

KÖZLEKEDÉSI TECHNOLÓGIA VASÚTI KÖZLEKEDÉS



Bánfi Miklós Gábor
2018.



BME KÖZLEKEDÉSMÉRNÖKI ÉS JÁRMŰMÉRNÖKI KAR
32708-2/2017/INTFIN SZÁMÚ EMMI ÁLTAL TÁMOGATOTT TANANYAG

Vasút

- Olyan közlekedési mód, melynél a járművek sínen futnak
- A sínek általi megvezetés a járműveknek csupán egy szabadságfokot engedélyez (vízszintes, a sínnel párhuzamos irányú mozgás)
- A járművezető egyetlen dolgot tud szabályozni: a jármű sínnel párhuzamos irányú gyorsulását



Vasút

- Fajtái:
 - Hagyományos fémkerék-fémsín kapcsolaton alapuló
 - Nagyvasút
 - Közúti vasút
 - Mágneses lebegtetésen alapuló
 - Egyéb



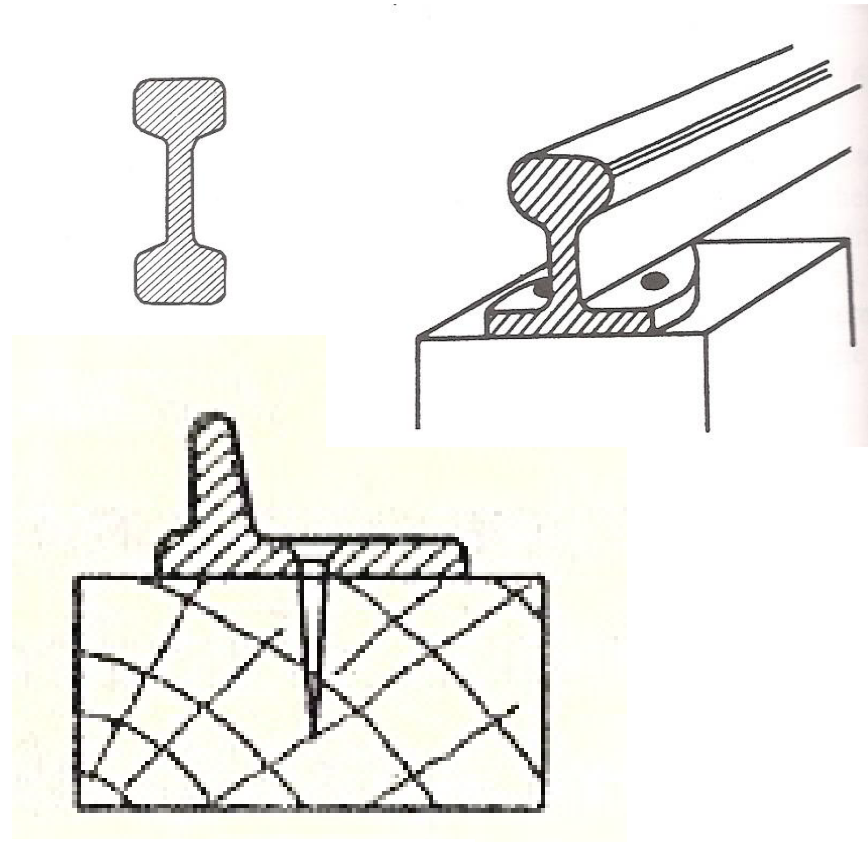
Pályák fejlődése

- Nyomvezetés a római utakon
- XV-XVI. században a bányászatban a csillék megvezetésére fából készült pályát kezdenek használni, és ezeket fejlesztik
- XVII. századtól vaslemezzel borítják a fa pályákat
- 1767-ben Reynolds javaslatára öntöttvasra cserélik a fa síneket



Sínrendszerek fejlődése

- Curr
- Jessop
- Stephenson által továbbfejlesztett Jessop
- Vignoles



1832
20,8 kg/m
(Stevens)

1836
17,2 kg/m
(Vignoles)

1836
27,2 kg/m
(Lipcse-
Drezda)

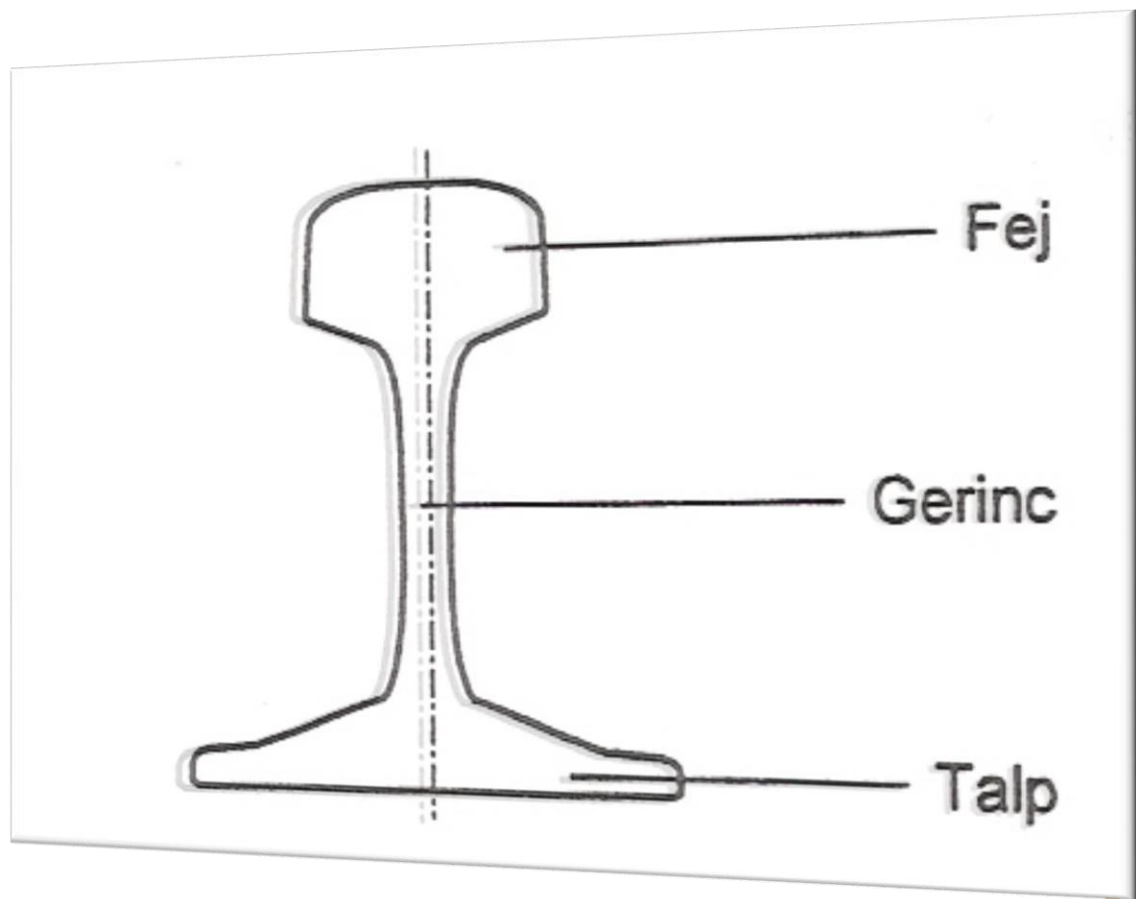
1865
45 kg/m
(Hartwich)

1852
28,3 kg/m
(Á.V.T.)



Sínrendszerek

- Felépítése (klasszikus Vignoles):
 - Fej
 - Gerinc
 - Talp
- Méretek:
 - 48 kg/m
 - 54 kg/m
 - 60 kg/m



Vasúti kerékpár

- Csonka kúp + nyomkarima
- Nyomkarima a pályán tartáshoz
- Kúposság az ívben való haladás miatt (differenciálmű)



Vasúti kocsi

- Személy- vagy teherszállításra alkalmas, (esetleg egyéb különleges célra használt) megfelelő biztonsági berendezésekkel felszerelt, üzemszerűen vasúti síneken vontatott vagy tolt jármű



Mozdony

- Vasúti kocsik vontatására, tolására alkalmas önjáró jármű



Motorkocsi/Motorvonat

- Egy- vagy többrészes, személyszállításra alkalmas önjáró jármű



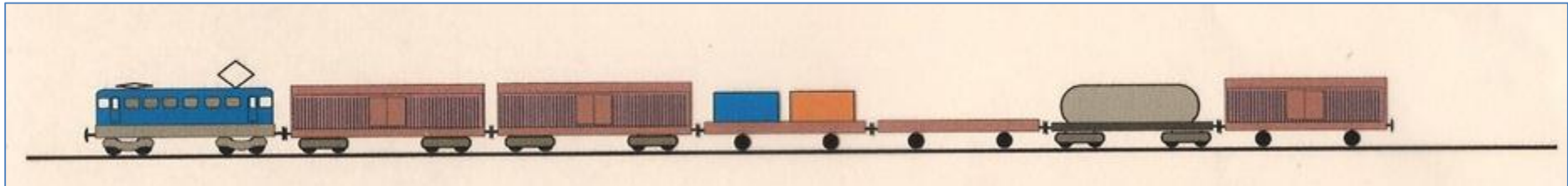
Alapfogalmak

- **Szerelvény:** Összekapcsolt vasúti kocsik
- **Vonat:** Általában nyíltvonalai közlekedés céljából forgalomba helyezett, előírás szerinti jelzőeszközökkel felszerelt olyan szerelvény, melynél működő mozdony, továbbá vonatszemélyzet van.
- Általában vonatként kezeljük:
 - Az egyedül közlekedő mozdonyt
 - Tehervágány-gépkocsikat, önjáró munkagépeket



Elegy

- Vonattal továbbítandó vasúti járművek gyűjtő elnevezése



Alapfogalmak

A vasúti pálya két fő részre osztható:

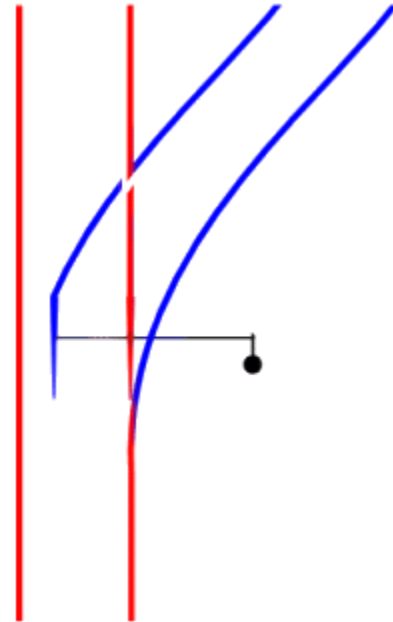
- Nyíltvonalra
- Állomásokra

A vasútállomások a forgalomszabályozás szempontjából a hálózat legfontosabb részei, melyeket a nyíltvonaltól (bejárati) jelzők határolnak el.

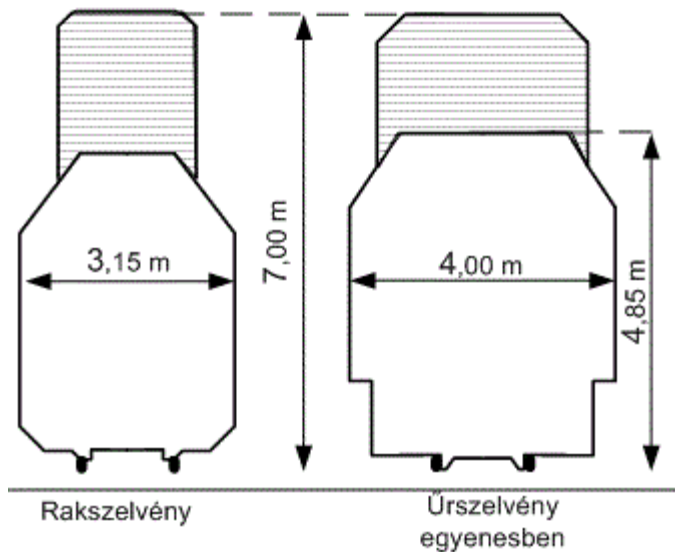


Kitérőszerkezetek

- Egymás mellett futó vágányok közötti **átjárást lehetővé tevő** szerkezeti elemek
 - **Kitérő**
 - Tolópad
 - Fordítókorong
- Egymást szintben keresztező vágányoknál (de átjárást nem lehetővé téve):
 - Átszelés



