Gépi eszközök a közlekedésirányításban

- Probléma
 - Hogyan kérhető számon ezektől a berendezésektől az a „kompetencia”, ami a humán irányítók kiképzése és folyamatos tréningje biztosít?
- Általában
 - minél nagyobb egy humán irányító felelőssége, annál szigorúbb képzettségi követelményeket támasztunk.
- Műszaki rendszerek esetén
 - minél nagyobb az adott műszaki rendszer szerepe a kockázatcsökkentésben, annál kevésbé engedhető meg, hogy ne lássa el a feladatát,
 - azaz a biztonság annál magasabb szintjét kell elérni.

Biztonsági rendszerek belső biztonsága

Biztonsági funkciók

- A biztonsági irányító rendszerek és védelmi rendszerek funkcionalitása
- Biztonsági funkciók révén csökkentik a kockázatot az irányított folyamatban.
- Biztonsági funkcióik védekeznek a **külső veszélyforrások** ellen.

Biztonsági integritás

- A berendezések belső biztonsága
- Az irányított folyamat megfelelően védve legyen az irányítórendszer saját, **belső veszélyforrásaitól**.
- Mekkora legyen a védekezés mértéke?

Összefoglalás

- A közlekedési folyamatok kockázatai a társadalmilag elviselhetőnél magasabbak,
- ezért kockázatcsökkentő műszaki rendszereket alkalmazunk.
- Ezek a rendszerek biztonságkritikus rendszerek, mert ha nem látják el a feladatukat, veszélyeztetések alakulhatnak ki.
- A biztonságkritikus rendszerekkel szemben ezért magasabb követelményeket támasztunk.
- További érdekes fejezetek:
 - járművek irányítórendszereinek biztonsága
 - önvezető járművek kockázatai

VESZÉLYFORRÁSOK, VESZÉLYEZTETÉSEK

Közlekedési rendszerek és alrendszereik műszaki megbízhatósága és biztonsága RAMS(S)

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar

Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

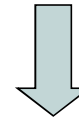
- Megbízhatóság
 - Reliability – a működőképesség valószínűsége
 - Availability – rendelkezésreállás, üzemkésztség
 - Maintainability – karbantarthatóság, javíthatóság
- Biztonság – beleértve a biztonságos hibaviselkedést is
 - Safety
- Védelem
 - Security

Elvárások a közlekedéssel szemben

Elvárások

- költség
- gyakoriság
- sebesség
- eljutási idő
- biztonság
- megbízhatóság
- utazási komfort
- egyéb

Megfelelés az elvárásoknak: ráfordítás



attraktivitás

Az egyes tényezők fontossága viszonylatfüggő,
de a **biztonság** mindig az első helyen áll.

AUTOMATIKUS FOLYAMATIRÁNYÍTÓ RENDSZEREK A KÖZLEKEDÉSBEN

- jármű fedélzeti rendszerek
- forgalomirányító rendszerek
- egyéb rendszerek (pl. energiaellátás irányítása)

Biztonságkritikus folyamatok

A **közlekedés** veszélyes üzem:

- személyek
- tárgyak
- a környezet

biztonságát **sérülések okozásával** veszélyeztetheti.

Példák más **veszélyes folyamatokra**, rendszerekre:

- vegyipari és energiaipari folyamatok,
- gyártási folyamatok (gyártósorok, ipari robotok),
- anyagmozgatás, raktározás,
- orvosi technológiák (orvosi, radiológiai műszerek/készülékek).

A veszélyeztetést az adott folyamattal, berendezéssel vagy rendszerrel, illetve annak funkcióival összefüggő egy vagy több

veszélyforrás

okozhatja.

Biztonság és veszélyeztetés – Baleseti eseménylánc

Biztonság:

a veszélyeztetettségtől mentes állapot
valószínűsége (P)

Balesetmentesség:

a sérüléstől mentes állapot
valószínűsége (P, A)

Biztonságos állapot

P A veszélyforrás passzív

a Műszaki hiba, hibás cselekvés

Veszélyeztető állapot

A A veszélyforrás aktív

„Majdnem-balesetek”

- aktív veszélyforrás
- a veszélyeztetés tárgya ki van téve a veszélyforrás hatásának
- a rendszer nem biztonságos állapota, amely balesethez vezethet

b Baleset

S Sérülés

Veszélyforrások a közlekedésben (1)

Egyetlen jármű esetén

- pályahiba
- személyek, tárgyak, idegen jármű a pályán,
ill. a pálya veszélyes megközelítése
- rakomány nem megfelelő elhelyezése/rögzítése
- utasok nem megfelelő magatartása
- járműhiba
- jármű/pálya kapcsolat megváltozása
- járművezetési hiba

Több jármű vonatkozásában

- a forgalmi helyzet téves megítélése
- veszélyes megközelítés
 - hátulról
 - szemből
 - oldalról

A belátható távolságnál hosszabb fékút

A jármű/vontató jármű energiaellátása

**Műszaki vagy
emberi hiba**

Emberi hiba
(ritkán műszaki)

Adottság

Veszélyforrások a közlekedésben (2)

A forgalomirányítás szabály- és eszközrendszere a veszélyforrások egy részének hatását kizárja, illetve mérsékeli, és ezáltal lehetővé teszi a nagyobb sebességgel való közlekedést, illetve a pályacapacitás jobb kihasználását.

