

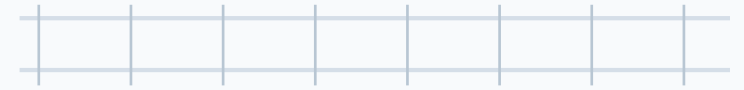
A rutin és a váratlan rendszerállapot konfliktusa

Szerepe a mozdonyvezetői döntéshozatalban

vasúti közlekedésbiztonság · humán faktor · mentális modell

Kutatási kiindulópont

A döntési hibák az ember, a technológia és az üzemeltetési környezet kölcsönhatásában értelmezhetők



Miért fontos?

A vasúti események jelentős része több tényező együttes hatásából alakul ki. A mozdonyvezető a rendszer aktív eleme, nem elszigetelt „hibaforrás”.

A konfliktus lényege

A rutin gyorsítja a helyzetfelismerést és csökkenti a terhelést. Ha a tényleges rendszerállapot eltér a megszokottól, a korábbi mentális modell félrevezetővé válhat.

Kutatási kérdés

Hogyan jelenik meg a rutin alapú döntéshozatal és a váratlan rendszerállapot konfliktusa, és milyen biztonsági következményekkel járhat?

központi kapcsolat: mentális modell ↔ tényleges rendszerállapot

ELŐADÁSI KULCSSZAVAK: rendszerkölcsönhatás · döntéshozatal · mentális modell · kutatási kérdés

Rendszerszemléletű biztonsági háttér

Az emberi teljesítmény a teljes vasúti rendszer működésének részeként értelmezhető

01 Reason: a baleset több védelmi réteg egyidejű sérülésének eredménye

02 Hollnagel: a mindennapi sikeres alkalmazkodás kedvezőtlen helyzetben kockázatot is teremthet

03 UIC: a biztonság az ember és a technológia hatékony együttműködésének eredménye

04 ERA: a humán faktor integrálása a vasúti rendszer egészében szükséges



A közvetlen „emberi hiba” mögött gyakran szervezeti, technológiai és üzemeltetési feltételek kölcsönhatása áll.

Rendszerszintű nézőpont

ember · technológia · szervezet · környezet

ELŐADÁSI KULCSSZAVAK: Reason · Hollnagel · UIC · ERA · rendszerkölcsönhatás

A döntéshozatal elméleti modelljei

A rutin, a helyzetfelismerés és az automatizálás együtt alakítja a mozdonyvezető döntési folyamatát

01 Endsley: észlelés, megértés és a következő állapot előrevetítése

02 Rasmussen: készség-, szabály- és tudásalapú működési szintek

03 Klein: tapasztalatra épülő, felismerésalapú döntéshozatal

04 Parasuraman: automatizálás, figyelmi folyamatok és rendszerre támaszkodás



A gyors döntés előnye addig érvényesül, amíg a felismert minta valóban megfelel a tényleges üzemi helyzetnek.

