

# Optimalizálási feladatok megoldása biztosítóberendezések tervezése során – 2. rész

Boldis Bálint, Farkas Balázs, Székely Béla

## 1. Bevezető

Kétrészes cikkünkben a vasúti biztosítóberendezések függőségi terveinek előállításához kapcsolódó két optimalizálási probléma lehetséges megoldásait mutatjuk be a témában született diplomaterv [1] alapján. Cikkünk első részében az alap- és kerülővágányutak problémakörét jártuk körbe. Bemutattunk egy elérhető tervezőeszközt, és azon keresztül ismertettük a jelenlegi tervezési gyakorlatot. Ezt követően felsoroltuk a tervezés során felmerülő szempontokat, majd ezek alapján két eltérő megközelítéssel megoldási javaslatot adtunk a vágányútváltozatok rangsorolására, illetve ehhez kapcsolódó további kiegészítő vizsgálatokat is bemutattunk.

Jelen írásunkban a megcsúszások optimalizálásának problémakörét járjuk körbe. A 2. fejezetben bemutatjuk a megcsúszási függőségek tervezéséhez kapcsolódó elméleti vonatkozásokat. A 3. fejezetben felsoroljuk az optimalizálás során felmerülő szempontokat, majd a 4. fejezetben a biztosítóberendezés saját logikájával megvalósítható optimalizálás elvi lehetőségeit ismertetjük. A 5. fejezetben a FEDIT tervezőeszközben jelenleg is alkalmazott optimalizációs lépéseket mutatunk be, a 6. fejezetben pedig javaslatot adunk egy általánosan alkalmazható megcsúszás optimalizálási algoritmusra.

## 2. Megcsúszási függőségek

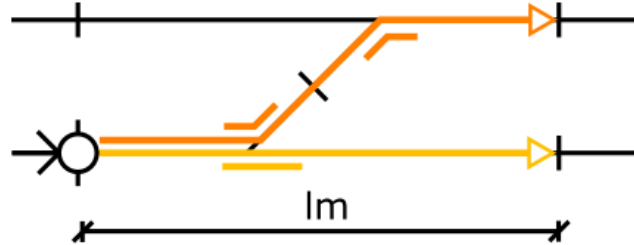
A vasútüzem sajátosságaiból kifolyólag számolni kell azzal a lehetőséggel, hogy a Megállj! állású jelzőhöz közelítő menet a jelző előtt nem mindig képes megállni. Ezért a lezárt céljelző mögött biztosítani kell egy megcsúszási területet, melyet más menet tervezetten nem érinhet, így zárva ki az esetlegesen megcsúszó járművek miatt veszélyeztetéseket – feltételezve, hogy ezen a hosszon belül minden esetben képes megállni.

Az elektronikus állomási biztosítóberendezések kialakítására vonatkozó feltétlfüzet [2] különböző irányelveket fogalmaz meg a figyelembe veendő megcsúszási hosszt illetően, de az alapérték a hazai vasúthálózaton 50 m.

A megcsúszási függőségek kezelésére két alapvető módszer használatos:

- megcsúszási vágányút;
- különleges kizárással (célkizárással) kezelt megcsúszási függőségek („megcsúszási távolság”).

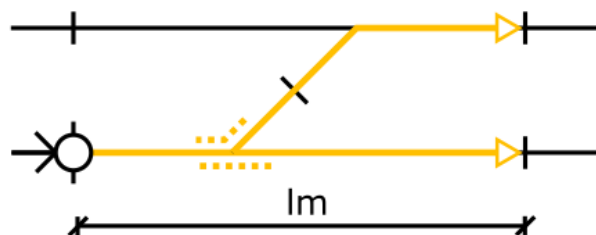
A megcsúszási vágányutak esetén a megcsúszási hossz ( $l_m$ ) határán levő valamennyi – az adott célpontból elérhető – foglaltsági szakasz végéig mint egy fiktív megcsúszási célobjektumhoz a vágányút folytatólagosan továbbvezetésre kerül. (1. ábra).



**1. ábra:** Megcsúszási vágányutak

A vágányút céljelzője és az egy kiválasztott megcsúszási cél között valamennyi váltót – akár csúccsal, akár gyökkel érintett – a megcsúszási vágányút által kijelölt állásában le kell zárni. A megcsúszási vágányútban lezárt váltók üzemszerűen csak a céloldás-időzítés lejártával, vagy továbbvezető menet esetén tolató/vonatmozgás hatására oldódnak fel.

A másik jellemző lehetőség megcsúszási függések megvalósítására a célkizárásokkal történő kezelés, röviden megcsúszási távolság típusú megoldás. Ezen esetben a megcsúszási hossz ( $l_m$ ) által meghatározott megcsúszási övezeten belüli valamennyi lehetséges útvonalon (gyakorlatilag a lehetséges megcsúszási vágányutak mentén) kizárásra kerülnek a veszélyeztető menetek. Ezáltal a megcsúszási hosszban belüli váltókat lezárni nem szükséges, a csúszás irányát a kezelőnek előre nem kell meghatározni (2. ábra).