Ugyanakkor a forgalomirányítással kapcsolatos hibák is veszélyforrást jelentenek.

Forgalomirányítási szabályok

- hiányosságai
- helytelen értelmezése
- figyelmen kívül hagyása

Forgalomirányító jelzések

- hiánya, megrongálódása, észlelhetetlensége
- helytelen értelmezése
- figyelmen kívül hagyása

Helytelen forgalomirányító jelzések adása

Forgalomirányító berendezések hibája

zlekedési automatika. 2019

Emberi hiba

Emberi hiba

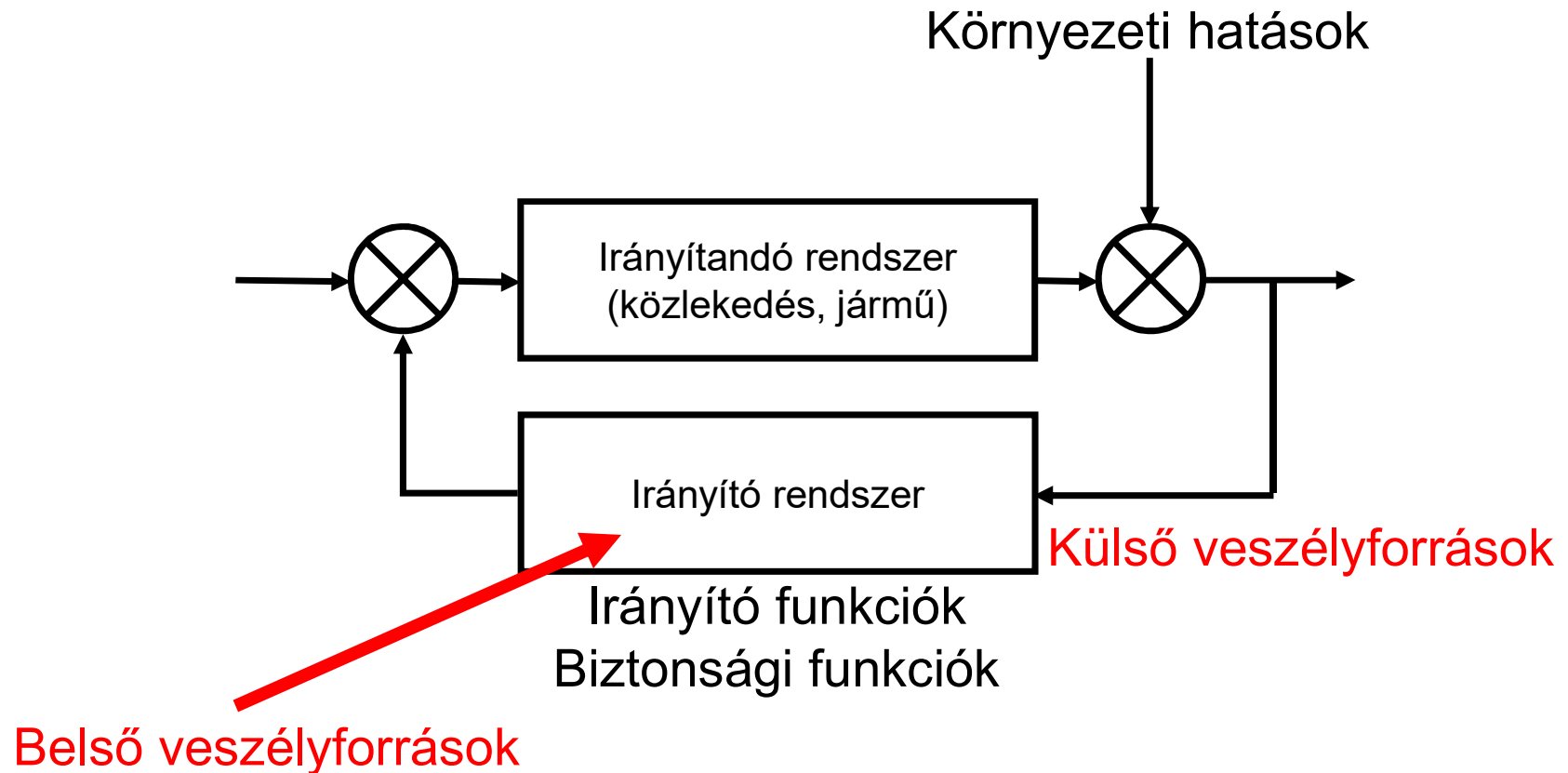
Emberi hiba

Műszaki hiba

Lehetséges veszélyforrások (külső és belső)