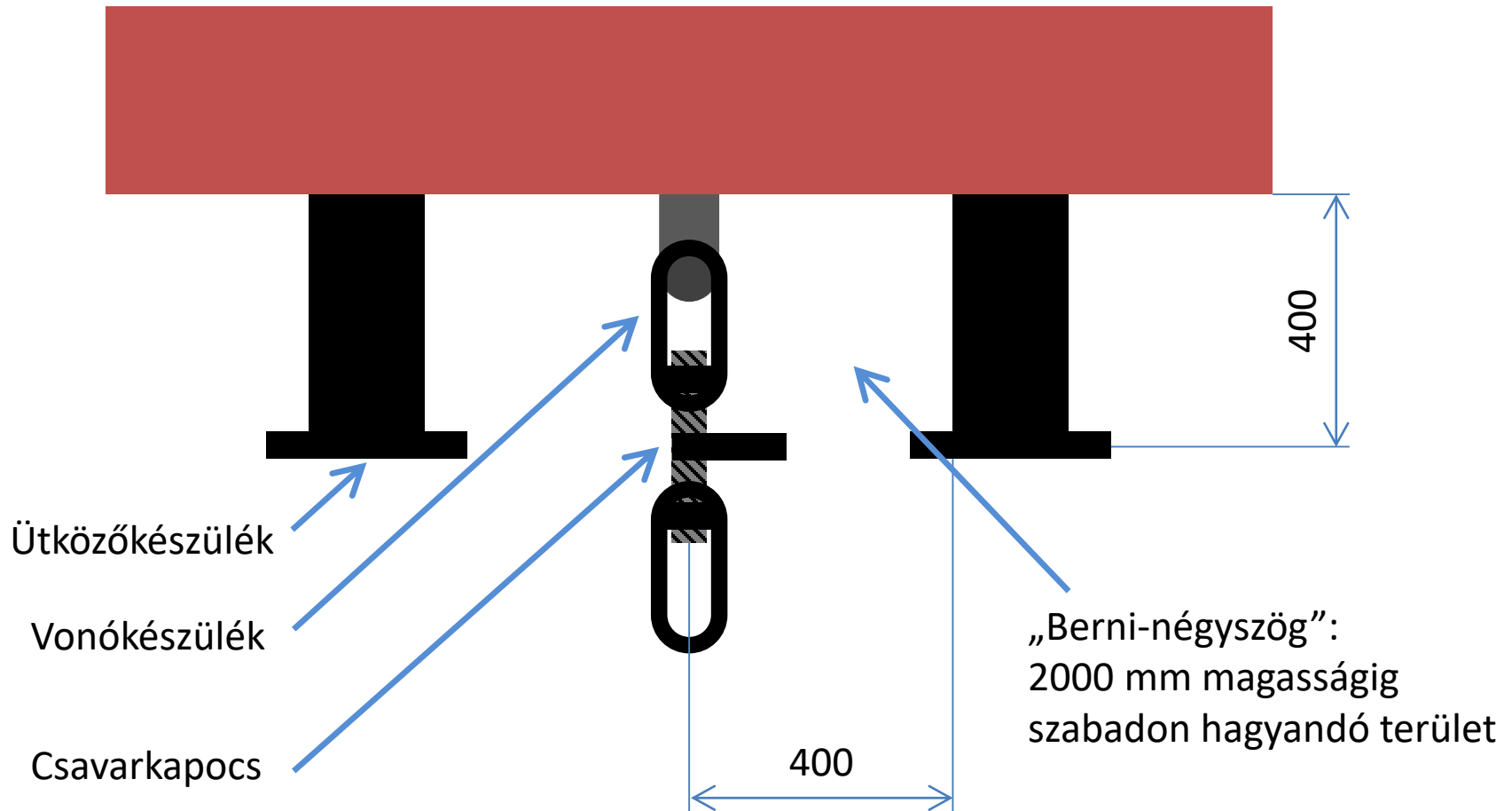
Ürszelvény



- A vasúti járművek biztonságos közlekedése érdekében a vasúti pálya mellett és felett általában szabadon hagyott, a vágánytengelyre merőleges keresztmetszeti terület



Vonó- és ütközőkészülék



Vonó- és ütközőkészülék



Alapfogalmak

- Összekapcsolás
 - Csak álló helyzetben
- Szétkapcsolás
 - Álló helyzetben
 - Mozgás közben, rúd segítségével



Nyomtáv

Nyomtáv: a vágányt alkotó két sínszál távolsága

(a sínfejek belső oldalai között, vágánytengelyre merőlegesen)

Az európai normál nyomtáv mérete:

1435 mm (56,5")



Nyomtáv

- Széles nyomtáv:
 - 1524/1520 mm (60”) – egykori Szovjetunió, Finnország (az összes vasúthálózat 17%-a)
 - 1600 mm (63”) – Írország, Ausztrália, Brazília
 - 1668 mm – Portugália, Spanyolország



Nyomtáv

- Keskeny nyomtáv:
 - 1067 mm (42")– Japán, Afrika nagy része (9%)
 - 1000 mm – Ázsia, Argentína, Svájc (hegyi vasutak), városi villamosok, fogaskerekű vasutak (7%)
 - Ennél keskenyebb nyomtáv általában csak kisvasúton, illetve városi közlekedésben jelenik meg (legelterjedtebb a 760 mm/30")



Vasúti hajtásrendszerek

- Gőzgép
- Elektromotor
- Dízelmotor

Erőátviteli rendszer lehet:

- Mechanikus
- Villamos
- Hidraulikus



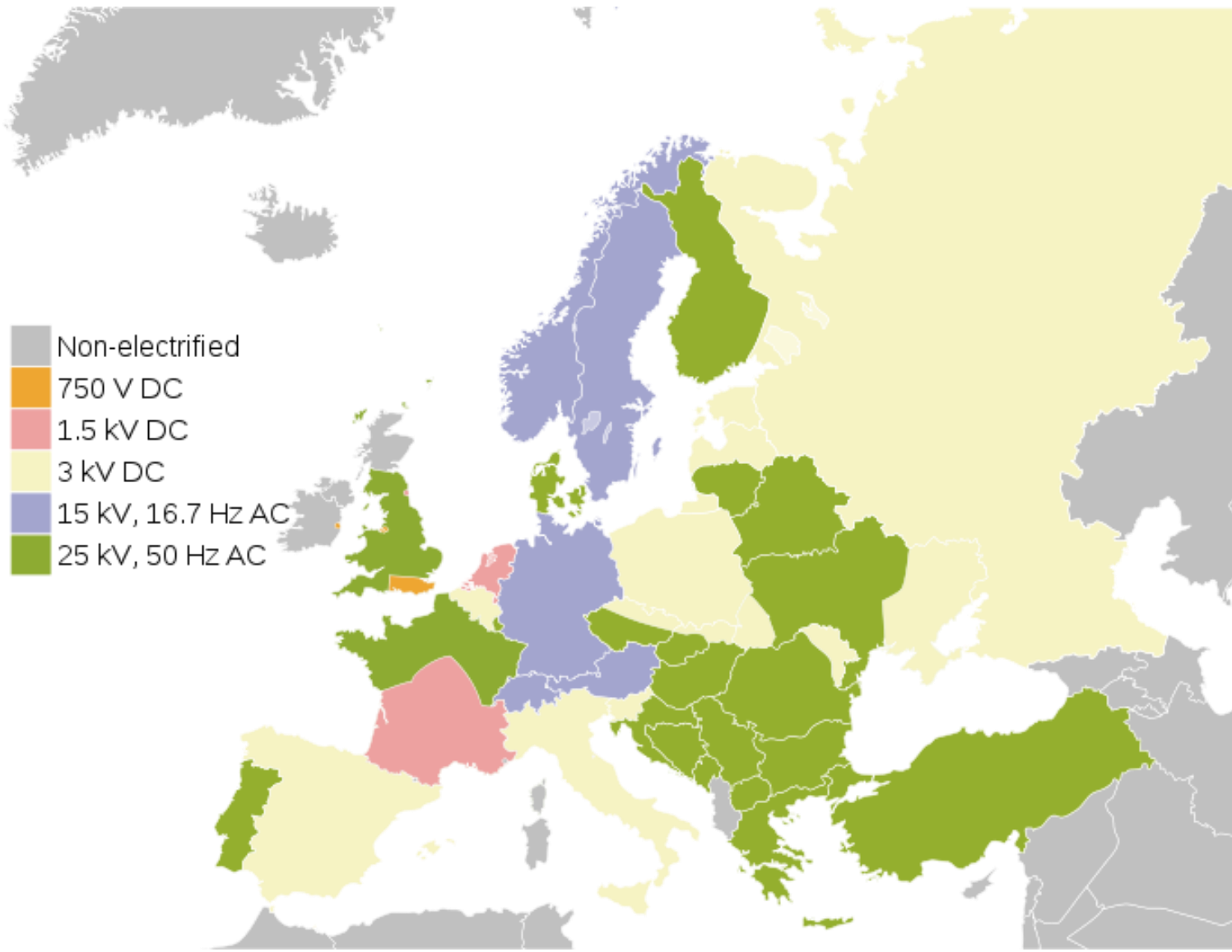
Villamosítási rendszerek

Vonatok energiaellátása

- Típusa
 - Alsóvezeték
 - Felsővezeték
- Áramnem/Feszültség/Frekvencia
 - Egyenáram
 - 1500 V
 - 3000 V
 - Egyfázisú váltóáram
 - 15 kV/16,6 Hz
 - 25 kV/50 Hz
 - (Háromfázisú váltóáram)