**2. ábra:** Megcsúszási távolság

A megcsúszási függőségek két megközelítésének eltéréseiből adódó előnyeit és hátrányait az 1. táblázat foglalja össze. Az optimalizációs eljárás megalkotásával a célunk a függőségek átrendezésének megoldása volt oly módon, hogy a megcsúszási vágányutak és távolságok előnyeit ötvözni tudjuk.

### 1. táblázat: Megcsúszási vágányút és megcsúszási távolság összehasonlítása

Megcsúszás típusa	Előny	Hátrány
Megcsúszási vágányút	+ kizárólag a kijelölt irányban történik meg a veszélyes menet kizárása; + az érintett váltók a megcsúszó menet alatt zárva vannak	- előre ki kell jelölni a megcsúszás irányát; - a váltók többletfutását eredményezi
Megcsúszási távolság (célkizárás)	+ nem kell kijelölni a megcsúszás irányát; + a váltók felesleges állítása elkerülhető	- a megcsúszási övezetet érintő összes veszélyes menet kizárásra kerül; - az esetleges megcsúszás lezáratlan váltókon történik

### 3. Megcsúszás-optimalizálási alapelvek

A megcsúszások tervezéséhez kapcsolódóan három fő szempontot azonosítottunk:

- a nem feltétlenül szükséges menetikizárások minimalizálása;
- az irányfüggő megcsúszások minimalizálása;
- a váltófutások minimalizálása.

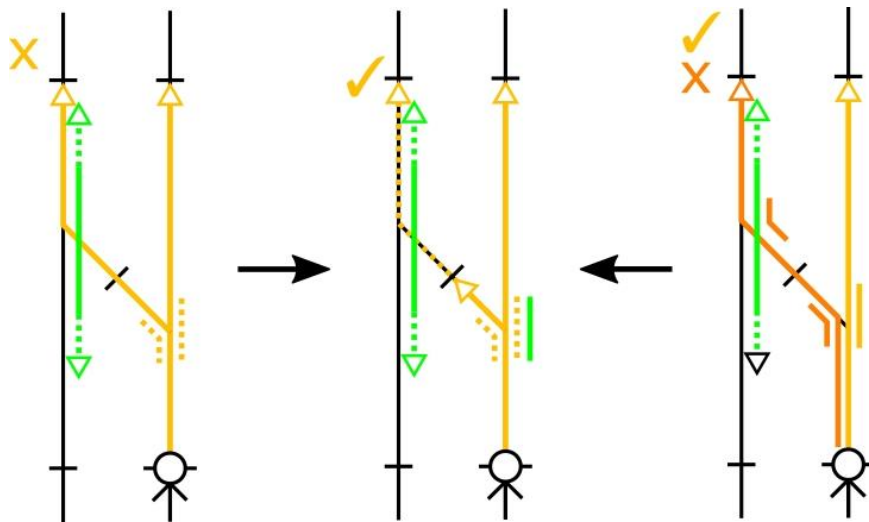
Az első szempont tekintettük elsődlegesnek is. A legfontosabb az, hogy egyes menetek ténylegesen csak akkor zárják ki egymást, ha biztosan veszélyeztetik egymást. Ha önmagában kizárólag ez a szempont kerülne figyelembevételre, elegendő lenne minden esetben irányfüggő megcsúszás tervezése – azaz tulajdonképpen csak megcsúszási vágányutak kerülnének alkalmazásra (eltekintve a gyökkel álló váltók lezárásától).

A második szempont értelmében viszont kívánatos lenne minimalizálni az irányfüggő megcsúszásokat. Ennek oka, hogy komoly megkötést jelent forgalmi szempontból, ha előre ki kell választania a kezelőszemélyzetnek a megcsúszás irányát. Ilyenkor ugyanis a csúccsal álló váltók lezárásra kerülnek, azokat állítani csak a céloldás után lehet. Ez azt jelenti, hogy ha bármilyen okból mégsem az előre beállított csúszás irányába kíván a kezelő továbbvezető vágányutat állítani, a céloldás időzítés alatt erre üzemszerűen nincsen lehetősége. Így ahol azt az egyidejű megcsúszások biztosítása nem indokolja, érdemes eltekinteni az irányfüggő megcsúszástól.

A váltófutások minimalizálását tekintettük utolsó szempontnak a prioritási sorrendben. Bár forgalmi vonzata minimális, de váltók indokolatlan állításának elkerülése kedvezően hathat az üzemeltetési költségekre. Ez egyfelől az irányfüggő megcsúszások minimalizálásával részben teljesül, azonban bizonyos esetekben megcsúszási oldalvédelem előírására is szükség lehet, így

arra is törekedni kell, hogy megcsúszási oldalvédelem keresésére csak tényleg feltétlenül indokolt esetekben kerüljön sor.