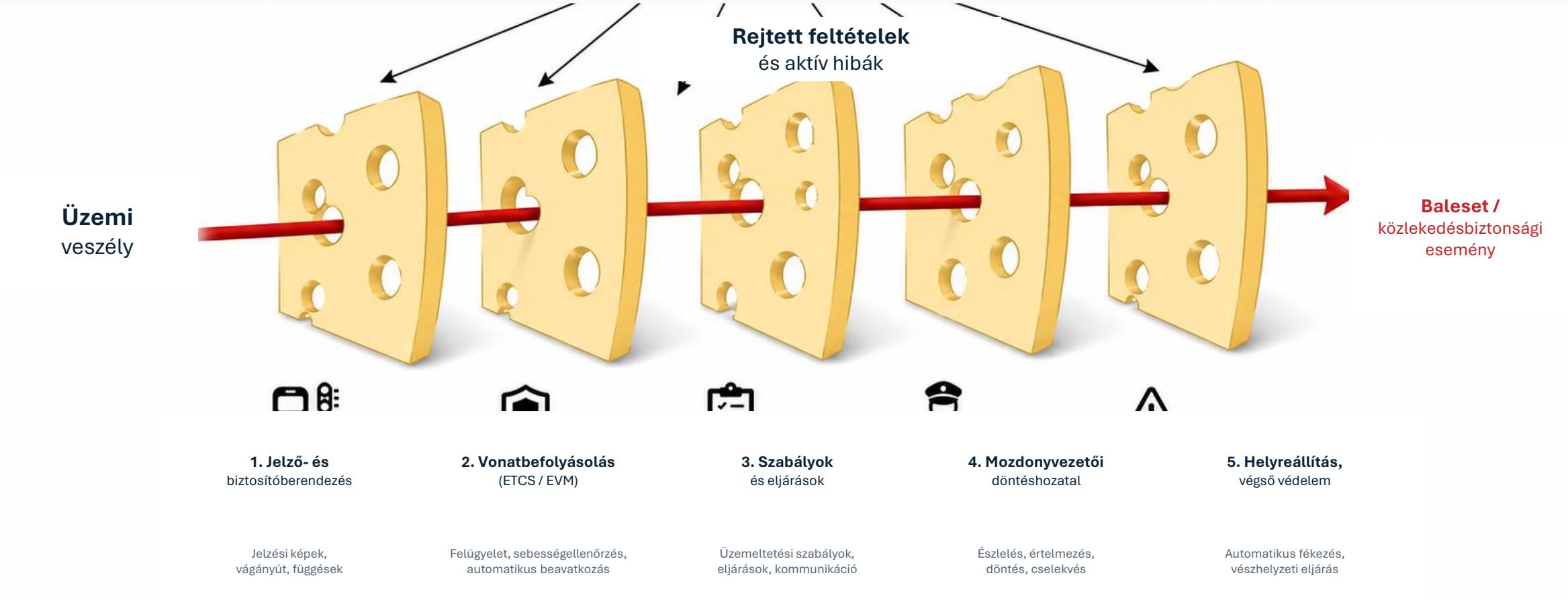
Kognitív nézőpont

helyzetfelismerés · mentális modell · reakcióséma

ELŐADÁSI KULCSSZAVAK: Endsley · Rasmussen · Klein · Parasuraman · helyzetfelismerés

A svájci sajtmmodell vasúti alkalmazása

A baleset akkor következhet be, ha több védelmi réteg gyenge pontjai egy időben egy vonalba kerülnek

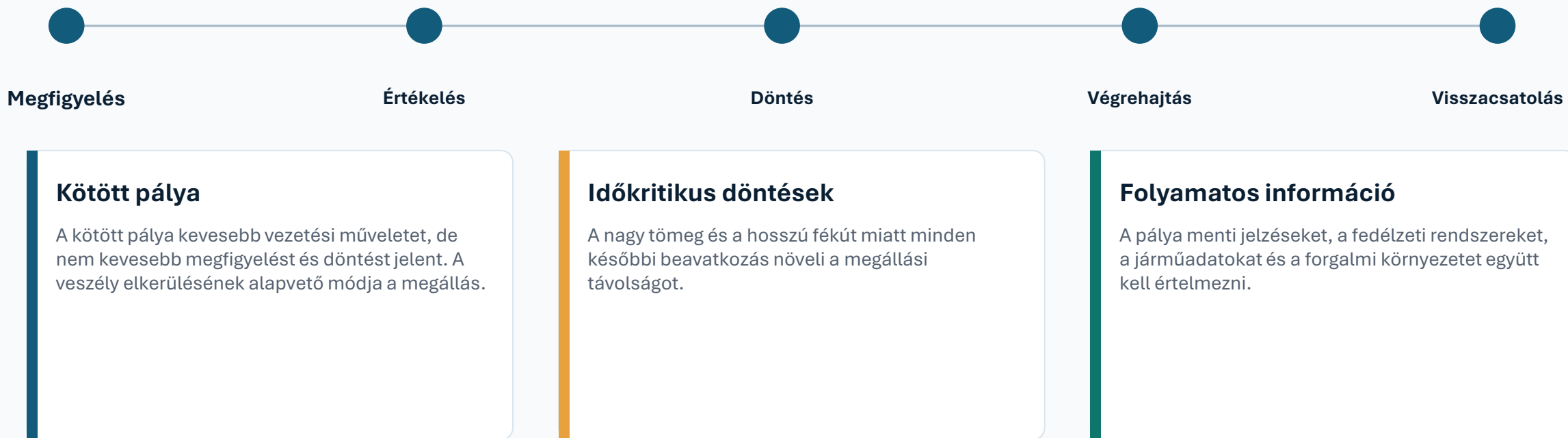


1. ábra. A svájci sajtmmodell vasúti közlekedésbiztonságra adaptálva. Forrás: Reason (2016) alapján, saját szerkesztés.