Villamosítási rendszerek

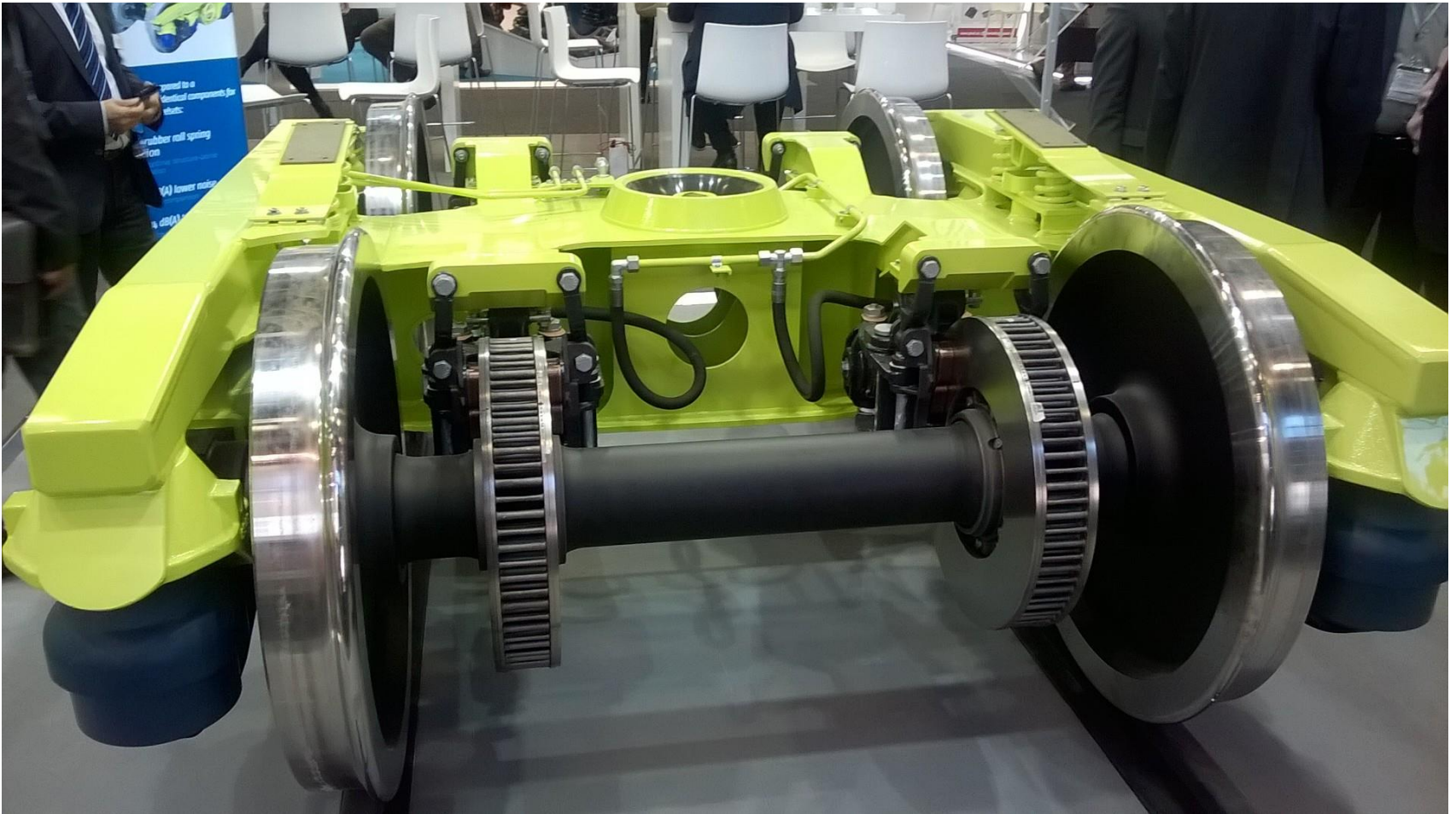


Vasúti fékrendszerek

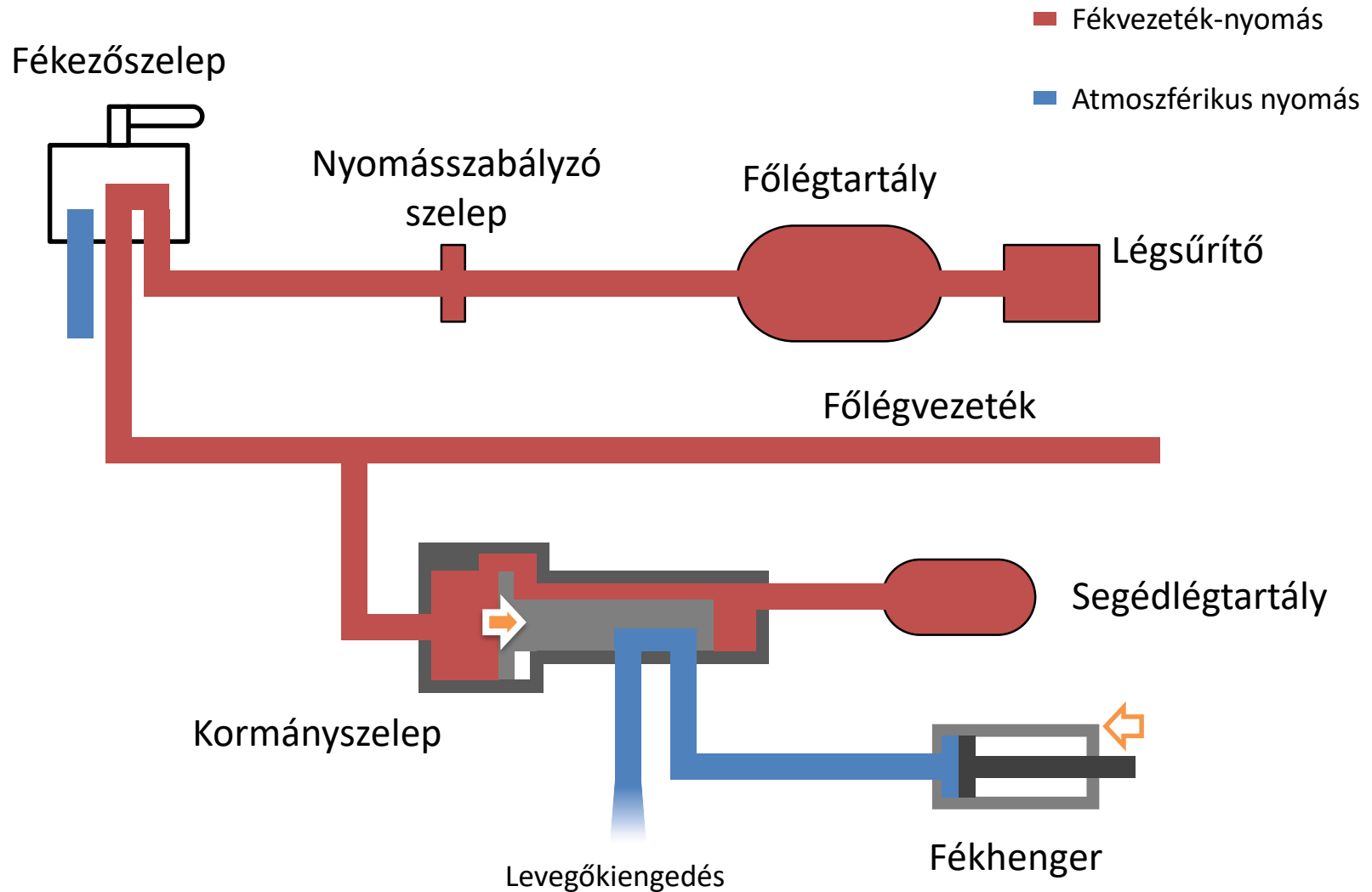
- Mechanikus fékek (súrlódás segítségével a kerékpárra hatnak)
 - A súrlódás kialakulási helye szerint:
 - Tuskó
 - Tárcsa
 - A súrlódást létrehozó erő szerint:
 - Légfék
 - Rugóerő-tárolós
 - Mechanikus rögzítőfék
- Villamos fék
- Sínfék



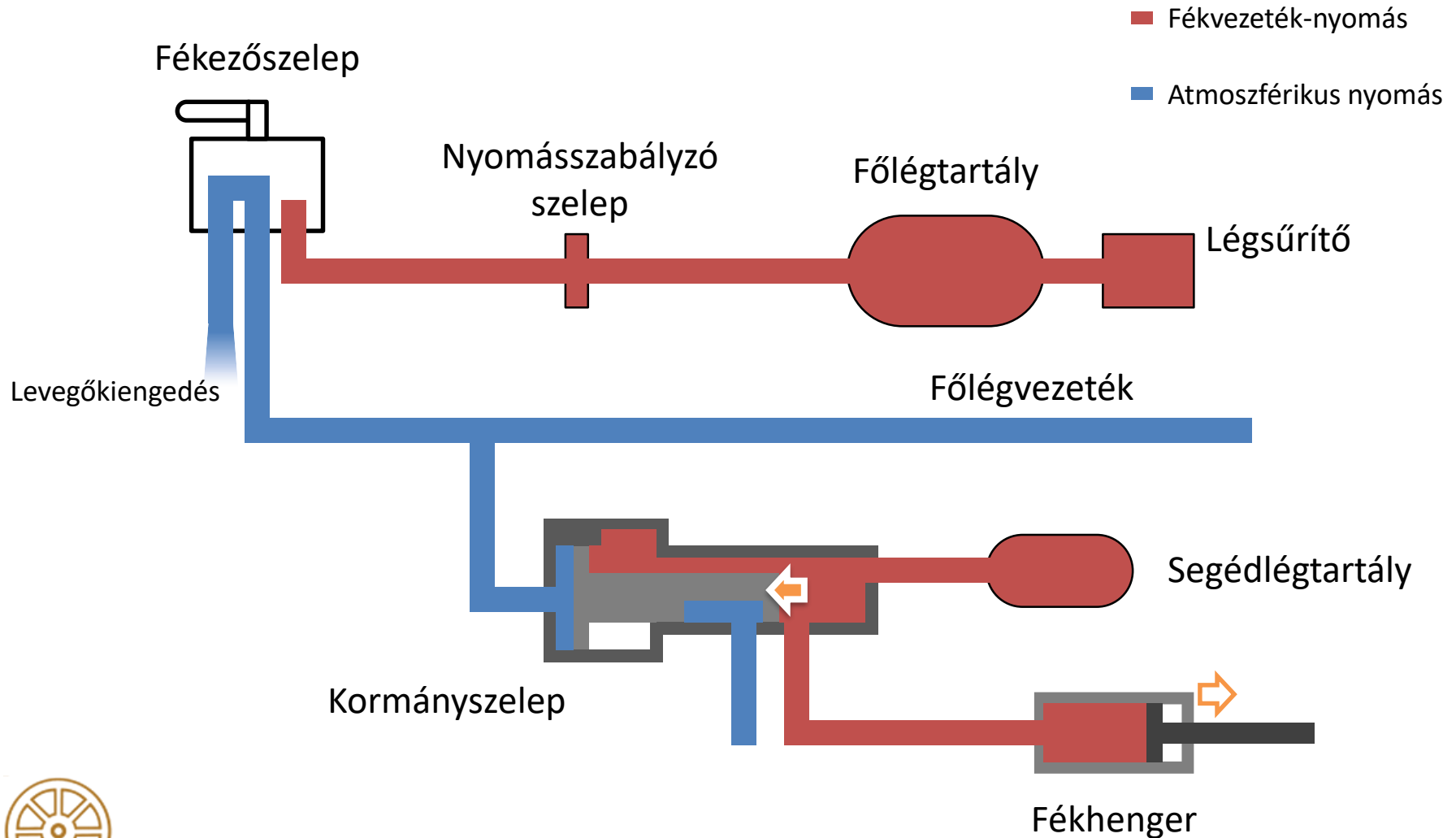
Vasúti fékrendszerek



Önműködő vasúti fék - Oldás/Töltés

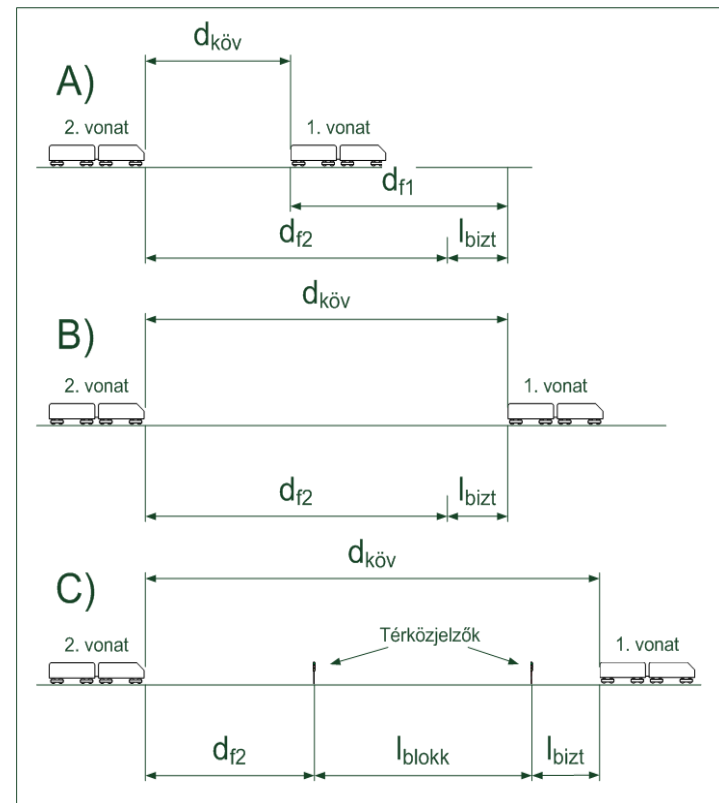


Önműködő vasúti fék - Fékezés



Kötött pályán közlekedő járművek

- Adott pályán csak a járművek közötti távolságot tudjuk szabályozni
- A követési távolság meghatározására három lehetséges megoldás:
 - Relatív féktávolság alapján
 - Abszolút féktávolság alapján
 - Fix térköz alapján



Vonatok biztonságos közlekedése

Alapelv: egy jelzővel védett szakaszon egy vonat tartózkodhat!

Védett szakasz lehet:

- Állomási vágány
- Nyíltvonal
 - Állomásköz
 - Térköz



Vonatok biztonságos közlekedése

Probléma:

járművezető látótávolsága < jármű fékútja

Megoldás:

- Előjelző
- Vonatbefolyásoló berendezés
 - Pontszerű
 - Folyamatos (szakaszosan folyamatos)

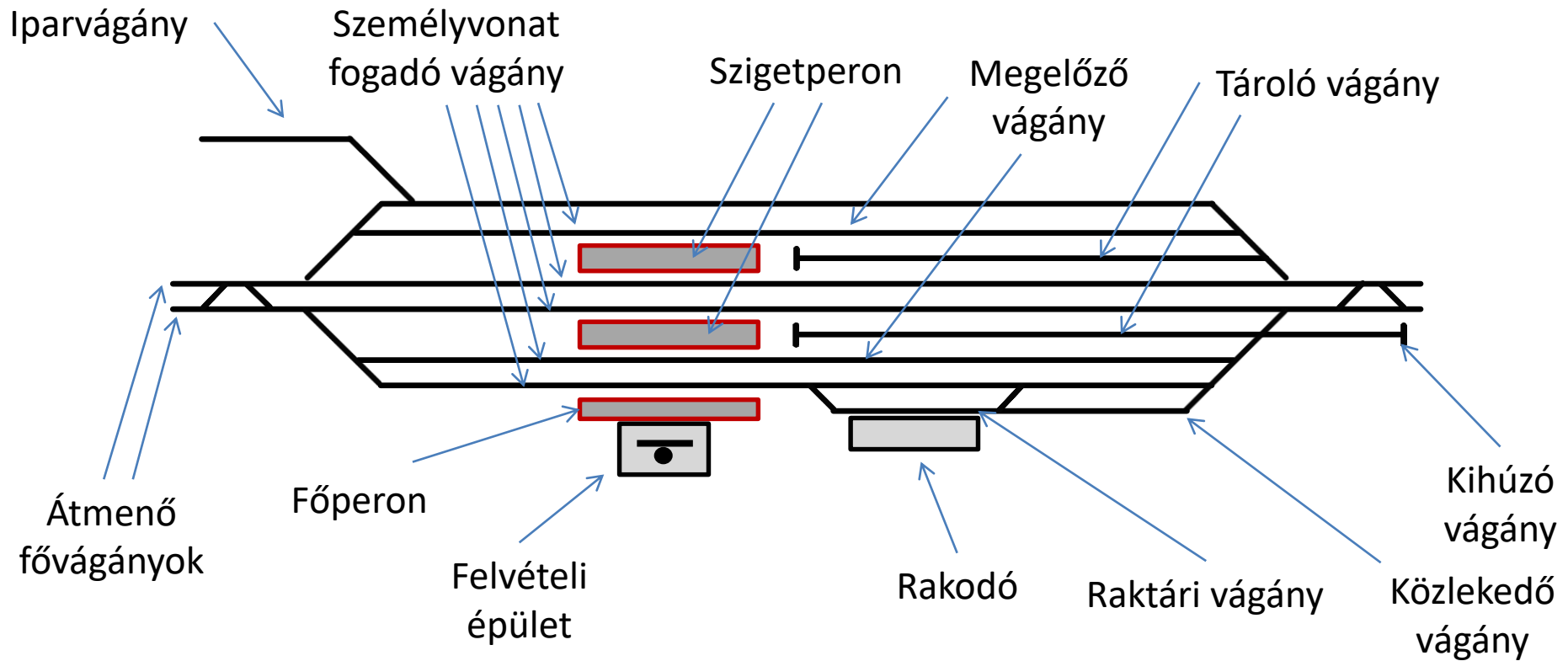


Vasútállomások

- A nyíltvonalaltól (bejárati) jelzők határolják el
- Forgalm szabályozás szempontjából a hálózat legfontosabb részei, feladatai:
 - Menetrend szerinti közlekedés biztosítása (forgalmi feladatok)
 - Személyszállítás
 - Áruszállítás
 - Műszaki feladatok