Az optimalizálás módszerének alapját az a megfontolás adja, hogy bizonyos esetekben irányfüggő megcsúszások nélkül is elérhető a minimális számú kizárás. Ugyanis, ha egy megcsúszásban csúccsal álló váltón a megcsúszás szétágazna ugyan, de biztosítható, hogy az egyik szár felé eső veszélyes menetek és megcsúszások a váltót minden esetben elkérjék oldalvédelemben, a védett száron a szakasz-igénybevételektől (vagy régebbi berendezések esetén konkrét menetkizárásoktól) el lehet tekinteni, ötvözve a megcsúszási távolságok és vágányutak előnyeit. Ehhez a fentiek alapján bizonyos megcsúszások számára is elő kell írni oldalvédelmet (3. ábra). Nem minden esetben biztosítható azonban a megcsúszásban érintett váltó oldalvédelemben történő lezárása, illetve bizonyos szituációkban a megcsúszási oldalvédelmek felesleges kizárásokat eredményezhetnek, ilyenkor irányfüggő megcsúszást kell alkalmazni.



**3. ábra:** Megcsúszások optimalizációja oldalvédelem segítségével

Ezek alapján három fő, részben átfedő kérdést kellett megválaszolnunk az algoritmus megalkotása során:

- milyen esetekben lehet eltekinteni bizonyos megcsúszási igénybevételektől;
- milyen esetekben kell irányfüggő megcsúszást előírni, és milyen esetekben lehet eltekinteni tőle;
- milyen esetekben kell megcsúszásban oldalvédelmet keresni?

Az előbbi megfontolások alapvetően megcsúszási távolság alapú függőségek esetén érvényesek. Korlátozott mértékben ugyan, de megcsúszási vágányutak esetén is van lehetőség optimalizálás végrehajtására.

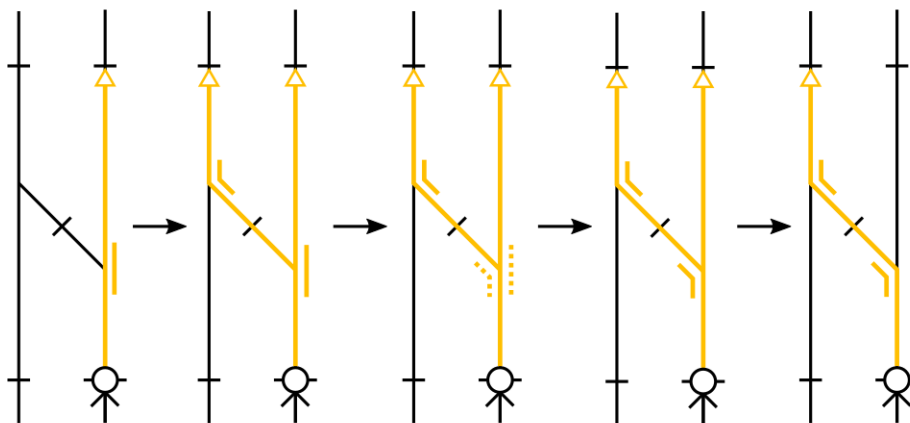
## 4. Dinamikus optimalizálás

Az optimalizálás feladatát elméletben – bizonyos mértékig – maga a biztosítóberendezés is el tudná látni. Amennyiben a berendezés képes lenne a megcsúszási függőségeket dinamikusan kezelni, számos megkötéstől el lehetne tekinteni.

A dinamikus függés elve az optimalizáció alapfelvetésére épül. A már ismertetett okokból a megcsúszási igénybevétel a csúccsal álló váltókon szétágazik, ezzel potenciálisan több menetet is feleslegesen kizárva, ugyanis egy menet csak egy irányba csúszhat. Ez addig nem jelent korlátozást, amíg valamelyik így kizárt menet vagy megcsúszás beállítását nem kezdeményezik. Akkor azonban, mikor sor kerül a kizáró menet beállítására, az az előzőleg beállított menet megcsúszásában csúccsal álló váltót oldalvédelemben elkéri, ezzel automatikusan lehetővé téve a két menet egyidejű megengedhetőségét.

A dinamikus függésen túl lehetőség lenne egy egyszerűbb, könnyebben kezelhető megoldásra is, a rugalmas megcsúszási vágányutak használatára. Ez esetben ugyan irányfüggően kell megcsúszási vágányutat állítani és az érintett váltókat lezárni, azonban a megcsúszási cél (vagy a továbbvezető vágányút iránya) még a vágányút feloldása előtt megváltoztatható.

Amennyiben új megcsúszási cél kerül kiválasztásra, az új megcsúszási vágányút valamennyi függősége megvizsgálásra kerül, az átállítandó váltó végállását kivéve. Ha az új megcsúszási vágányút megengedhető, az lezáródik – szintén az említett váltót kivéve –, majd a sikeres zárást követően a váltó átállításra kerül. Amikor a váltó elérte új végállását, a régi megcsúszás feleslegessé vált szakasza feloldható (4. ábra). Ha azonban a váltó átállítása sikertelen volt, mindkét megcsúszási vágányutat lezárva kell tartani (esetleg érdemes lehetőséget biztosítani a váltó eredeti végállásba történő visszaállításával az új megcsúszási szakaszt feloldani). A megcsúszásban szereplő váltó vágányútoldódás előtti állítása nem jelent biztonsági problémát, hiszen a megcsúszási szakaszban álló váltók lezárása nem előírás.