ELŐADÁSI KULCSSZAVAK: védelmi rétegek · rejtett feltételek · aktív hibák · gyenge pontok együttállása

A mozdonyvezetési folyamat

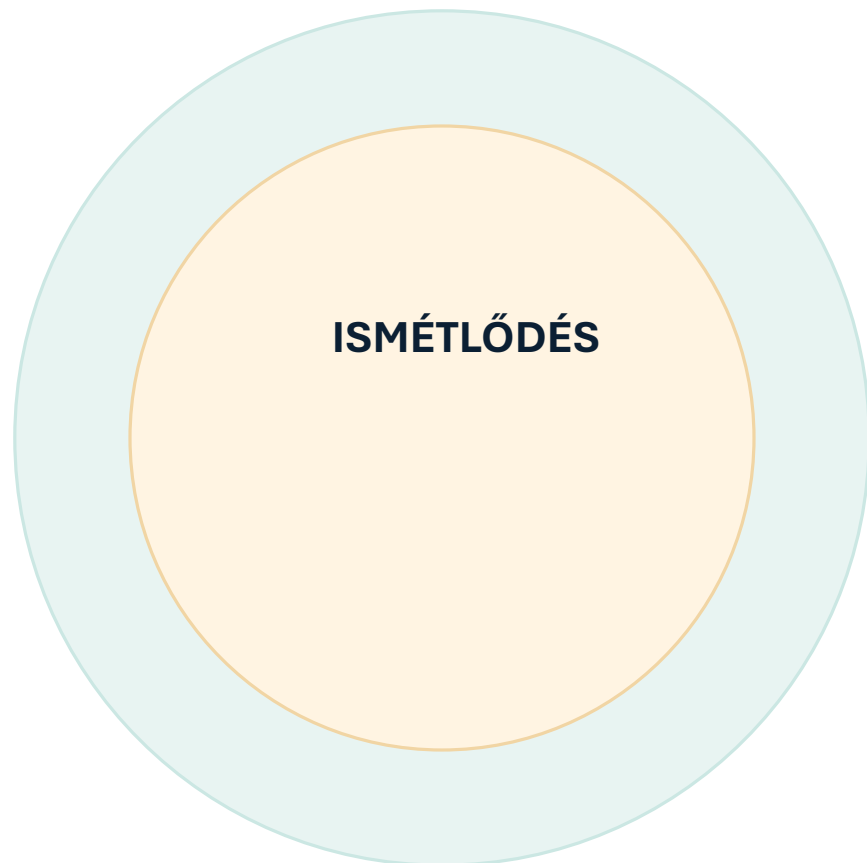
A biztonságos vonattovábbítás folyamatos megfigyelést, értékelést, döntést és végrehajtást igényel



ELŐADÁSI KULCSSZAVAK: megfigyelés · értékelés · döntés · végrehajtás · visszacsatolás

A rutin kialakulása

Az ismétlődő munkafolyamatból tapasztalat, magabiztosság és gyorsan aktiválható reakcióséma alakul ki



Tapasztalat felhalmozódása

Az ütemes menetrend, valamint az azonos vonal- és járműtípus ismétlődő helyzeteket teremt.

Mentális modell kialakulása

A korábbi sikeres tapasztalatok alapján elvárás alakul ki a rendszer következő állapotáról.