- A rendszer valamely elemének
 - szisztematikus hibája – emberi eredetű
 - HW
 - SW
 - véletlenszerű meghibásodása
 - HW
 - A rendszer
 - funkcionalitása;
 - normál üzeme;
 - hibaállapotai;
 - szükségüzeme;
 - helytelen használata;
 - csatlakozó felületei;
 - üzemeltetése, karbantartása és ellátási kérdései;
 - selejtezése
 - Hibás emberi cselekvés
 - a rendszer létrehozása folyamán
 - a rendszer üzemeltetése folyamán
 - utas
 - személyzet (működtetés, karbantartás)
 - Környezeti hatás
 - mechanikai
 - villamos környezet
 - időjárás, természeti
 - egyéb
-
- Szándékos veszélyeztetés >> security

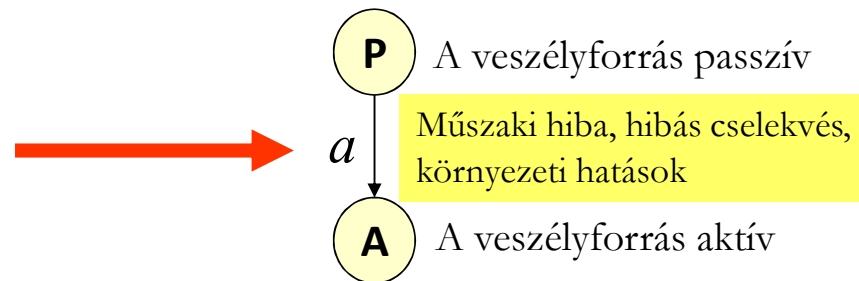
Az irányító rendszer szerepe



Veszélyek számbavétele

- Lehetséges módszerek (szisztematikus eljárások)
 - ellenőrző lista alapján
 - a vizsgált rendszer alrendszerekre bontásával
 - a funkciók számbavétele alapján
- Azonosított veszélyek listája
 - azonosító (pl. sorszám)
 - a veszélyforrás megnevezése
 - **a veszélyeztetés okai**
 - a keletkező elsődleges baleset
 - a lehetséges következmény baleset

A veszélyes helyzethez vezető
események meghatározása



BIZTONSÁGI KOCKÁZAT

Biztonsági kockázat

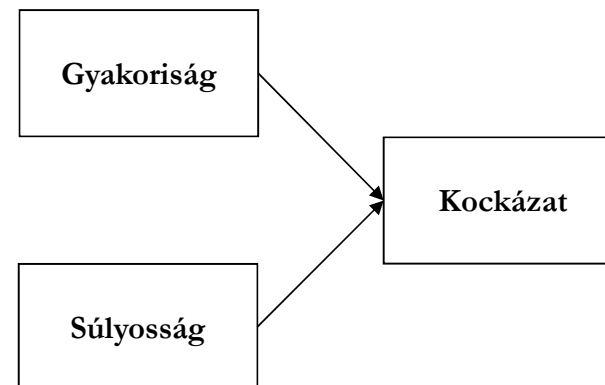
Valamely veszélyeztető hatás jelentőségét egy alkalmazásban az ún. **biztonsági kockázat** fejezi ki.

Biztonsági kockázat:

- a veszélyeztetésből adódó baleset bekövetkezési valószínűségének vagy **gyakoriságának** és
- a keletkező sérülések **súlyosságának** kombinációja, amelyet további
- **kockázati paraméterek** is befolyásolhatnak.

A kockázat **meghatározható**

- mennyiségileg / kvantitatív módon
- kockázatosztályozással / kvalitatív eljárással



Példa a kockázat számszerű kifejezésére (1)

Valamely speciális alkatrész meghibásodása robbanást okozhat egy rendszerben, aminek következtében 100 ember halhat meg.

Az alkatrész átlagosan 10 000 évenként egyszer hibásodik meg.

Mekkora az alkatrészhibához kapcsolódó kockázat?

Kockázat = súlyosság x gyakoriság = 100 ember halála/hiba x 0,0001 hiba/év

Kockázat = 0,01 ember halála/év

Példa a kockázat számszerű kifejezésére (2)

Egy 50 milliós lakosságú országban évente átlagosan 25 embert ér halálos villámcsapás.