4. ábra: Rugalmas megcsúszási vágányutak működése

Látható, hogy ebben az esetben a „dinamizmus” nem a berendezés önműködő viselkedéséből adódna, hanem a kezelőszemélyzet beavatkozásával lehetne rugalmasan kezelni a megcsúszásokat. Erre a működésmódra akár táblázatos rendszerű berendezés is alkalmassá tehető.

Mivel a jelenleg működő biztosítóberendezések nem alkalmasak megcsúszások dinamikus kezelésére, ezért kell az optimalizálás folyamatát a tervezés folyamatába építeni, célszerűen egy megfelelő tervezőeszköz segítségével.

## **5. Megcsúszás-optimalizálás a FEDIT tervezőeszkőzzel**

A FEDIT eszköz jelenleg képes alapszintű optimalizáció elvégzésére a függőségek meghatározása során, azonban ez nem fed le minden esetet teljeskörűen, és továbbra is vannak feladatok, melyeket manuálisan kell megoldani.

Az optimalizálás jelenleg úgy zajlik, hogy kiválasztásra kerülnek azok az esetek, ahol csúccsal álló váltó van a megcsúszási távolságon belül. Az ilyen megcsúszások esetén a program megvizsgálja, hogy azok a váltó különböző szárain egymástól független megcsúszások által veszélyeztetve vannak-e. Ha igen, az azt jelenti, hogy minden esetben, ha a megcsúszáshoz tartozó célhoz menet beállításra kerül, mindkét, egymástól független menet – feleslegesen – kizárásra kerül. Ezt a program az adott váltóra irányfüggő megcsúszás előírásával kezeli, hiszen ilyenkor mindig csak az adott irányban releváns menet kerül kizárásra.

A veszélyeztető menetek a veszélyeztető megcsúszásoktól eltérő módon kerülnek figyelembevételre, ugyanis a vágányutak a nevezett váltót elkéri oldalvédelemben. Ekkor azon a száron, ahol a megcsúszást veszélyeztető menet lehetséges, a szakaszigénybevétel törlésével biztosítható a két menet egyidejű megengedhetősége, hiszen az oldalvédelem biztosítja a megcsúszás elkülönítését.

A programban minden váltó esetén egyesével, manuálisan lehet projektálni azt, hogy az megcsúszásban keressen-e magának oldalvédelmet. A program ezt felismeri, és ha olyan megcsúszás veszélyezteti a nevezett megcsúszást, amely a csúccsal álló váltót képes oldalvédelemben elkérni, akkor a veszélyeztető vágányutakhoz hasonlóan, a kérdéses száron az igénybevétel törlésével történik az optimalizálás.

A program jelenlegi működése számos esetben megkönnyíti a tervezést, azonban nem fed le minden esetet. A vizsgálataink célja ezért egy, az optimalizálási szempontoknak megfelelő, általánosan alkalmazható algoritmus megalkotása volt.

## **6. Megcsúszások optimalizálásának javasolt módszertana**

A javasolt optimalizálási módszertan megalkotásával a célunk egy, a különböző tervezőeszközök számára implementálható, de akár a manuális tervezéshez is segítséget nyújtani képes, általánosan alkalmazható algoritmus leírása volt.

## 6.1. Általános megfontolások

Az optimalizálási módszer során – éppen a széleskörű felhasználhatóság biztosítása érdekében – csak a legalapvetőbb függőségeket vettük figyelembe. Ez alapján minden megcsúszáshoz hozzá lehet rendelni

- tetszőleges szakasz-igénybevételeket;
- tetszőleges váltók tetszőleges irányban történő lezárását.

Amennyiben egy megcsúszásban csúccsal szemben álló váltó lezárása elő van írva, az automatikusan irányfüggő megcsúszásnak tekinthető, és a különböző irányokba történő csúszások külön (kezelő által választható) esetként kezelhetők.

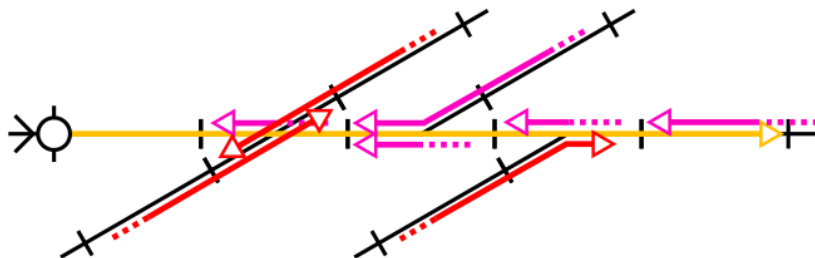
A módszertan alapja, hogy kezdetben minden megcsúszást vágányutasnak tekintünk, melynek elsődleges oka, hogy az optimalizálási szempontok első helyén szereplő kritériumot a megcsúszási vágányutak teljesítik. Az algoritmus ezt követően vizsgálja, hogy milyen függőségtől lehet eltekinteni, illetve, hogy milyen irányfüggő megcsúszásokat lehet összevonni.