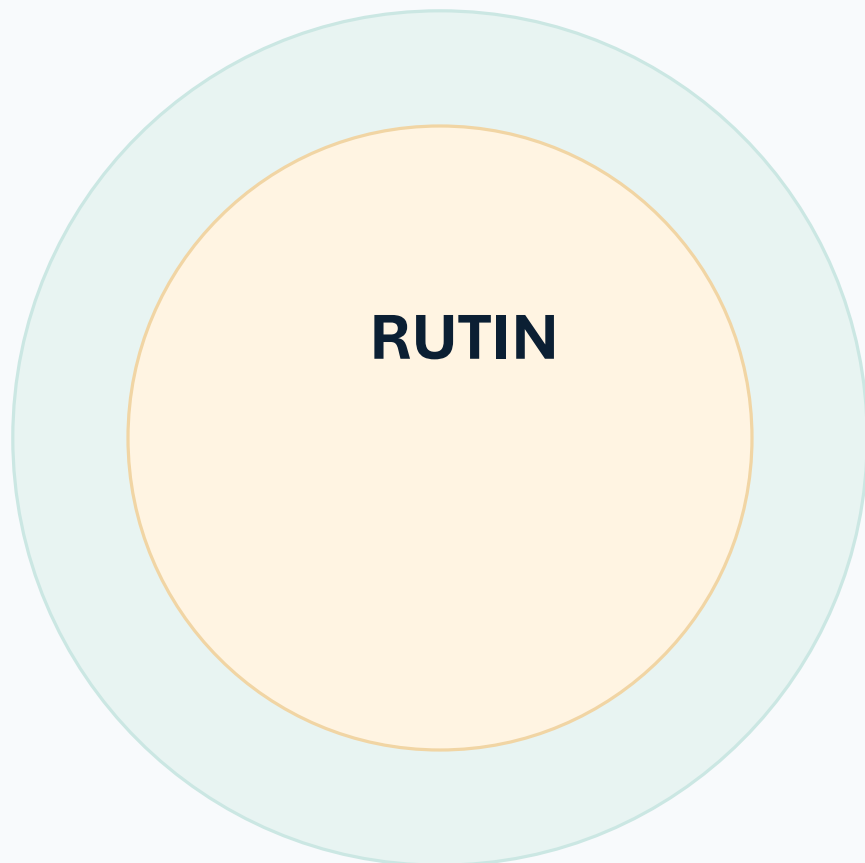
Reakcióséma aktiválása

A helyzet gyors felismerése automatikusan előhívja a korábban bevált válaszcselekvést.

ELŐADÁSI KULCSSZAVAK: ütemes menetrend · jármű- és vonalismeret · magabiztosság · mintafelismerés

A rutin kettős szerepe

A rutin a biztonságos működés alapfeltétele, ha a tényleges helyzet megfelel a korábbi tapasztalatnak



Pozitív hatások

csökkenti a kognitív terhelést · rövidíti a reakcióidőt · támogatja az egységes végrehajtást

Kockázati határ

eltérő rendszerállapotban a megszokott reakcióséma elveszítheti az érvényességét

Kulcskérdés

a kockázat forrása a mentális modell és a tényleges állapot eltérése

ELŐADÁSI KULCSSZAVAK: ismétlődés · tapasztalat · reakcióséma · gyorsaság · kockázati határ

Váratlan rendszerállapotok

A megszokott információs környezet módosulása növeli a figyelmi terhelést és a döntési bizonytalanságot

Biztosítóberendezési zavar

Eltérő jelzési logika, megváltozott vágányút vagy ideiglenes technológiai rend

Vonatbefolyásoló eltérés

Az ETCS vagy EVM felügyeleti környezetének megváltozása, korlátozottsága vagy hiánya

Rendkívüli forgalmi helyzet

Vágányzár, helytelen vágányú közlekedés vagy rendkívüli forgalmi helyzet

Jármű- és pályakörnyezet

Műszaki meghibásodás, nagy teljesítményű mozdony, kitérő irány vagy eltérő sebességprofil

A konfliktust gyakran nem az információ hiánya, hanem az elvárt és a ténylegesen észlelt rendszerállapot eltérése okozza.

ELŐADÁSI KULCSSZAVAK: információs konfliktus · figyelmi terhelés · reakcióidő · bizonytalanság

A váratlan helyzetek hatása a döntésre

A megszokott mintázat megszakadása újraértékelést igényel, miközben a rendelkezésre álló idő korlátozott

Információ újraértékelése

A mozdonyvezetőnek ismét meg kell határoznia az észlelt jelzések jelentését.