Állomási vágányzat



Vasútállomások forgalmi feladatai

- Vonatok indítása (menesztése)
- Vonatok fogadása
- Vonatok áthaladtatása
- Vonattalálkozások szabályozása



Vonatindítás

- Engedélykérés
- Vágányút beállítása
- Vonat menesztése
- Vonat kihaladása
- A vonat elindulásának közlése
- Vágányút feloldása



Vonatfogadás

- Engedélyadás
- Vágányút beállítása
- Vonat behaladása
- Vonat fogadása
- Vágányút feloldása
- Visszajelentés



Nyíltvonalai szolgálati helyek

- Megállóhelyek
- Rakodóhelyek
- Megálló- és rakodóhelyek
- Iparvágány kiágazások
- Pályaelágazások
- Forgalmi kitérők



Vasútállomások - Feladatkör szerint

- Középállomás
- Személypályaudvar
- Teherpályaudvar
- Üzemi pályaudvar
- Rendezőpályaudvar
- Rendelkező állomás



Vasútállomások - Vonali helyzet alapján

- Kezdő- és végállomás
- Közbenső állomás
- Elágazó állomás (Szajol)
- Csatlakozó állomás (Győr)
- Keresztező állomás



Vasútállomások - Alaprajzi szempontból

- Fejállomás/Fejpályaudvar
 - Előny: minden vágány szintben megközelíthető (utasbarát)
 - Hátrány: a vonatok körbejárása nem lehetséges
 - Csak nagy forgalmú végállomásokat szokás így kialakítani
- Átmenő állomás



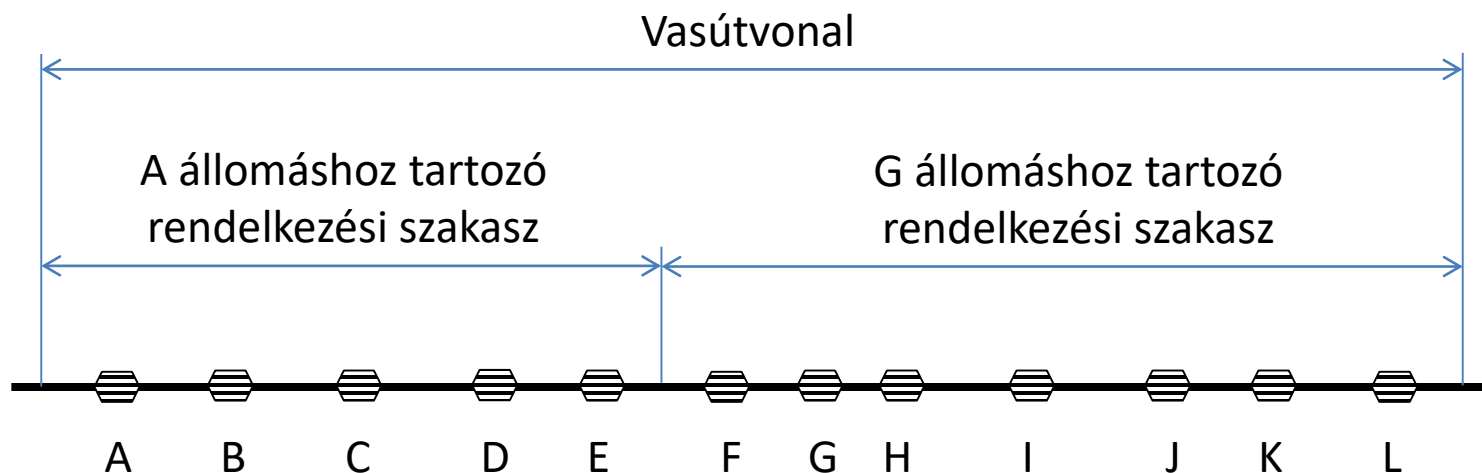
Vasútállomások - Biztosítás alapján

- Nem biztosított
 - A jelzők a kitérők állásától függetlenül állíthatóak
- Biztosított
 - A jelzők és kitérők egymással függésben vannak
- A biztosítóberendezés lehet:
 - Mechanikus
 - Jelfogós
 - Elektronikus



A vasúti közlekedés irányítása

- Rendelkező állomás:
 - A hozzá tartozó rendeltetési szakasz operatív forgalomirányításáért felelős állomás



A vasúti közlekedés irányítása

Központi Forgalom Ellenőrző Rendszer (KÖFE)

- Egy-egy vonalszakasz, vonal vagy terület operatív irányítása az állomási és vonali biztosítóberendezések adatainak segítségével
- Egy munkahelyről felügyelhető a szakasz vonatközlekedése
 - Operatív döntések segítése
 - Felelősségi körök lehatárolása



A vasúti közlekedés irányítása

Központi Forgalom Irányító Rendszer (KÖFI)

- Egy-egy vonalszakasz, vonal vagy terület állomási és vonali biztosítóberendezéseinek távirányítása a rendelkező állomásról
- Egy munkahelyről irányítható a szakasz vonatközlekedése
 - Átlátható vonali forgalomirányítás
 - Humánerőforrás-igény csökkenése



Menetrend

- A vasúthálózat üzemi munkájának terve
- Meghatározza a vonatok közlekedését
- Meghatározza és koordinálja a vonatforgalommal kapcsolatban álló minden szolgáltatási ág és munkahely munkatervét



A menetrendnek teljesíteni kell:

- A személy- és áru fuvarozási feladatok teljesítését
- Az utasok és áruk kényelmes és gyors fuvarozását
- A közlekedés biztonságát
- A legkedvezőbb sebességet
- A járművek legjobb kihasználását
- A vonatok és állomások egyenletes munkáját és a munka összehangolását
- A mozdony és vonatkísérő személyzet munka- és pihenőrendjének betartását



Figyelembe veendő:

- Mozdonyforduló
- Személyvonati szerelvényforduló
 - Tarthatósága kevés járművel
 - Kocsitakarítás
- Teherkocsi-forduló
- Mozdonyvezetők vezénylése
- Vonatkísérők és jegyvizsgálók vezénylése



Menetrendkészítés

- Alapadatok
 - Bázisévi menetrend
 - Nemzetközi igények
 - Európai Személyszállító Vonati Menetrendi értekezlet
 - Európai Tehervonati Menetrendi értekezlet
 - Hazai igények
- Szerkesztés
 - Grafikus menetrendábra készítése (TAKT)



Menetrendkészítés

- Vasútzemelési alapadatok
 - Vonatforgalom nagysága
 - Vonatok terhelése
 - Vonatok menetideje
 - Technológiai műveleti idők
 - Vontatási telepek technológiája



Menetrendkészítés

Az engedélyezett alapsebesség (v_a) függ:

- A pályára engedélyezett sebességtől
- Vontató járműre engedélyezett sebességtől
- Vontatott járműre engedélyezett sebességtől
- Gazdasági szempontoktól
(lassújelektől, vonatterhelésektől)



Menetidő (t_m) meghatározása

- Tiszta menetidő (T):

$$t_m = T = \frac{l}{v_a}$$

Ahol:

l : állomástávolság

v_a : az engedélyezett alapsebesség



Menetidő (t_m) meghatározása

- Vonatmozgás differenciálegyenletének segítségével:

$$Z - B - W = m \frac{dv}{dt}$$

Ahol:

Z: a vonóerő

B: a fékezőerő

W: a vonatra ható ellenállások összege

m: a vonat (forgótényezővel korrigált) tömege

$\frac{dv}{dt}$ ($= a$): a vonat adott pillanatban vett
gyorsulása



Menetidő (t_m) meghatározása

- Pótlékolt menetidő számítás:

$$t_m = t_{gy} + T + t_l$$

Ahol:

t_{gy} : gyorsítási pótlék

T: a tiszta menetidő ($\frac{l}{v_a}$)

t_l : lassítási pótlék



Vonatok számozása

- Kezdőponttól végpont felé páros
- Végponttól kezdőpont felé páratlan

- Nemzetközi (EC, EN) általában kétjegyű
- Belföldi IC általában háromjegyű
- Személyvonat általában négyjegyű

- 00001-től 39999-ig személyszállító vonatok
- 40000-től 99999-ig tehervonatok



Vonatok számozása

- Személyszállító vonatoknál az utolsó számjegy időbeni fekvést is mutat:

Időcsoport		Számvégződés	
0 ⁰⁰	7 ⁰⁰	0	9
7 ⁰⁰	11 ⁰⁰	2	7
11 ⁰⁰	15 ⁰⁰	4	5
15 ⁰⁰	18 ⁰⁰	6	3
18 ⁰⁰	24 ⁰⁰	8	1



Vonatok számozása

- Vonatszámozási körzetek és zónák:

Kód	Körzet
2	Nyugati pu. / Rákosrendező
3	Keleti pu. / Ferencváros
4	Déli pu. / Kelenföld

Kód	Zóna
5	Északkeleti zóna (Miskolc)
6	Keleti zóna (Debrecen)
7	Délkeleti zóna (Szeged)
8	Délnyugati zóna (Pécs)
9	Nyugati zóna (Szombathely) / GYSEV (Sopron)



Vonatok számozása

- Példa*:

4 9 1 2

Déli pályaudvar

Győr

Adott időszak első
vonata

7⁰⁰ és 11⁰⁰ között
kezdőponttól
végpont felé

Személyvonat (négyjegyű vonatszám)

*: a legtöbb vonatszám a számozás korlátai miatt nem ilyen egyértelmű

Menetrend megjelenítése

- Táblázatos
 - Indulási idők megadása (vasútállomás)
 - Egyviszonylatos menetrendi lap (BKV megálló-éjszakai)
 - Vonali menetrend (MÁV menetrendkönyv)
 - Útvonaltervező programok (A és B között)
- Grafikus
 - Hálózati térkép (országos vasúthálózat)
 - Viszonylati térkép (Budapesti közösségi közlekedési hálózat)
 - Menetrendi ábra
- Ütemtérkép



Integrált ütemes menetrend

- Integrált: a vasúti közlekedés összes járatátípusa, illetve a többi alágazat járatai
- Ütemes: az adott járatátípusok azonos ütem szerint közlekednek
- Szimmetrikus:
 - Időben: az azonos járatátípusok egész órákor keresztezik egymást
 - Térben: a különböző járatátípusok keresztezési helyeit a csomópontokba helyezzük
 - Eredménye egy optimális átszállási rendszer



Integrált ütemes menetrend

- Órás követés versenyképes lehet az egyéni közlekedéssel is
- Óránként megismétlődő forgalmi szituáció (könnyebben tervezhető infrastruktúra és üzemi terv)
- Járművek és személyzet optimális és átlátható felhasználása (könnyebben tervezhető a járművek és a személyzet fordaterve)



Integrált ütemes menetrend

Megkönnyíti az utazást, mivel bárhol leszállunk, tudhatjuk:

- Mikor indul járat azonos irányba (pontosan 1 vagy fél óra múlva)
- Mikor indul járat visszafelé (2τ perc múlva)
- Néhány percen belül indul csatlakozás (csomópontban)