Mekkora a villámcsapásból adódó halálozás kockázata?

Évente a lakosság $25/50\,000\,000=5 \times 10^{-7}$ részét éri villámcsapás.

Az **egyes emberek** számára ennyi annak a valószínűsége, hogy az adott évben villámcsapás éri őket.

A lakosság egészére vonatkozó kockázat: 5×10^{-7} halál/ember-év

EGYÉNI/KOLLEKTÍV KOCKÁZAT



Károk, sérülések

- személyi
- anyagi
- környezeti

Példa 1:

Áldozat = halálozás
= 10 súlyos sérülés
= 100 könnyű sérülés

Példa balesetbiztosításból:

- A testrészek egészségkárosodása (térítési százalékkal):
- mindkét szem látóképességének elvesztése, mindkét felkar – alkar vagy kéz – elvesztése, egyik kar vagy kéz, valamint comb vagy lábszár együttes elvesztése (felső végtag plusz alsó végtag csonkolása), mindkét comb elvesztése: 100%,
 - mindkét lábszár elvesztése: 90%,
 - egyik comb elvesztése, egyik felkar elvesztése: 80%,
 - egyik lábszár elvesztése, egyik alkar elvesztése, beszélni képesség teljes elvesztése, mindkét fül hallóképességének teljes elvesztése: 70%,
 - jobbkezes jobb kezének, balkezes bal kezének elvesztése (csuklón alul): 65%,
 - jobbkezes bal kezének, balkezes jobb kezének elvesztése (csuklón alul): 50%,
 - egyik láb teljes elvesztése (boka alatt): 40%,
 - egyik szem látóképességének teljes elvesztése: 35%,
 - egyik fül hallóképességének teljes elvesztése: 25%.

Egyéni és kollektív kockázat

- Példa egyéni kockázatra
 - kőomlás egy vonalszakaszon 10 évenként
 - hétvégi oda-vissza utazás (100/év)
 - a vonat 4 s alatt halad el a veszélyeztetett helyen

$$R_{i_i} = HR_i \cdot Da_i = \frac{1 \text{ esemény}}{10 \text{ év} \cdot 365 \frac{\text{nap}}{\text{év}}} \cdot \frac{4 \frac{\text{s}}{\text{esemény} \cdot \text{utazás}} \cdot 100 \frac{\text{utazás}}{\text{év}}}{24 \cdot 60 \cdot 60 \frac{\text{s}}{\text{nap}}} \cdot 1 \frac{\text{halálozás}}{\text{személy}}$$

$$R_{i_i} = 1,2 \cdot 10^{-6} \frac{\text{halálozás}}{\text{személy} \cdot \text{év}}$$

Kollektív kockázat

- az egyéni kockázatok összege
- Példa
 - a vonaton 650-en utaznak

$$R_{i_o} = \sum R_{i_i} = 650 \text{ személy} \cdot 1,2 \cdot 10^{-6} \frac{\text{halálozás}}{\text{személy} \cdot \text{év}}$$

$$R_{i_o} = 7,8 \cdot 10^{-4} \frac{\text{halálozás}}{\text{év}}$$

KOCKÁZATOSZTÁLYOZÁS



Kockázatosztályozás

- A kockázati paraméterek
 - súlyosság,
 - gyakoriság,
 - kontrollálhatóság stb.kategóriákba sorolása.
- A kategóriák közötti kombinációk kialakítása
- A kombinációk csoportosítása

Kárkihatási kategóriák (példa, vasúti közlekedés) (Súlyosság)

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar

Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

Kategória	Leírás	Következmények (csak személyekre)
4	Katasztrofális	Több haláleset és súlyos sérült
3	Kritikus	Egy haláleset és/vagy több súlyos sérült
2	Csekély	Egy súlyos sérült; több kisebb sérülés
1	Elhanyagolható	Legfeljebb egy kisebb sérülés

Kárkhatási kategóriák (példa)

(Súlyosság)

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar

Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

Kategória	Leírás	Következmények	
		a személyeket illetően	a szolgáltatásokat illetően
4	Katasztrofális	Halálesetek és/vagy több súlyos sérült	
3	Kritikus	Egy haláleset vagy több súlyos sérült	Egy alapvető rendszer teljes elvesztése
2	Csekély	Egy súlyos sérült, több kisebb sérülés	Súlyos károk egy vagy több rendszerben
1	Elhanyagolható	Lehetséges kisebb egyedi sérülések	Károk a rendszerben

Veszélybekövetkezési gyakoriságok (példa)