Figyelmi terhelés

A rutin által megtakarított mentális erőforrásigény hirtelen megnövekedhet.

Reakcióidő növekedése

A helyzet értelmezése több feldolgozási időt igényelhet, ezért később kezdődhet a beavatkozás.

Prioritáskonfliktus

A figyelem a korábban fontos jelzésekre irányulhat a ténylegesen kritikus információ helyett.

Váratlan helyzetben nem feltétlenül maga a döntés lassú: gyakran a helyzet új értelmezése veszi igénybe a legtöbb időt.

ELŐADÁSI KULCSSZAVAK: újraértékelés · figyelmi terhelés · reakcióidő · prioritáskonfliktus

A döntési konfliktus mechanizmusa

A megszokott mentális modell és a tényleges rendszerállapot eltérése növeli a hibás vagy késedelmes döntés kockázatát



Illeszkedő rendszerállapot

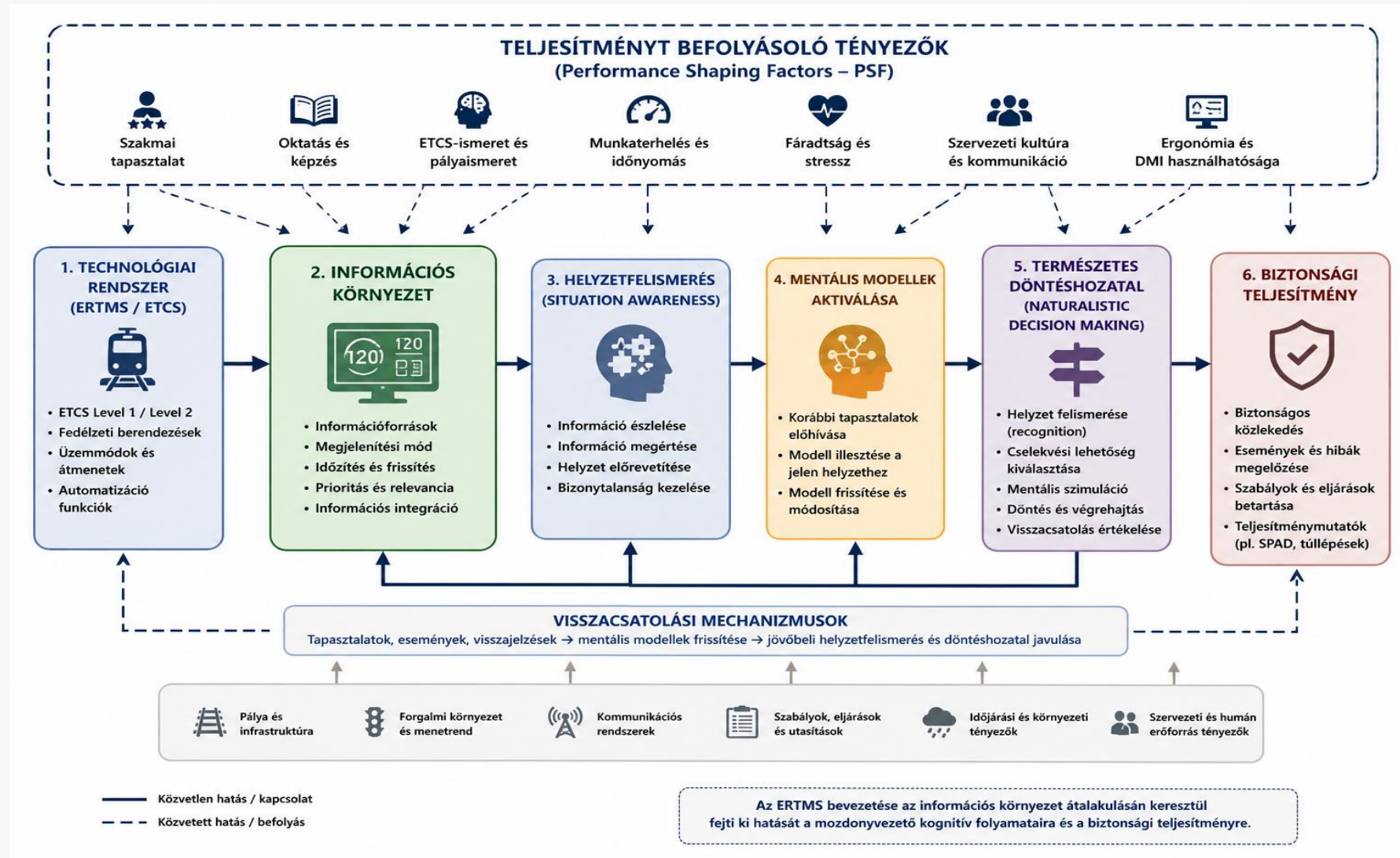
A mentális modell gyors és hatékony döntést támogat.