## 6.2. Megcsúszási célok áthelyezése

Az első lépésben az egyértelműen felesleges szakaszigénybevétel-függőségek törlését vizsgáltuk. Ezen a ponton nem történik más, mint a megcsúszási célok olyan áthelyezése, mellyel az oldalvédelmek figyelembevétele nélkül:

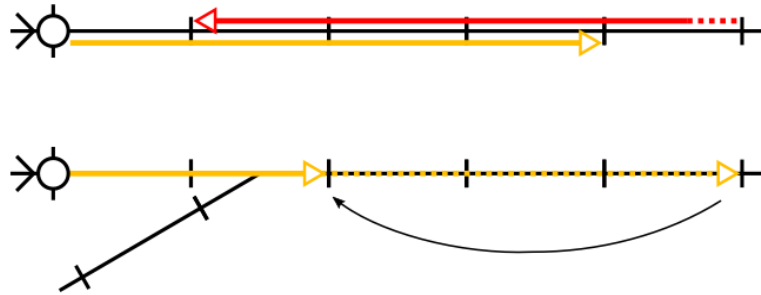
- minden egymásra veszélyes menet kölcsönös kizárása továbbra is megvalósul;
- azonban a megcsúszási célok „hátrahúzásával” csúccsal álló váltók szabadulnak fel, így felengedve azok irányfüggő lezárását.

A megcsúszási célokat áthelyezni úgy lehet, ha az utolsó igénybe vett szakasztól kezdve a megcsúszási igénybevételek a céljelző felé visszatorlérésre kerülnek. Szakasz-igénybevételek törlésére abban az esetben kerülhet sor, ha a megcsúszást oldalirányból vagy ellenirányból (5. ábra) más menet nem veszélyezteti.



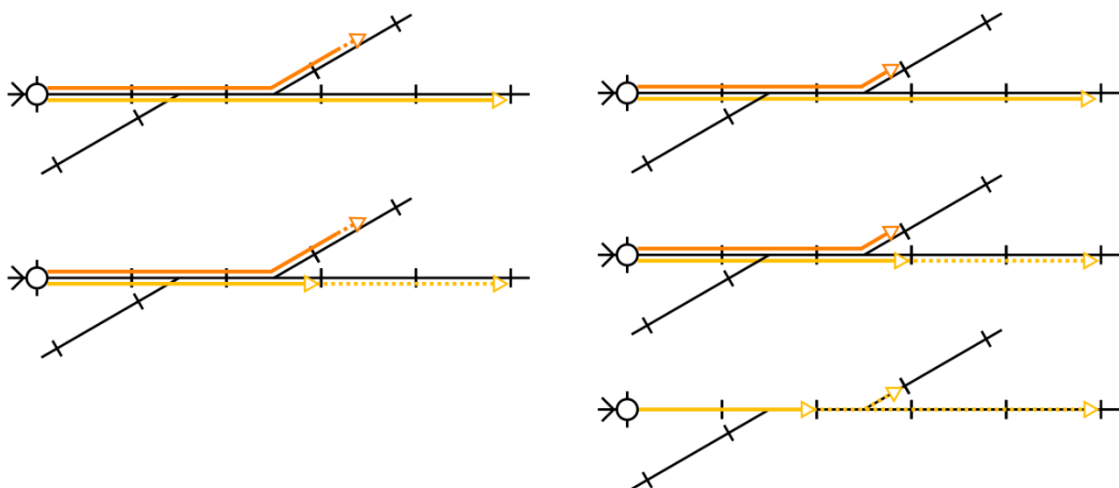
**5. ábra:** Célvisszahúzás esetén figyelembeveendő ellenirányú (lila) és oldalirányú (vörös) veszélyeztetések

Feltételezhető, hogy gyökkel álló váltón és keresztezésen mindig számolni kell oldalirányú veszélyeztetéssel, így a visszatörlés ezeken az objektumokon nem megengedett, igénybevétel törléséről tehát csak egyenes szakasz vagy megcsúszásban csúccsal érintett váltó esetében lehet szó. Amennyiben az utolsó szakaszon nincs ellenirányú veszélyeztetés (és az nem gyökkel álló váltó vagy keresztezés), a szakasz-igénybevétel törölhető. A vizsgálatot a következő szakaszra is elvégezve a visszatörlés addig ismételtethető, amíg nincs egy esetleges ellenirányú veszélyeztetés, az adott objektum nem váltó/átszelés, vagy a törlés el nem érte a céljelzőt (6. ábra).



**6. ábra:** A cél (további) visszahúzást gátló ellenirányú (fent) vagy oldalirányú (lent) veszélyeztetés

Ha a visszatörlés csúccsal álló váltóhoz ért, és a másik száron haladó megcsúszáspár (amely a nevezett váltóig a vizsgált megcsúszással megegyezik) utolsó szakasza is a nevezett váltó, akkor a visszatörlés a két megcsúszás összevonásával abban az esetben folytatható, amennyiben a váltószakaszon nincs ellenirányú veszélyeztetés (7. ábra).