Szint	Leírás	Fogalom	Fellépési gyakoriság [h ⁻¹]
A	gyakori	Feltételezhetően gyakran fellép; a veszélyeztetés állandóan jelen van	$> 10^{-3}$
B	valószínű	Többször fellép; várható, hogy a veszélyeztetés gyakran fellép	$10^{-3} \dots 10^{-4}$
C	néha	Várható, hogy a veszélyeztetés többször bekövetkezik	$10^{-4} \dots 10^{-5}$
D	alig	Várható hogy a veszélyeztetés a rendszer életében bekövetkezik	$10^{-5} \dots 10^{-7}$
E	valószínűtlen	Valószínűtlen; azzal lehet számolni, hogy a veszély csak kivételesen lép fel	$10^{-7} \dots 10^{-9}$
F	rendkívül valószínűtlen	Rendkívül valószínűtlen bekövetkezés; azzal lehet számolni, hogy a veszély nem lép fel	$<10^{-9}$

Kockázatosztályozás (vasúti példa)

Valószínűségi szint		Kárkihatási kategóriák			
		Katasztrofális 4	Kritikus 3	Csekély 2	Elhanyagolható 1
gyakori	A	K4			
valószínű	B				
néha	C		K3		K2
alig	D				
valószínűtlen	E			K1	
rendkívül valószínűtlen	F				

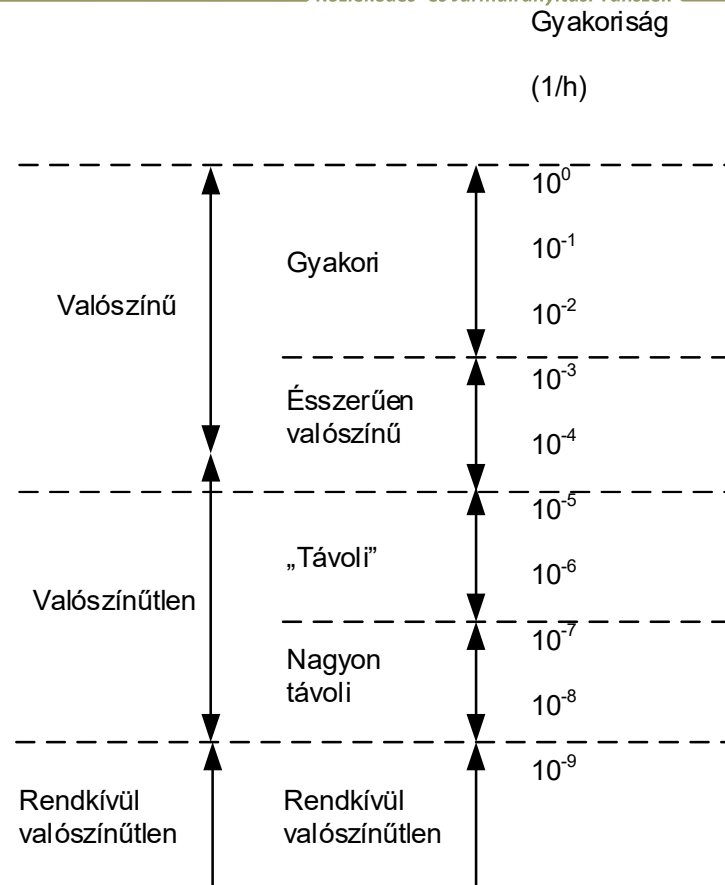
Kockázati kategóriák:

K1 (alacsony) – K4 (magas)

Súlyossági kategóriák a légiközlekedésben

Kategória	Értelmezés
Katasztrofális	Megakadályozza a biztonságos továbbrepülést, és a leszállást
Veszélyes	(...)
Lényeges	(...)
Kicsi	Nem csökkenti érdemben a repülés biztonságát, kisebb funkcionális visszaesés, szükséges lehet a személyzet beavatkozása, de túlterhelést még nem jelent számukra
Hatástalan	(...)

Gyakoriságok – polgári repülés



Súlyossági kategóriák (Járműipar, AAAM, ISO 26262)

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar

Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

- AIS 0 : nincs sérülés
- AIS 1 : könnyű sérülés (bőrsérülés, izomfájdalom stb.)
- AIS 2 : mérsékelt sérülés (mélyebb vágás, max 15 perc eszméletvesztés)
- AIS 3 : súlyos, de nem életveszélyes (csonttörés [nem koponya], ízületi sérülés...)
- AIS 4 : súlyos, életveszélyes, valószínű túléléssel (súlyos csontsérülések, 12 óra eszméletvesztés)
- AIS 5 : kritikus sérülés, életveszélyes, bizonytalan túléléssel (12+ óra eszméletvesztés, belső vérzés ...)
- AIS 6 : extrém kritikus, halálos sérülés, haláleset