Eltérő rendszerállapot

Nő a figyelmi terhelés és a reakcióidő; a folyamat közlekedésbiztonsági eseményhez vezethet.

ELŐADÁSI KULCSSZAVAK: elvárás · tényleges állapot · információs konfliktus · késedelmes döntés

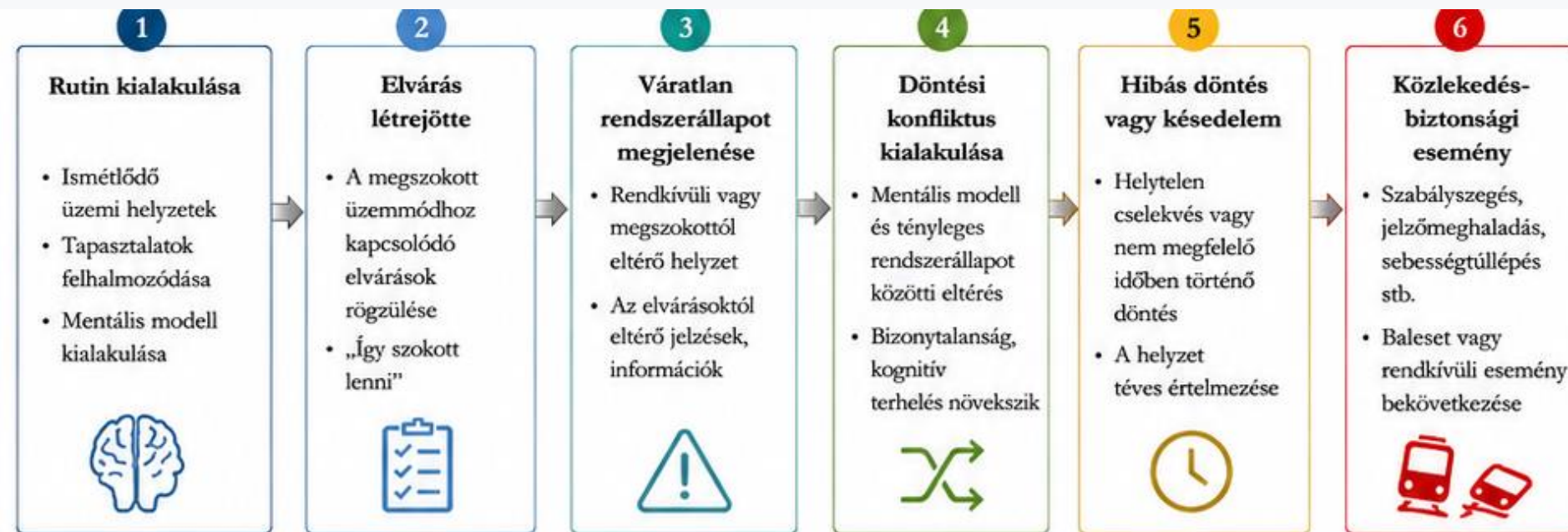
A mozdonyvezetői döntéshozatal humán faktor sémája



ELŐADÁSI KULCSSZAVAK: PSF · információs környezet · helyzetfelismerés · döntés · visszacsatolás

Rutinon alapuló mentális modell

A döntési konfliktus kialakulásának folyamata



2. ábra: A döntési konfliktus és a közlekedésbiztonsági esemény közötti oksági lánc

Forrás: saját szerkesztés

Kulcsüzenet: a veszély akkor jelenik meg, amikor a kialakult mentális modell már nem írja le a tényleges rendszerállapotot.