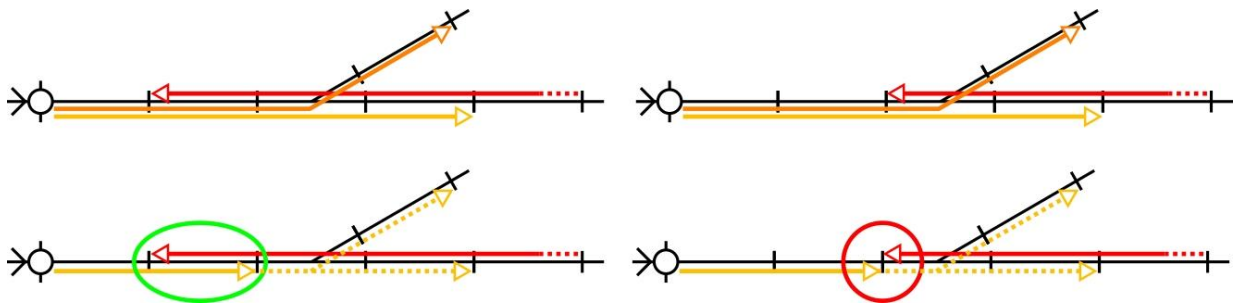


**7. ábra:** A célvisszahúzás csúccsal álló váltón

Mivel az egyes menetek egy darab közösen igénybeveendő szakasszal is kizárják egymást, ellenirányú veszélyeztetés esetén is lehetőség lenne a megcsúszási cél hátrahúzására egy olyan szakaszig, amelyet minden ellenirányból veszélyes menet is még éppen igénybe vesz.

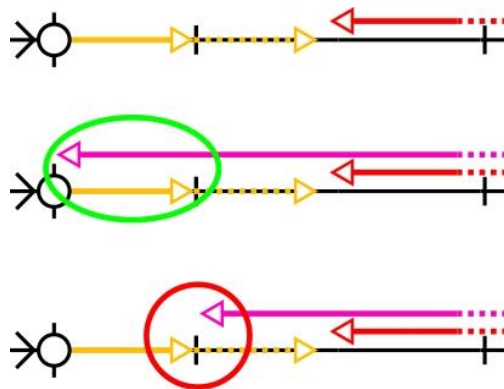


Amennyiben lehetőség van arra, hogy így csúccsal álló váltó szabaduljon fel, az algoritmus ezt figyelembe veszi (8. ábra).

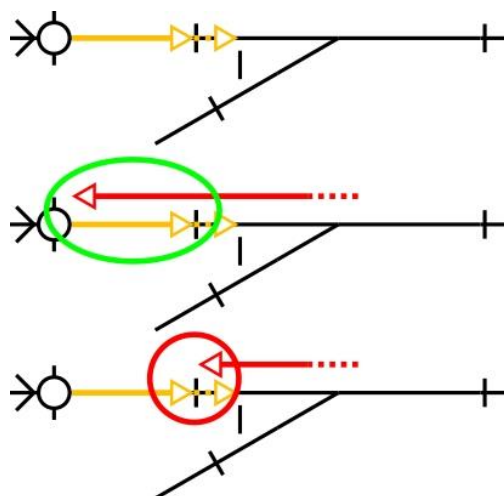


**8. ábra:** Csúccsal álló váltó „felszabadítása” ellenirányú veszélyeztetéskor

Mivel az igénybevételek meghatározása foglaltsági szakaszonként történik, előfordulhat, hogy bár közös igénybevétel miatt a megcsúszást egy másik menet kizárja, azonban szelvénytérkép szerint mégis megengedhetőek lennének, az algoritmus ezeket is figyelembe veszi (9. ábra, 10. ábra).



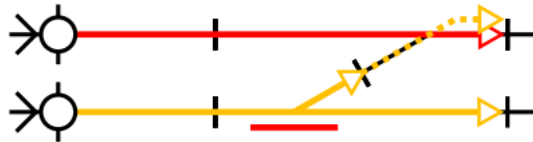
**9. ábra:** Igénybevétel törlése egymást nem veszélyeztető szembeesúszások utolsó szakaszán



**10. ábra:** Igénybevétel törlése biztonsági határt el nem érő megcsúszás utolsó szakaszán

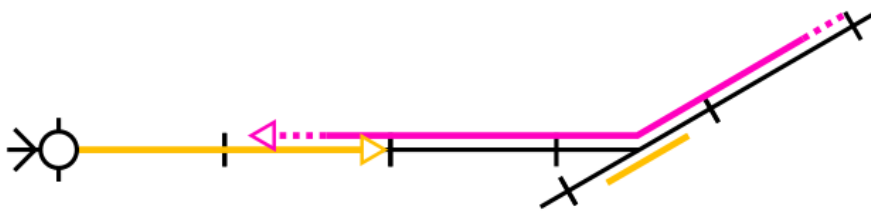
### 6.3. Optimalizálás oldalvédelem segítségével

A következő lépésben arra kerestünk megoldást, hogy az irányfüggő megcsúszásokat lehetőség szerint kiküszöböljük. Az optimalizálás alapfelvetéséből kiindulva az irányfüggő megcsúszás elhagyása nem jár többlet menetkizárással, ha biztosítható, hogy a megcsúszást veszélyeztető menetek a megcsúszásban csúccsal érintett váltó(ka)t elkerülik oldalvédelemben. Ehhez nem csak a vágányutak, hanem a megcsúszások számára is elő kell írni oldalvédelmeket (11. ábra).