Súlyosság

- AIS → ISO 26262 súlyossági kategóriák

	Class of severity (see Table 1)			
	S0	S1	S2	S3
Reference for single injuries (from AIS scale)	<ul style="list-style-type: none"> — AIS 0 and less than 10 % probability of AIS 1-6 — Damage that cannot be classified safety-related 	More than 10 % probability of AIS 1-6 (and not S2 or S3)	More than 10 % probability of AIS 3-6 (and not S3)	More than 10 % probability of AIS 5-6

Description	Class			
	S0	S1	S2	S3
	No injuries	Light and moderate injuries	Severe and life-threatening injuries (survival probable)	Life-threatening injuries (survival uncertain), fatal injuries

Példák súlyossági kategóriákra

Vezetési scenáriók alapján

- S0: könnyű ütközés, súrolás, parkolóhelyre be- és kiállítás során keletkező sérülések, útelhagyás ütközés, borulás nélkül
- S1: oldalsó ütközés (pl. fának) nagyon kis sebességgel, oldalsó, hátsó, első ütközés másik személyautóval nagyon kis sebességgel
- S2: ütközés kis sebességgel, gyalogos/biciklis ütközés kanyarodás során (városi kereszteződés)
- S3: ütközés közepes sebességgel stb.

Gyakoriság

- Kategóriák: E0, E1, E2, E3, E4
- E0: nagyon valószínűtlen; pl. jármű és repülőgép ütközése, természeti katasztrófák (földrengés, hurrikán stb.)
- A többi kategóriát olyan esetekre alkalmazzuk, amikor a szituáció fennállásának időtartama vagy gyakorisága miatt veszélyeztetés alakulhat ki.
 - A fennállás időaránya a teljes időalaphoz képest
 - A fellépés gyakorisága időegység alatt
 - A kettő kombinációja

Gyakoriság

- Időtartam aránya szerint

	Class of probability of exposure in operational situations (see Table 2)			
	E1	E2	E3	E4
Duration (% of average operating time)	Not specified	<1 % of average operating time	1 % to 10 % of average operating time	>10 % of average operating time

- Fellépési gyakoriság szerint

	Class of probability of exposure in operational situations (see Table 2)			
	E1	E2	E3	E4
Frequency of situation	Occurs less often than once a year for the great majority of drivers	Occurs a few times a year for the great majority of drivers	Occurs once a month or more often for an average driver	Occurs during almost every drive on average

Kontrollálhatóság

- Annak valószínűsége, hogy egy átlagos (reprezentatív) járművezető meg tudja-e tartani/vissza tudja-e szerezni az irányítást, illetve a környező érintett személyek el tudják-e kerülni a veszélyeztetést

Driving factors and scenarios	Class of controllability (see Table 3)			
	C0	C1	C2	C3
	Controllable in general	99 % or more of all drivers or other traffic participants are usually able to avoid harm	90 % or more of all drivers or other traffic participants are usually able to avoid harm	Less than 90 % of all drivers or other traffic participants are usually able, or barely able, to avoid harm

Kontrollálhatóság példák

- C0 (mindenki): a rádió hangerő váratlan felerősödése, figyelemelterelő jelzések
- C1 (99%+): a vezetőülés pozíciójának helytelen állítása (lefékezés, megállás), kormány blokkolása induláskor
- C2 (90%+): ABS hiba vészfékezésnél, lámpák kikapcsolása sötét úton
- C3 (90%-): fékhiba, hibás légzsák nyitás nagy sebességnél