Kulcsszavak: rutin · mentális modell · váratlan állapot · döntési konfliktus · esemény

Esettanulmányok: egy eseménysor három nézőpontja

A három anonimizált eset ugyanazon eseménysor eltérő humán faktor összefüggéseit mutatja



Közös minta: a mentális modell és a tényleges rendszerállapot eltérése döntési konfliktust hozott létre.

ELŐADÁSI KULCSSZAVAK: azonos eseménysor · oksági kapcsolat · három humán faktor nézőpont

Eset 1: az ETCS Level 2 téves kiiktatása

Az ETCS Level 2 téves kiiktatásának kockázata csak egy későbbi eseményben vált láthatóvá

Kiinduló helyzet

A jármű és a pályaoldal alkalmas volt ETCS Level 2 felügyelet melletti közlekedésre.

Eltérés

Egy később valószínű nem bizonyult GSM-R hiba téves értelmezése miatt az ETCS-t mintegy tíz nappal korábban kiiktatták. A jármű EVM-felügyelet mellett közlekedett.

Humán faktor jelentőség

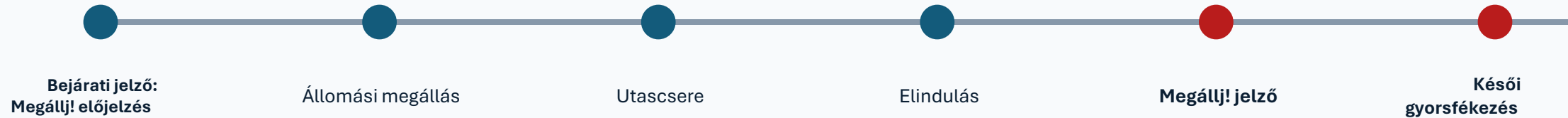
A tartósan megváltozott felügyeleti környezet módosította a későbbi döntési helyzetet. Az ETCS L2 automatikus beavatkozása feltehetően megelőzte volna a jelzőmeghaladást.

kulcsüzenet: egy biztonsági rendszer kiesésének következménye késleltetve is megjelenhet

ELŐADÁSI KULCSSZAVAK: téves GSM-R értelmezés · tíz nap · ETCS-kiiktatás · EVM-felügyelet · késleltetett kockázat

Eset 2: az esemény lefolyása

A Megállj! előjelzéstől a késői gyorsfékezésig a vezetési folyamat több ponton megszakadt



Forgalmi helyzet

A vágányzár miatt az ellenirányú vonat a helytelen vágányon közlekedett. A kijárat vágányút csak a vonatkereszt után lett volna beállítható.

ELŐADÁSI KULCSSZAVAK: vágányzár · helytelen vágány · előjelzés · utascsere · jelzőmeghaladás

Eset 2: humán faktor értelmezés

A jelzőmeghaladás több, egymással kölcsönhatásban álló tényező eredményeként értelmezhető

Stabil mentális modell

A mozdonyvezető rendszeresen közlekedett a vonalszakaszon; a korábbi tapasztalatok stabil elvárást alakítottak ki a kijárat jelző állásáról.

A vezetési folyamat megszakadása

Az állomási megállás és az utascsere feladatai csökkenthették a korábban észlelt előjelzés jelentőségét.

Megváltozott felügyelet

Az ETCS Level 2 nem működött; a jármű EVM-felügyelet mellett közlekedett. Az ETCS automatikus beavatkozása feltehetően megakadályozta volna a meghaladást.

kulcsüzenet: a rutin, a rendkívüli forgalmi helyzet és a felügyeleti környezet együtt hozta létre a döntési konfliktust

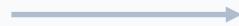
ELŐADÁSI KULCSSZAVAK: stabil elvárás · folyamatmegszakítás · ETCS-hiány · EVM-felügyelet

Eset 3: az esemény lefolyása

A kitérő irányú vágányúton megengedett sebesség jelentős túllépése sikláshoz vezetett

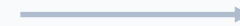
40 km/h

megengedett sebesség kitérő
irányban



~120 km/h

tényleges áthaladási sebesség



siklás

több jármű kisiklott, személyi sérülés
is történt

Felügyeleti környezet

A vonat EVM-120 felügyelet mellett közlekedett. A rendszer nem felügyelte folyamatosan a kitérő irányú vágányút 40 km/h-s sebességprofilját.