11. ábra: Megcsúszási oldalvédelem előírása az egyidejű megengedhetőség érdekében

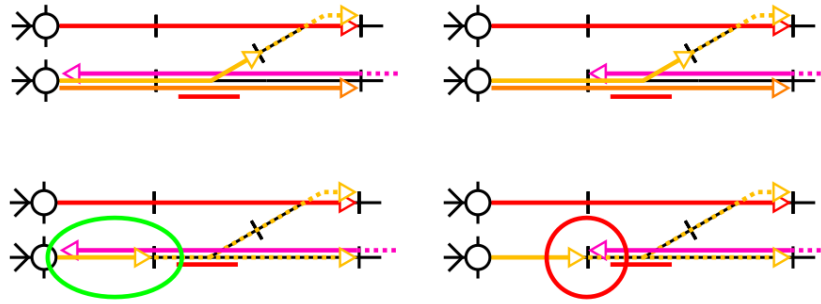
A megcsúszási oldalvédelem előírását az algoritmus a hagyományos oldalvédelemtől eltérő módon kezeli. Csak ténylegesen fennálló veszélyeztetés esetén kell lezárni váltót megcsúszási oldalvédelemben, illetve az olyan eseteket is figyelembe kell venni, amikor a megcsúszások szemből veszélyeztetik ugyan egymást, de köztük terelési lehetőséget nyújtani képes váltó van (12. ábra).



12. ábra: Utolsó szakaszt szemből veszélyeztető megcsúszás kizárása oldalvédelemmel

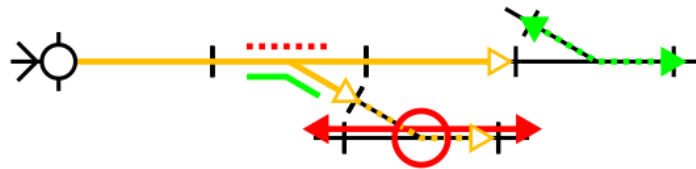
A megcsúszási oldalvédelmekkel sem lehet azonban minden esetben biztosítani, hogy az irányfüggő megcsúszások összevonásra kerüljenek. Az algoritmus több olyan feltételt is megvizsgál, amelyek fennállása esetén a megcsúszások nem vonhatók össze.

a) Ha a megcsúszás vágányutas, az irányfüggő lezárást meg kell tartani, kivéve akkor, ha a váltószakaszról a megcsúszási célt hátra lehet húzni (13. ábra).



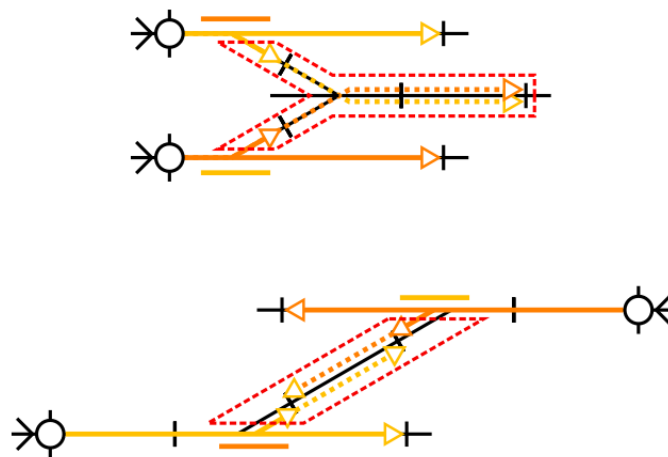
**13. ábra:** Igénybevétel törlése vágányutas megcsúszás esetén

b) Csak abban az esetben törölhető a váltó adott szárán igénybevétel, ha az adott szárát követő szakaszokat veszélyeztető vágányutak feltétel nélkül elkérik terelőállásban a váltót (14. ábra).



**14. ábra:** Továbbadott oldalvédelem miatti veszélyeztetés

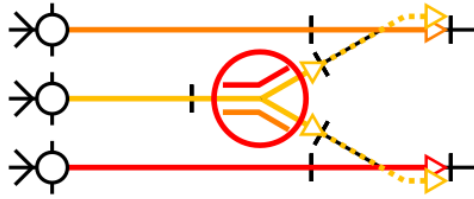
c) Lehetséges, hogy a megcsúszási oldalvédelmek kölcsönösen olyan közbeékeltséget zárnak ki, amelyet a megcsúszások egyike igénybe tudna venni. (15. ábra).



**15. ábra:** Kölcsönösen kizárt szakaszok

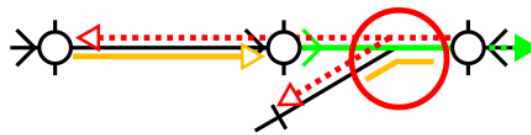
d) A váltó irányfüggő lezárását adott megcsúszási csoportban meg kell hagyni, ha azt követő csúccsal álló váltón is megmarad az irányfüggő lezárás.

e) Lehetséges, hogy független megcsúszások azonos váltót különböző állásában kérnének el oldalvédelemben, ezzel kizárva egymást. (16. ábra)



**16. ábra:** Megcsúszási oldalvédelmekkel egymást kölcsönösen kizáró menetek

f) Előfordulhat továbbá, hogy az oldalvédelemben lezárt váltót egy, az oldalvédelmet kérő megcsúszástól független menet másik állásában érintene. (17. ábra)



**17. ábra:** Megcsúszási oldalvédelem miatt lehetetlenné tett váltóigénybevétel

Az algoritmus utolsó lépésben megvizsgálja, hogy a korábban előírt megcsúszási oldalvédelmek közül törölhető-e valamelyik. Erre abban az esetben kerülhet sor, ha valamelyik fenti feltétel miatt nem lehet megcsúszásokat összevonni, így a megcsúszási oldalvédelem szükségtelenné válik.