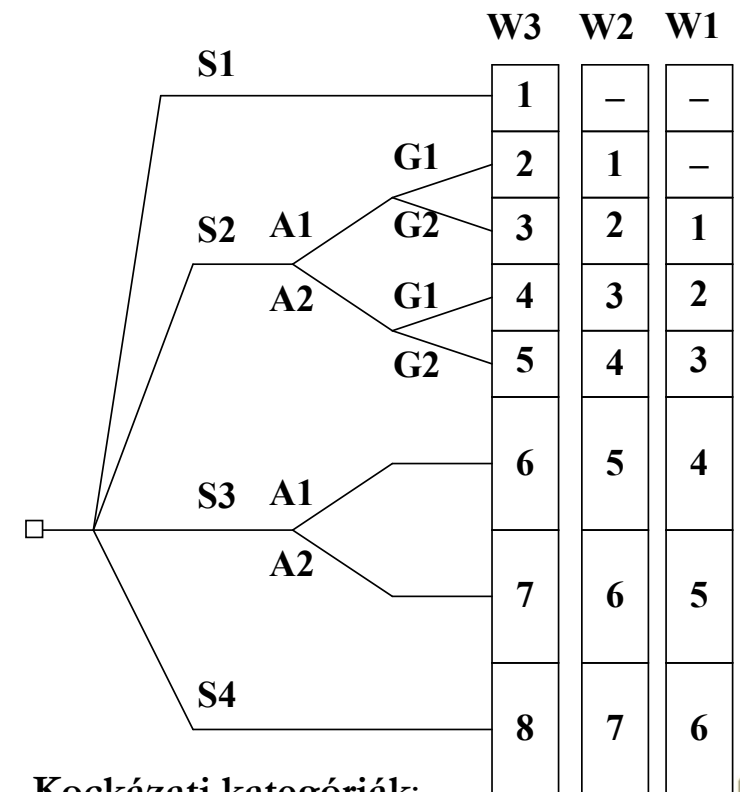
Kategóriák kombinációja

Severity class	Probability class	Controllability class		
		C1	C2	C3
S1	E1	QM	QM	QM
	E2	QM	QM	QM
	E3	QM	QM	A
	E4	QM	A	B
S2	E1	QM	QM	QM
	E2	QM	QM	A
	E3	QM	A	B
	E4	A	B	C
S3	E1	QM	QM	A
	E2	QM	A	B
	E3	A	B	C
	E4	B	C	D

Kockázati kategóriák:
 elhanyagolható (QM),
 A (alacsony) – D (magas)

Kockázati gráf - Követelményosztályok (DIN 19250)

Kockázati paraméter		Értelmezés
Következmény (súlyosság)	S1	Kisebb sérülés
	S2	Súlyosabb sérülés egy vagy több személynél, vagy egy személy halála
	S3	Több személy halála
	S4	Nagyon sok személy halála, katasztrófa
A veszélyes zónában tartózkodás	A1	Ritkától átlagos gyakoriságig
	A2	Gyakori tartózkodástól állandó tartózkodásig
A veszély elkerülésének lehetősége	G1	Lehetséges bizonyos körülmények között
	G2	Majdnem lehetetlen
A nem kívánt esemény gyakorisága	W1	Nagyon kis valószínűség
	W2	Kis valószínűség
	W3	Nagy valószínűség

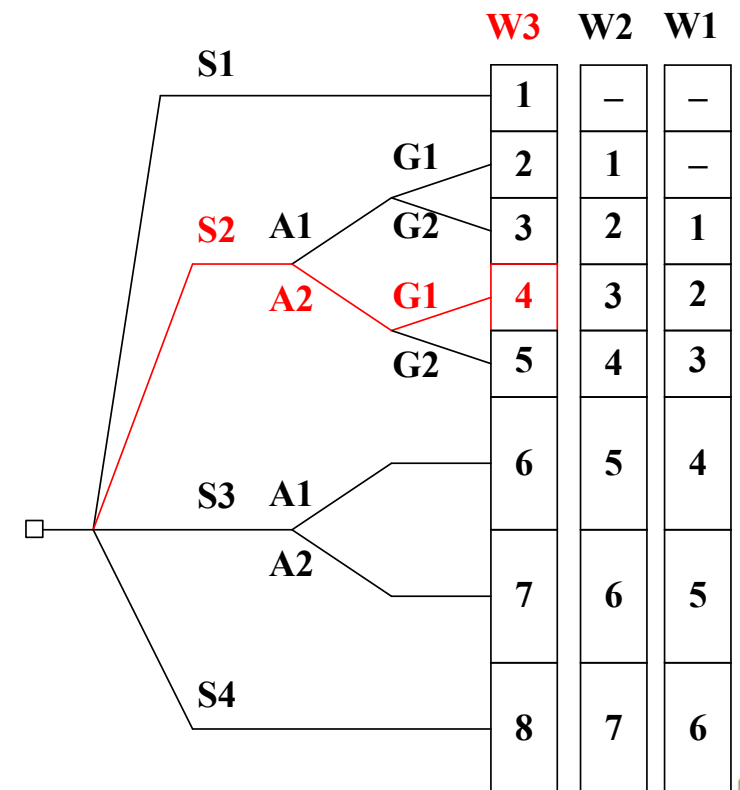


Kockázati kategóriák:
1 (alacsony) – 8 (magas)