Integrált ütemes menetrend

Lehetővé teszi a **menetrend alapú infrastruktúra-fejlesztést**

- A csomópontok és keresztezési helyek fél ütemidőnyi (vagy ennek egész számú többszöröse) távolságra kell, hogy elhelyezkedjenek egymáshoz képest
- Ahol ez nem teljesül, pontszerű infrastruktúra-fejlesztéseket szükséges végrehajtani
 - Szakaszos kétvágányúsítás
 - Állomásfej-elhúzás
 - Forgalmi kitérő létesítése



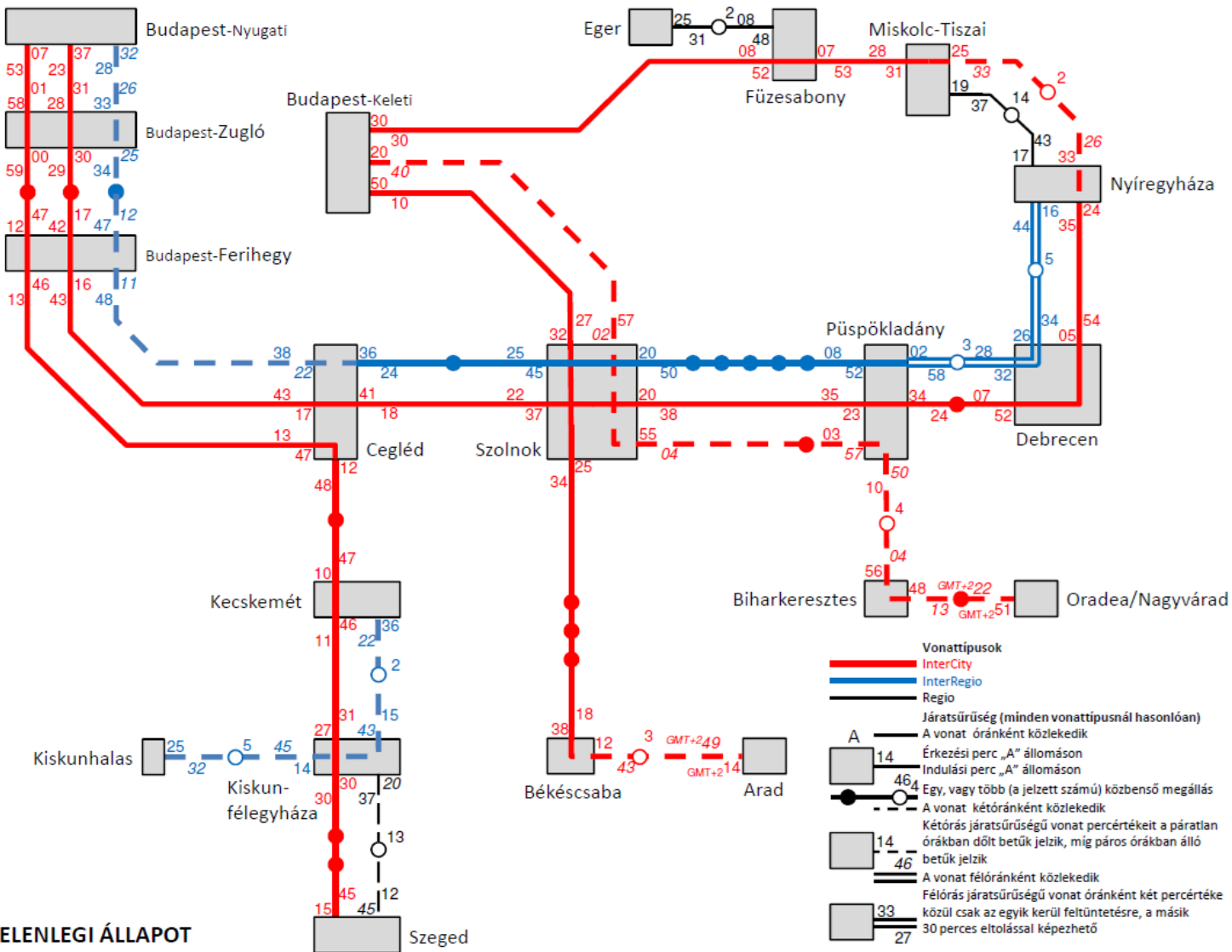
Integrált ütemes menetrend

Ábrázolása történhet ütemtérképen is

- A megjelenítési formák előnyeit ötvözi
- Csomópontokra való érkezési és indulási percek tartalmaz (órás ütemes menetrend)
- Különböző vonattípusok különböző színekkel
- Különböző vonaltípusokkal jelölhetőek az eltérő ütemben közlekedő járatok
 - dupla vonal: fél órás ütem
 - szaggatott vonal: kétórás ütem



Ütemtérkép

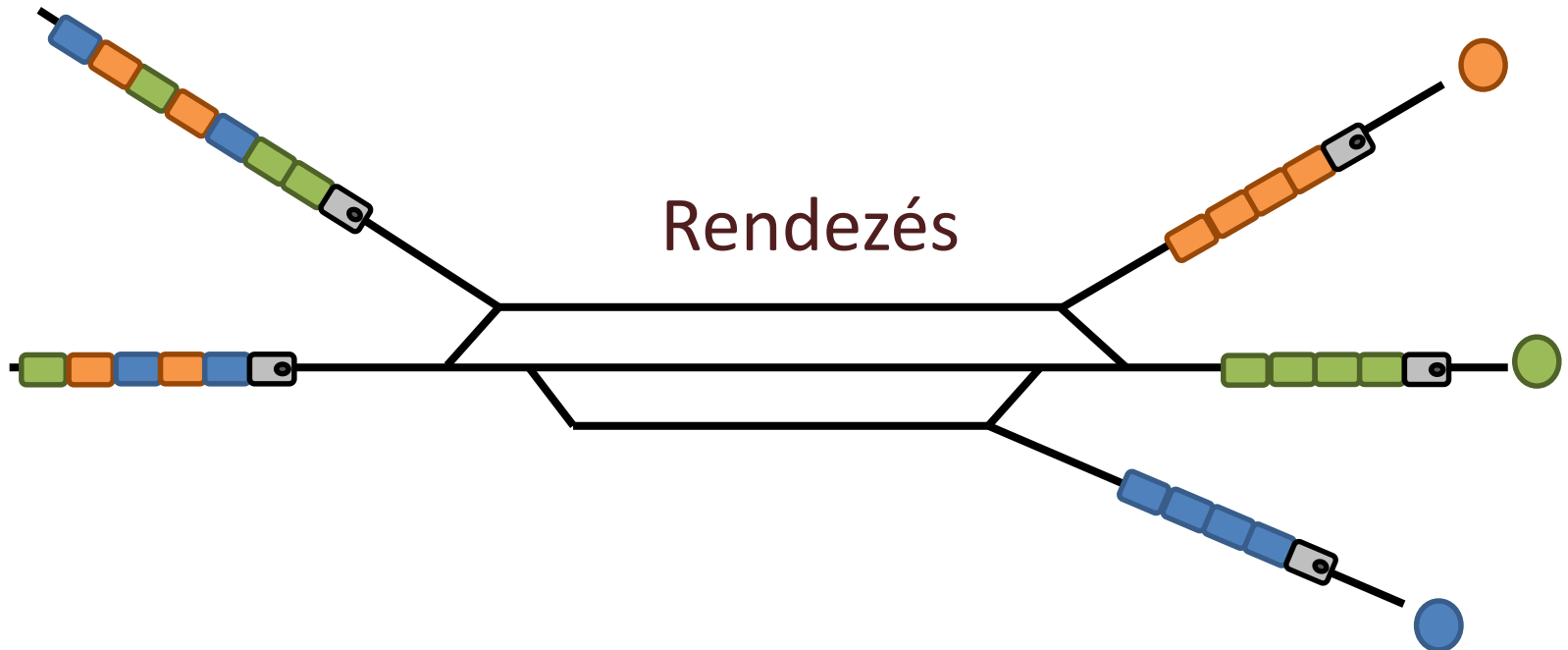


Vasúti áruszállítás

- Az áruszállítási folyamat alapegysége a **vasúti kocsi**
- A forgalom lebonyolításának alapegysége a **vonat**
- A vonatot olyan kocsik alkotják, amelyeknek rendeltetési állomása, illetve továbbítási útvonaluk egy része közös, azonos
- A továbbítás szempontjából azonosítható kocsik összességét – beleértve az üres kocsikat is – **kocsi áramlat**nak nevezzük



Kocsik rendezése



- Kocsirendezés: vonatok felosztása, az állomáson lévő elegy megfelelő vágányra, illetve megfelelő sorrendbe történő állítása, ezzel új vonatok képzése



Rendező-pályaudvarok

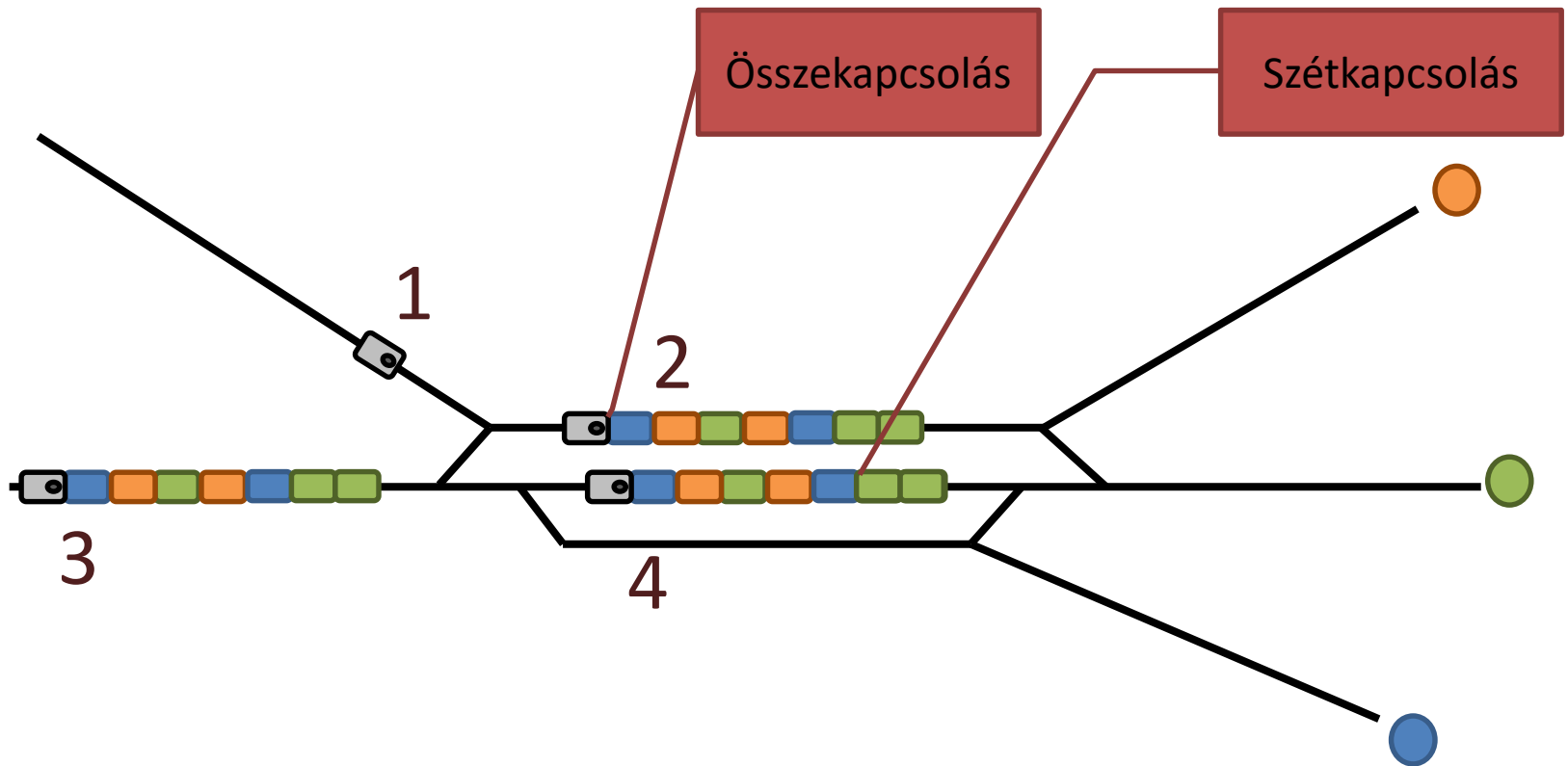
Különleges elrendezésű vágányzattal és műszaki létesítményekkel felszerelt szolgálati hely, ahol tehervonat összeállítás és szétrendezés történik

- Síktolatásra berendezett rendező-pályaudvarok
- Gurítódombos rendező-pályaudvarok