ELŐADÁSI KULCSSZAVAK: 40 km/h · 120 km/h · EVM-120 · korlátozott helyismeret · 7 MW

Eset 3: humán faktor értelmezés

A korlátozott tapasztalat, a rendkívüli forgalmi helyzet és a járműdinamika együtt alakította a döntési környezetet

Korlátozott helyismeret

A mozdonyvezető mentális modellje kevés korábbi, az adott vonalszakaszhoz kötődő tapasztalatra épülhetett.

Rendkívüli forgalmi helyzet

A korábbi jelzőmeghaladás következménye miatt a közlekedés eltért a megszokott üzemmenettől.

Járműdinamika és felügyelet

A mintegy 7 MW teljesítményű mozdony intenzív gyorsítóképesége szűkítette a beavatkozási időt, miközben az EVM-120 nem felügyelte a teljes sebességprofil.

kulcsüzenet: a döntési konfliktus korlátozott rutin mellett is kialakulhat, ha a mentális modell nem fedi a tényleges rendszerállapotot

ELŐADÁSI KULCSSZAVAK: helyismeret · rendkívüli helyzet · 7 MW · EVM-120 · sebességprofil

A vizsgálat fő eredményei

A három eset közös magyarázó tényezője a mentális modell és a tényleges rendszerállapot eltérése

- 1** A rutin önmagában biztonságtámogató; a kockázat az illeszkedés megszűnésekor jelenik meg.
- 2** A helyzetfelismerést a tapasztalat, a felügyeleti környezet és az információk értelmezése együtt alakítja.
- 3** A műszaki és humán tényezők kölcsönhatását együttesen kell vizsgálni.
- 4** A képzésnek segítenie kell a mentális modellek felismerését és folyamatos aktualizálását.

Központi megállapítás

A közlekedésbiztonsági kockázat nem önmagában a rutinból vagy annak hiányából ered. A döntő tényező az, hogy a mentális modell mennyiben felel meg a tényleges üzemi környezetnek.

ELŐADÁSI KULCSSZAVAK: illeszkedés • műszaki-humán kölcsönhatás • képzés • balesetvizsgálat

Gyakorlati hasznosítás

A feltárt összefüggések a képzésben, az üzemeltetésben és a biztonsági események vizsgálatában is alkalmazhatók

Mozdonyvezető-képzés

Váratlan rendszerállapotokra épülő szituációk és a mentális modell tudatos aktualizálása.

Üzemeltetési gyakorlat

A felügyeleti környezet megváltozásának egyértelmű jelzése és a tartós kiiktatások követése.

Eseményelemzés

Az elvárt és a tényleges rendszerállapot eltérésének önálló vizsgálati szempontként történő rögzítése.

Balesetvizsgálat

A humán faktor és ergonómiai megközelítés rendszerszintű integrálása a vizsgálati folyamatba.

A fejlesztés célja nem a rutin megszüntetése, hanem annak támogatása, hogy váratlan helyzetben a mozdonyvezető időben frissítse a mentális modelljét.

ELŐADÁSI KULCSSZAVAK: képzés · üzemeltetés · eseményelemzés · balesetvizsgálat

Konklúzió

A közlekedésbiztonsági kockázat akkor növekszik meg, amikor a rutin során kialakult mentális modell már nem felel meg a tényleges rendszerállapotnak.

További kutatási irány: a rutin és a váratlan rendszerállapot kapcsolatának önálló vizsgálata a vasúti eseményelemzésben és a balesetvizsgálatban.

Fő üzenet

A biztonságot a technikai rendszerek, az emberi döntéshozatal és az üzemeltetési környezet összehangolt működése határozza meg.

Köszönöm a figyelmet!