Kockázati gráf - példa

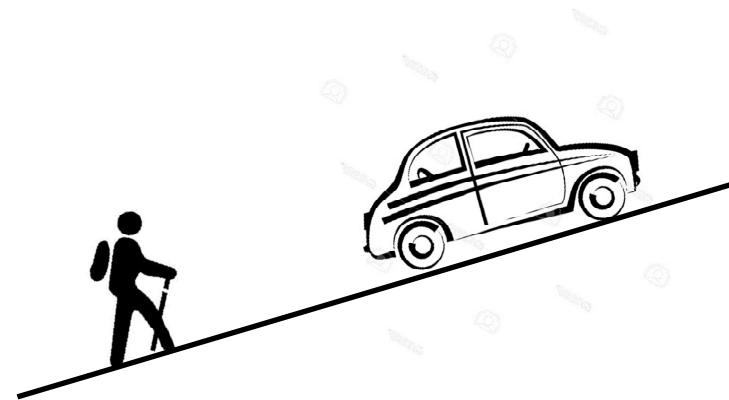
Ajtócsukó automatika – szándékolatlan működés

Kockázati paraméter		Értelmezés
Következmény (súlyosság)	S1	Kisebb sérülés
	S2	Súlyosabb sérülés egy vagy több személynél, vagy egy személy halála
	S3	Több személy halála
	S4	Nagyon sok személy halála, katasztrófa
A veszélyes zónában tartózkodás	A1	Ritkától átlagos gyakoriságig
	A2	Gyakori tartózkodástól állandó tartózkodásig
A veszély elkerülésének lehetősége	G1	Lehetséges bizonyos körülmények között
	G2	Majdnem lehetetlen
A nem kívánt esemény gyakorisága	W1	Nagyon kis valószínűség
	W2	Kis valószínűség
	W3	Nagy valószínűség



Példa (járműipar)

- A jármű emelkedőn áll
- A visszagurulás gátló meghibásodik
 - pl. pirosnál, emelkedőn
 - parkolóban lejtőn
 - stb.



Súlyosság, gyakoriság

S0: nincs sérülés

S1: könnyebb sérülés

S2: súlyos, életveszélyes,
valószínű túlélés

S3: súlyos, életveszélyes,
bizonytalan túlélés, halálos
sérülés

E1: soha, ritkábban, mint évente

E2: az üzemidő 1%-nál kisebb,
néhányszor egy évben

E3: üzemidő 1-10%, párszor
havonta

E4: üzemidő 10%-nál több,
szinten minden vezetés során

Súlyosság, gyakoriság

S0: nincs sérülés

S1: könnyebb sérülés

S2: súlyos, életveszélyes,
valószínű túlélés

S3: súlyos, életveszélyes,
bizonytalan túlélés, halálos
sérülés

E1: soha, ritkábban, mint évente

E2: az üzemidő 1%-nál kisebb,
néhányszor egy évben

E3: üzemidő 1-10%, párszor
havonta

E4: üzemidő 10%-nál több,
szinten minden vezetés során

Kontrollálhatóság

C0: általánosan kontrollálható

C1: a vezetők/résztvevők több, mint 99%-a elkerüli a sérülést

C2: a vezetők/résztvevők több, mint 90%-a elkerüli a sérülést

C3: kevesebb, mint 90% képes elkerülni a sérülést

Kontrollálhatóság

Kérdés:

van-e vezető a járműben?

C0: általánosan kontrollálható

C1: a vezetők/résztvevők több,
mint 99%-a elkerüli a sérülést

C2: a vezetők/résztvevők több,
mint 90%-a elkerüli a sérülést

C3: kevesebb, mint 90% képes
elkerülni a sérülést

Kontrollálhatóság

Van vezető a járműben

C0: általánosan kontrollálható

C1: a vezetők/résztvevők több, mint 99%-a elkerüli a sérülést

C2: a vezetők/résztvevők több, mint 90%-a elkerüli a sérülést

C3: kevesebb, mint 90% képes elkerülni a sérülést

Nincs vezető a járműben

C0: általánosan kontrollálható

C1: a vezetők/résztvevők több, mint 99%-a elkerüli a sérülést

C2: a vezetők/résztvevők több, mint 90%-a elkerüli a sérülést

C3: kevesebb, mint 90% képes elkerülni a sérülést

Visszagurulás

Severity class	Probability class	Controllability class		
		C1	C2	C3
S1	E1	QM	QM	QM
	E2	QM	QM	QM
	E3	QM	QM	A
	E4	QM	A	B
S2	E1	QM	QM	QM
	E2	QM	QM	A
	E3	QM	A	B
	E4	A	B	C
S3	E1	QM	QM	A
	E2	QM	A	B
	E3	A	B	C
	E4	B	C	D

Kategóriák kombinációja

Severity class	Probability class	Controllability class		
		C1	C2	C3
S1	E1	QM	QM	QM
	E2	QM	QM	QM
	E3	QM	QM	A
	E4	QM	A	B
S2	E1	QM	QM	QM
	E2	QM	QM	A
	E3	QM	A	B
	E4	A	B	C
S3	E1	QM	QM	A
	E2	QM	A	B
	E3	A	B	C
	E4	B	C	D

Van vezető

Nincs vezető