**Rendezés előtt a kocsik fékberendezései
kiiktatásra kerülnek!**



Bejárásos tolatás

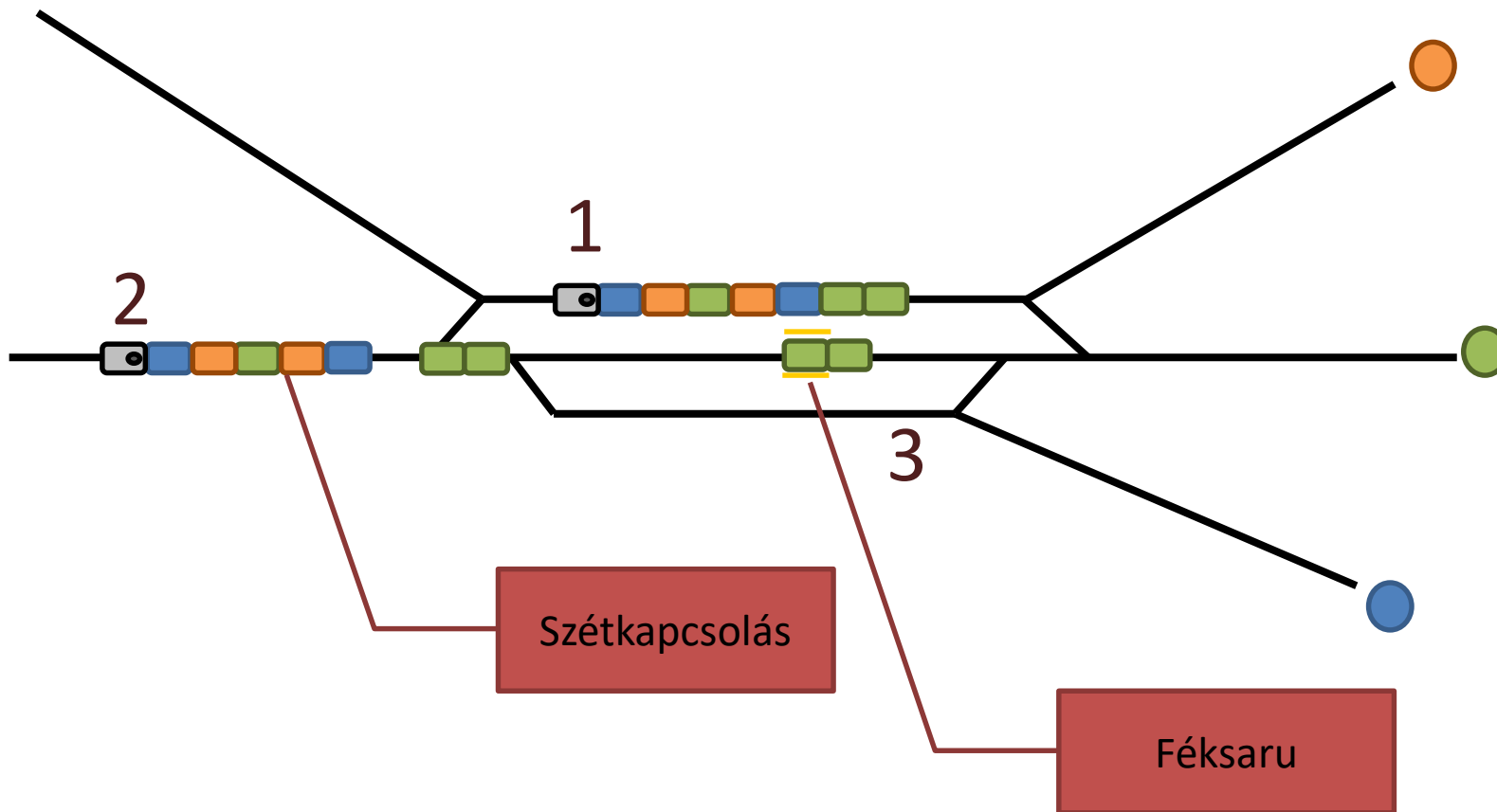


Bejárásos tolatás

- Biztonságos módszer, mivel a kocsik mindvégig össze vannak kapcsolva a mozdonnyal
- A kocsik megállítása, felzárkóztatása a mozdonnyal megoldott
- Munkaigényes, lassú technológia
- Középállomásokon, nyílvonali szolgálati helyek kiszolgálásánál szinte csak ezt alkalmazzák



Szalasztásos tolatás



Féksaru



Szalasztásos tolatás

- A kocsik meglökésük után szabadon futják be útjukat, majd féksaru segítségével fékezik le őket
- Biztonsága alacsony a kocsik szabad futása miatt
- Termelékenysége nagyobb (gyorsabb)



Csurgatás

- A kocsikat kb. 4-6 ‰-es dombra húzzák fel és onnan gurítják le
- Szabadon futják be útjukat, majd féksaru segítségével fékezik le őket
- Biztonsága azonos a szalasztásos tolatásával
- Termelékenysége a három módszer közül a legnagyobb, de viszonylag kevés helyen alkalmazzák



Gurítódombos rendező-pályaudvarok

Részei:

- Fogadó vágánycsoport
- Gurítódomb
- Irányvágányok
- Indító vágánycsoport



Fogadó vágánycsoport

- Műszaki kocsvizsgálat
- Rádiós vonatfelvétel
- Fuvarokmányok kezelése
- Rendezési jegyzék készítése

- A kocsik fékberendezéseinek kiiktatása
- Csavarkapcsok meglazítása

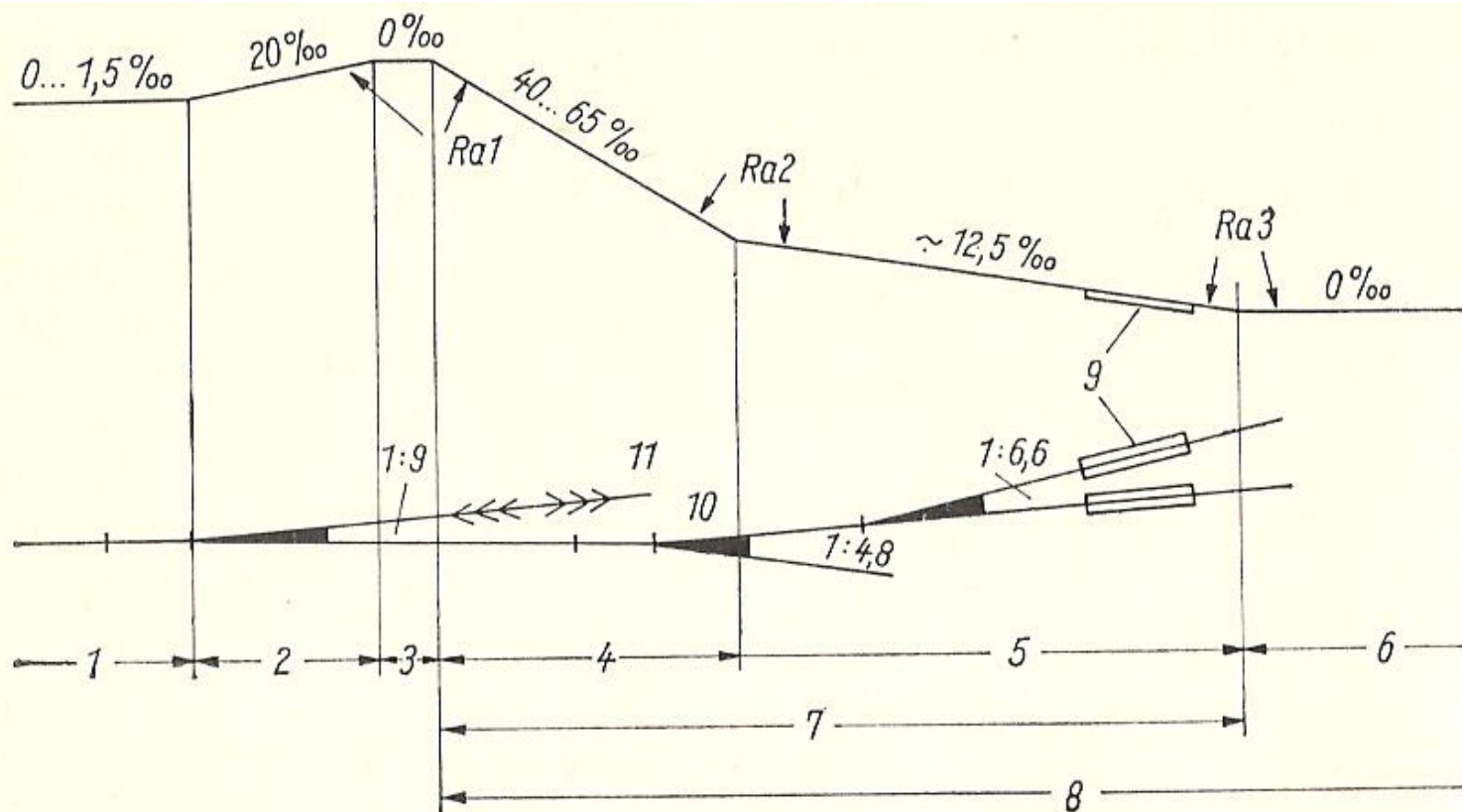


Gurítódomb

- Egy kb. 20 ‰-es emelkedőből és egy kb. 40-65 ‰-es lejtőből álló domb
- Az emelkedőn a kocsik ütközői összenyomódnak, lehetővé válik a kocsik csavarkapcsainak szétakasztása (menet közben egy rúd segítségével)
- A lejtőn szabadon futnak le a kocsik (kocsi-csoportok)



Gurítódomb hossz-szelvénye



Längsprofil und Gleisentwicklung des Ablaufbergs eines Flachbahnhofs

- 1 Zuführungsgleis
- 2 Gegensteigung
- 3 Berggipfel
- 4 Steilrampe
- 5 Zwischenrampe

- 6 Weichenhorizontale
- 7 Ablauframpe
- 8 Ablaufberg u. Weichenzone
- 9 Talbremsen
- 10 erste Verteilweiche

- 11 Bergumfahrgleis
- Ra 1 \cong 300 m
- Ra 2 \cong 400 m
- Ra 3 \cong 400 m



Irányvágányok

Gurításkor megoldandó:

- Kocsik (kocsicsoportok) szétkapcsolásához szükséges idő biztosítása az emelkedőn (*gurítómozdony sebességének szabályozása*)
- Két kocsi(csoport) gurítása közt elegendő idő biztosítása a váltók biztonságos állításához (*időközi fékezés*)
- Kocsik irányvágányon történő felzárkóztatása és megállítása (*különböző módszerek*)

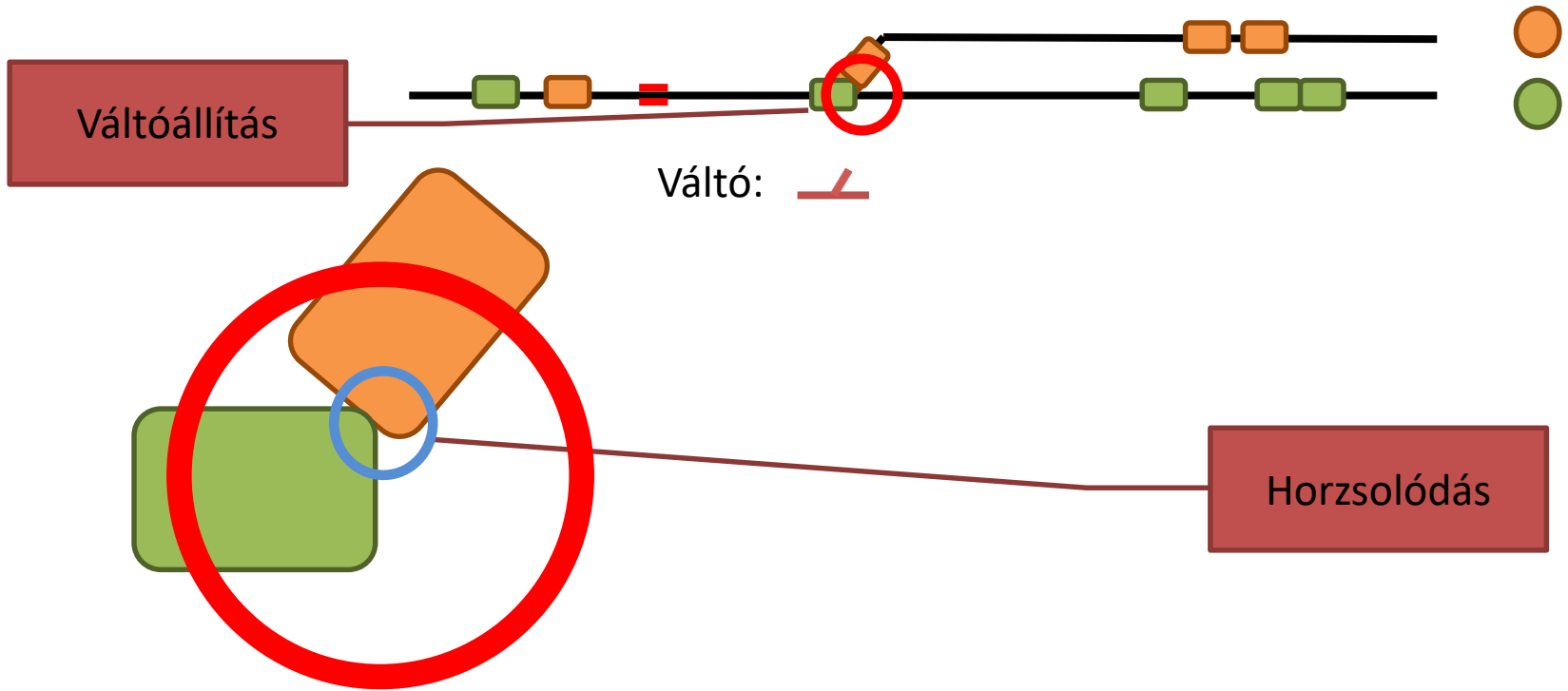


Gurítómozdony sebességszabályozása

- A rendezési jegyzék alapján a megfelelő helyeken szétkapcsolják (egy rúd segítségével, mozgás közben) a kocsikat
- A maximális gurítási sebesség $4-5 \text{ km/h}$