Az bemutatott lépéssorozat eredményeként a megcsúszási függőségek olyan módon kerülnek meghatározásra, hogy valamennyi szükséges menetkizárás az optimalizálási szempontoknak megfelelően a lehető legkevesebb kötöttség mellett teljesüljön.

## 7. Összefoglalás

Kétrészes cikkünkben vasúti biztosítóberendezések függőségi terveinek előállításához kapcsolódó feladatok algoritmizálásának lehetőségét vizsgáltuk. A tervezés ugyanis hagyományosan manuális módszerekkel zajlik, amely – különösen bonyolultabb vágányhálózati topológiák esetében – jelentős időigénye mellett számos hibalehetőséget rejt magában. Ennek kiküszöbölésére kerültek kifejlesztésre különböző tervezéstámogató eszközök, így a Bi-Logik Kft. „FEDIT” nevű programja is.

Habár a nevezett tervezőeszköz is számos feladat automatizálására alkalmas, néhány jelentős erőforrást igénylő, jellemzően optimalizálással kapcsolatos tervezési feladat megoldása továbbra is manuálisan történik. Cikkünkben két ilyen optimalizálási problémára kívántunk megoldást adni, hogy a nevezett feladatok is automatizálhatók legyenek. Cikkünk első részében az alapvágányutak keresésére, illetve a különböző vágányútváltozatok rangsorolására kifejlesztett algoritmusokat mutattunk be. A második részben pedig a megcsúszási függőségek optimalizálásával kapcsolatos problémákra adtunk megoldási javaslatot.

A megalkotott algoritmusok alkalmasak arra, hogy a „FEDIT”-hez hasonló tervezőeszközökbe építve lehetővé tegyék a biztosítóberendezési függőségek tervezésének ezen két részfeladatát. Az algoritmusok elkészítésével emellett az is célunk volt, hogy esetlegesen a manuális tervezés számára is segítséget, vezérfonalat jelentsenek.

A leírt eljárások során az optimalizálási szempontokra is egyfajta javaslatot kellett tenni, ugyanis a manuális tervezés jelenleg egységes szempontrendszer nélkül, a tervező belátása, illetve a különböző helyi viszonyok esetleges figyelembevételével zajlik. A bemutatott algoritmusok így a tervezés automatizálásának segítése mellett a tervezés során figyelembe veendő szempontrendszerre is javaslatot adnak.

A cikk a témában született diplomaterv alapján készült, ami a BME Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék Formális Módszerek Kutatócsoportjának honlapján érhető el. [1]

## 8. Felhasznált irodalom

[1] *BOLDIS Bálint*: **Optimalizálási feladatok megoldása vasúti biztosítóberendezések tervezése során.** [diplomaterv] BME KJIT, 2018. URL: <http://www.kjit.bme.hu/images/FMK/KJIT-2019-02-D.pdf>

[2] *MÁV TEBK*: **Elektronikus állomási biztosítóberendezések feltétfüzete.** 1.03 verzió. 2002.

### ***Német összefoglaló***

Lösungen für Optimierungsaufgaben im Bereich des Planungsprozesses von Eisenbahnstellwerken – Teil 2

In unserem zweiteiligen Artikel stellen wir Möglichkeiten für die Algorithmisierung von verschiedenen Optimierungsaufgaben im Bereich der Planung von Stellwerken, die heutzutage durch manuelle Methode gelöst werden, vor. In unserer Arbeit haben wir das Ziel gesetzt, Verfahren zu entwickeln, durch ihr Einbauen in Planungstools diese Aufgaben automatisiert werden können.

Der zweite Teil der Artikel beschäftigt sich mit den Durchrutschwegen. Es werden zwei verschiedenen Möglichkeiten vorgestellt, mit denen optimaleren Betriebsablauf erreicht werden kann. Die Verlegung der Ziele von D-Wege und die Optimierung durch Flankenschutz werden hier beschrieben.

### ***Angol összefoglaló***

Solving optimization tasks related to the planning of railway interlocking systems – 2<sup>nd</sup> Part

In our article divided into two parts we present some opportunities for the algorithmisation of various optimization tasks related to the planning of railway interlocking systems, that are nowadays solved by manual methods. In our work we proposed to develop procedures which can be built in in planning tools and therefore these tasks can be automated.

The second part of the paper deals with the overlaps. There are described two different opportunities, by which optimal operating procedure can be carried out. The two main topics are reassigning the end points of overlaps and optimisation through flank protection.