Időközi fékezés

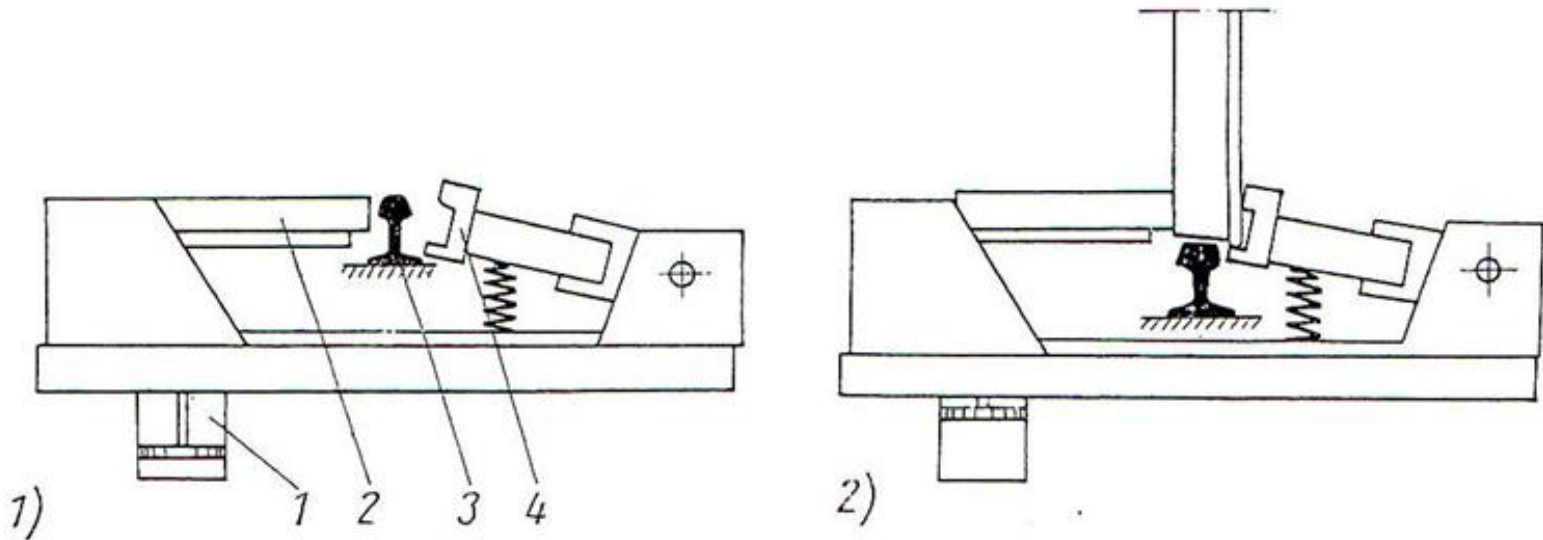


- Megoldási mód:
 - Gerendás völgyfékkel



Időközi fékezés

- Három erő rendszerű gerendás vágányfék



Dreikraftbremse mit innenliegendem Schwingträger (Prinzipskizze)

1) Lokfahrstellung

2) Bremsstellung

1 Hubmechanismus

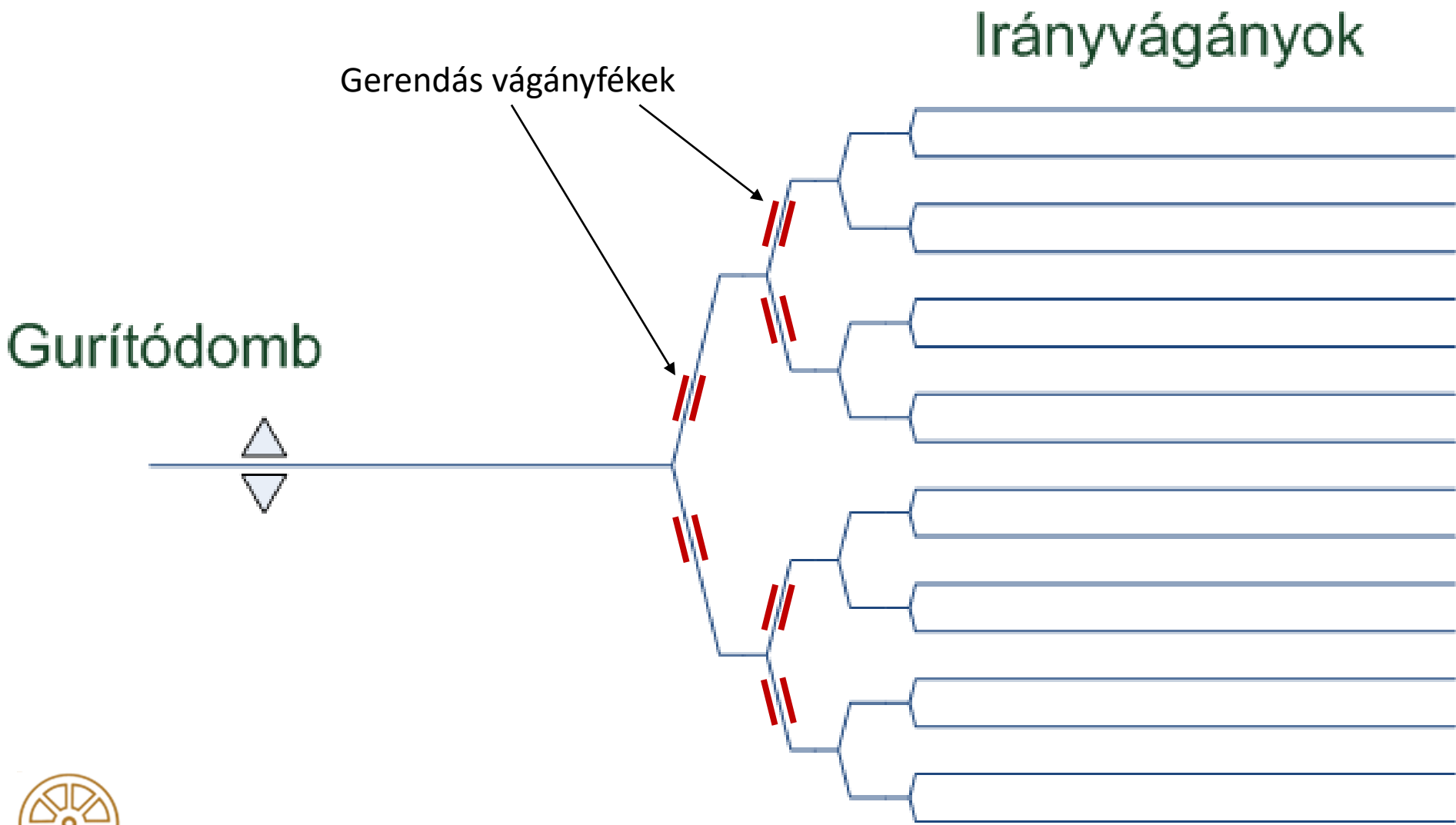
2 Festträger

3 Fahrschiene

4 Schwingträger



Időközi fékezés



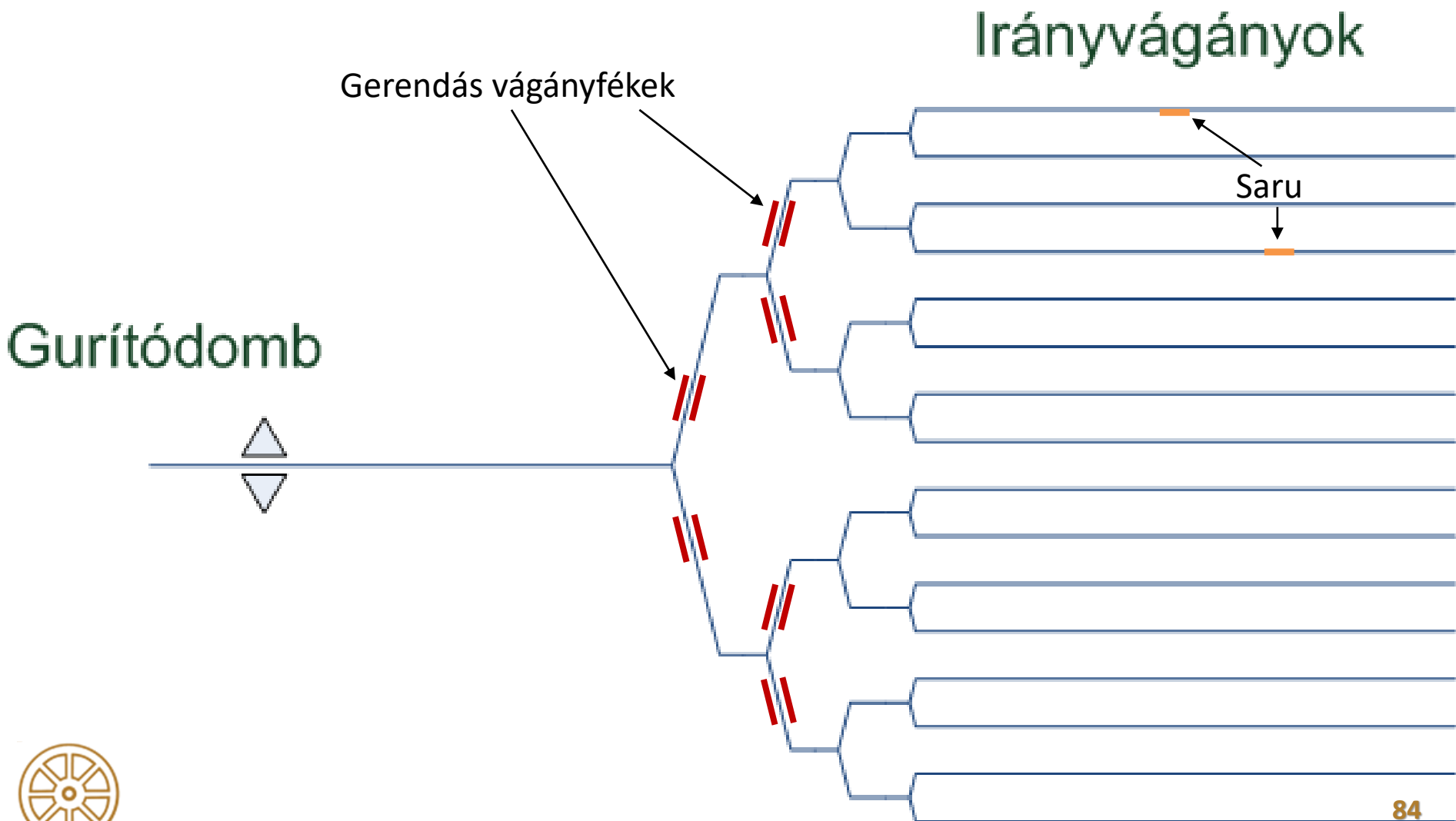
Kocsik megállítása és felzárkóztatása

Figyelembe veendő paraméterek:

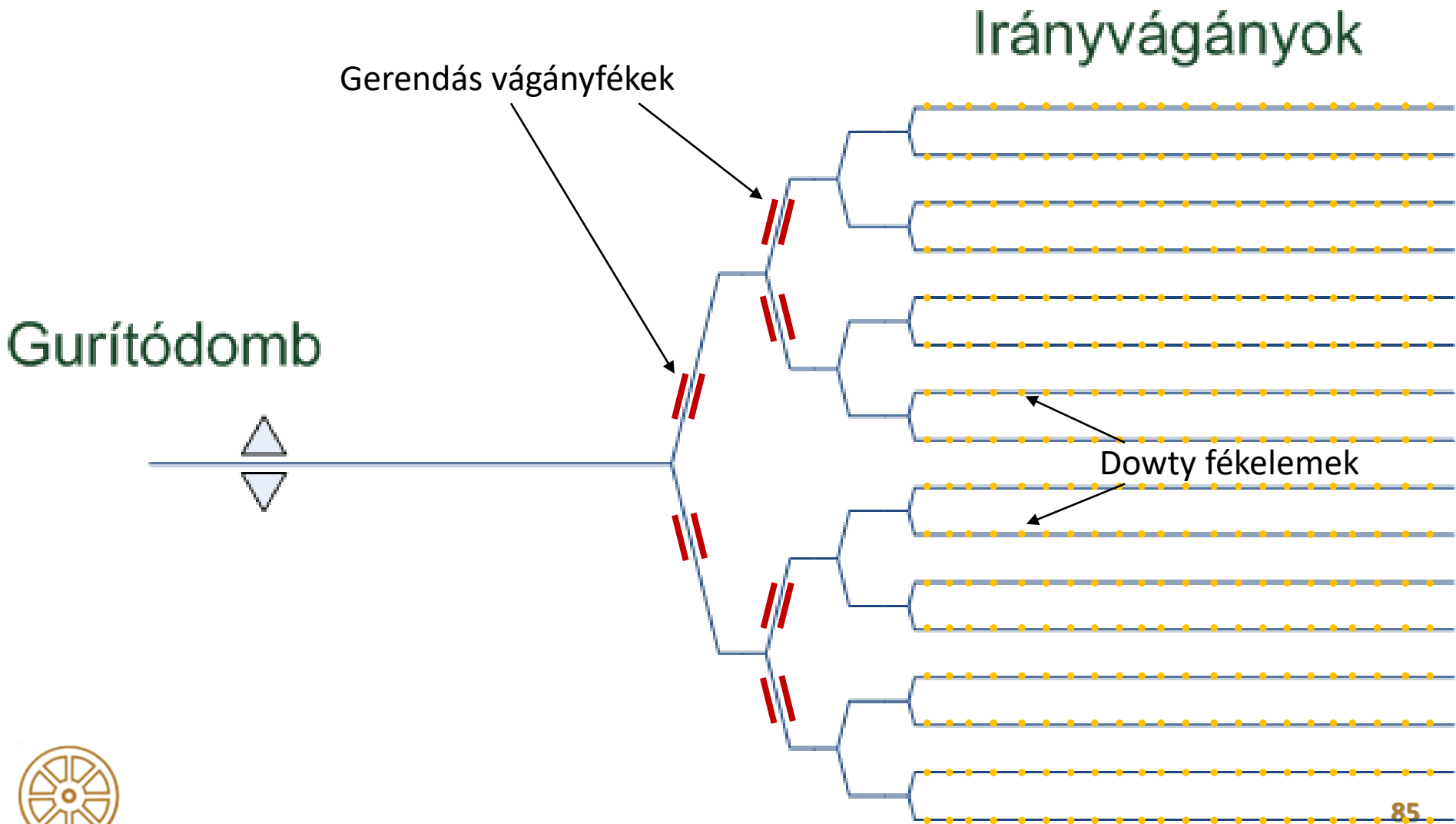
- A betologatási idők csökkentésével növelhető a kapacitás (azaz minél közelebb legyenek egymáshoz a megálló kocsik – ideális esetben: ütközzenek fel)
- A kocsik maximum $1,5 \text{ m/s}$ sebességgel ütköztethetők



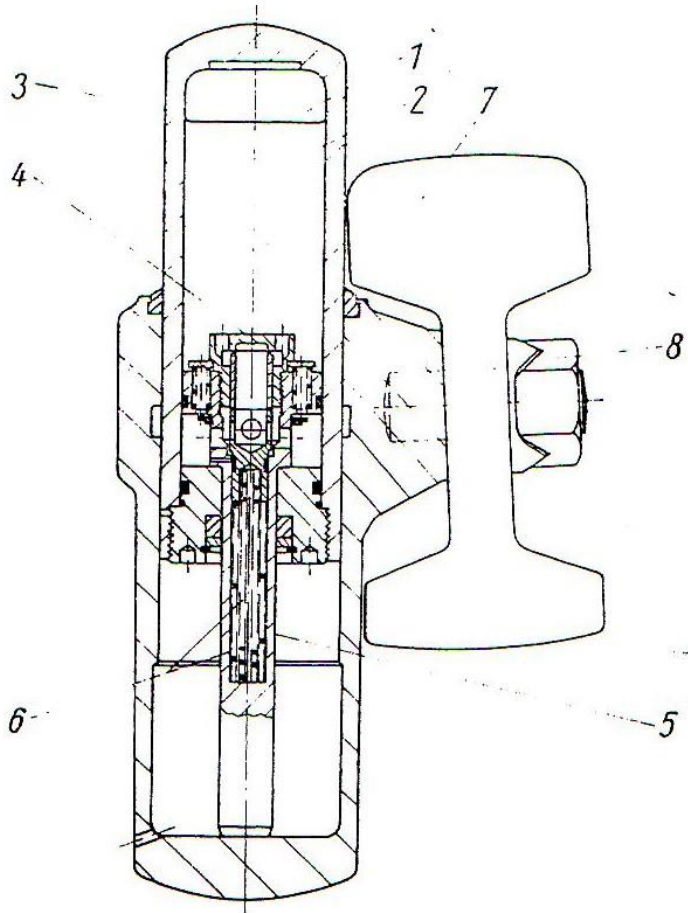
Célfékezés saruzással



Kvázi folyamatos sebességszabályozás



Dowty (Elin) fékelem



Dowty-Element
1 Stickstofffüllung
2 Hydrauliköl
3 Zylinder
4 Ventilgehäuse

5 Kolben
6 Überströmventil
7 Schiene
8 Befestigung
an der Schiene



Kvázi folyamatos sebességszabályozás



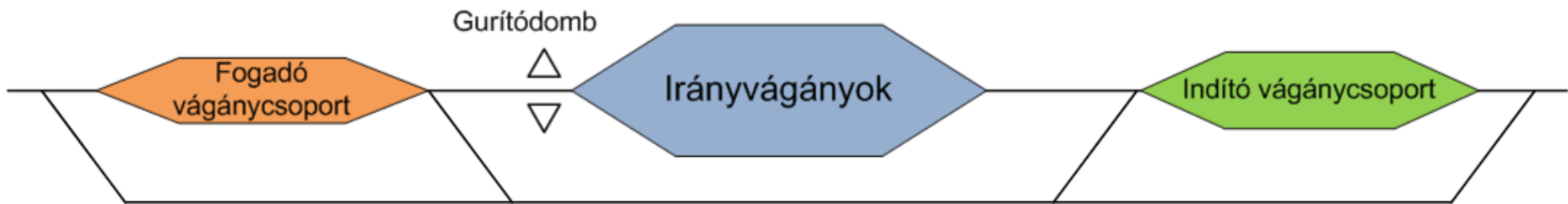
Indító vágánycsoport

- Műszaki kocsvizsgálat
- Féktömlők összekapcsolása
- Csavarkapcsok meghúzása
- Rádiós vonatfelvétel
- Fuvarokmányok kezelése
- Fékpróba
- Vonat menesztése



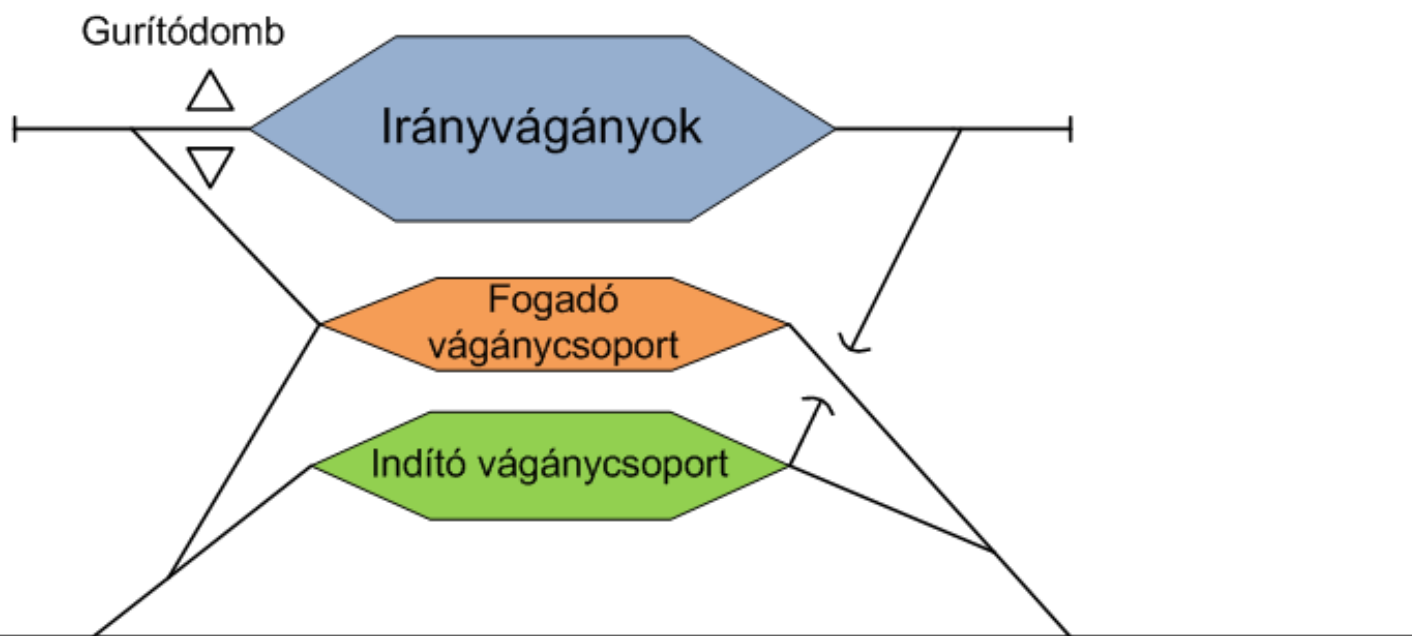
Gurítódombos rendező-pályaudvarok

Soros (folytatólagos) elrendezés



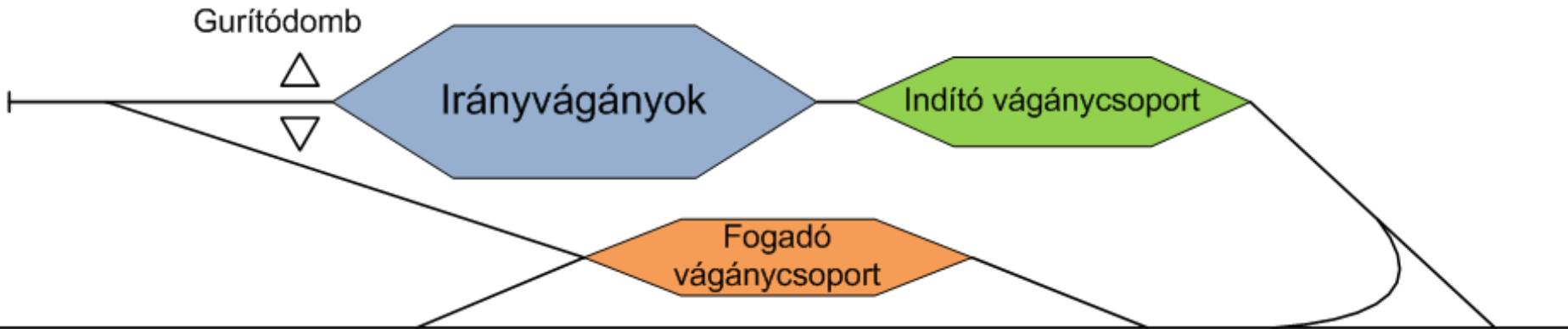
Gurítódombos rendező-pályaudvarok

Párhuzamos elrendezés



Gurítódombos rendező-pályaudvarok

Vegyes elrendezés



A vonatközlekedés szervezése

- Kb. 100 vasúti árufeladóhely (1980-as években még 800) -> 100x100 kapcsolat
- A kapacitás korlátai miatt nem kocsinként történik a kapcsolatok megvalósítása
- Rendező-pályaudvarok között irányvonatok
- Középállomásokon, rakodó/megállóhelyeken tolatóvonatok



Irányvonatok

- Az irányvonat (zárt vonat) azonos típusú vagy rendeltetésű, üres, vagy rakott kocsikból összeállított vonat, amelyet a továbbítási útvonalon nem bontanak meg.
- Két fő típus:
 - Rendező-pályaudvarok között
 - Feladási helytől rendeltetési helyig (megfelelő árumennyiség esetén)



Tolatóvonatok

- Két rendező-pályaudvar közötti állomások, iparvágányok, rakodóhelyek kiszolgálása
- Az ide érkező és innen induló kocsik továbbítása rendező-pályaudvarra
- Két szervezési mód:
 - Hagyományos tolató tehervonati rendszer
 - Csomóponti rendszer

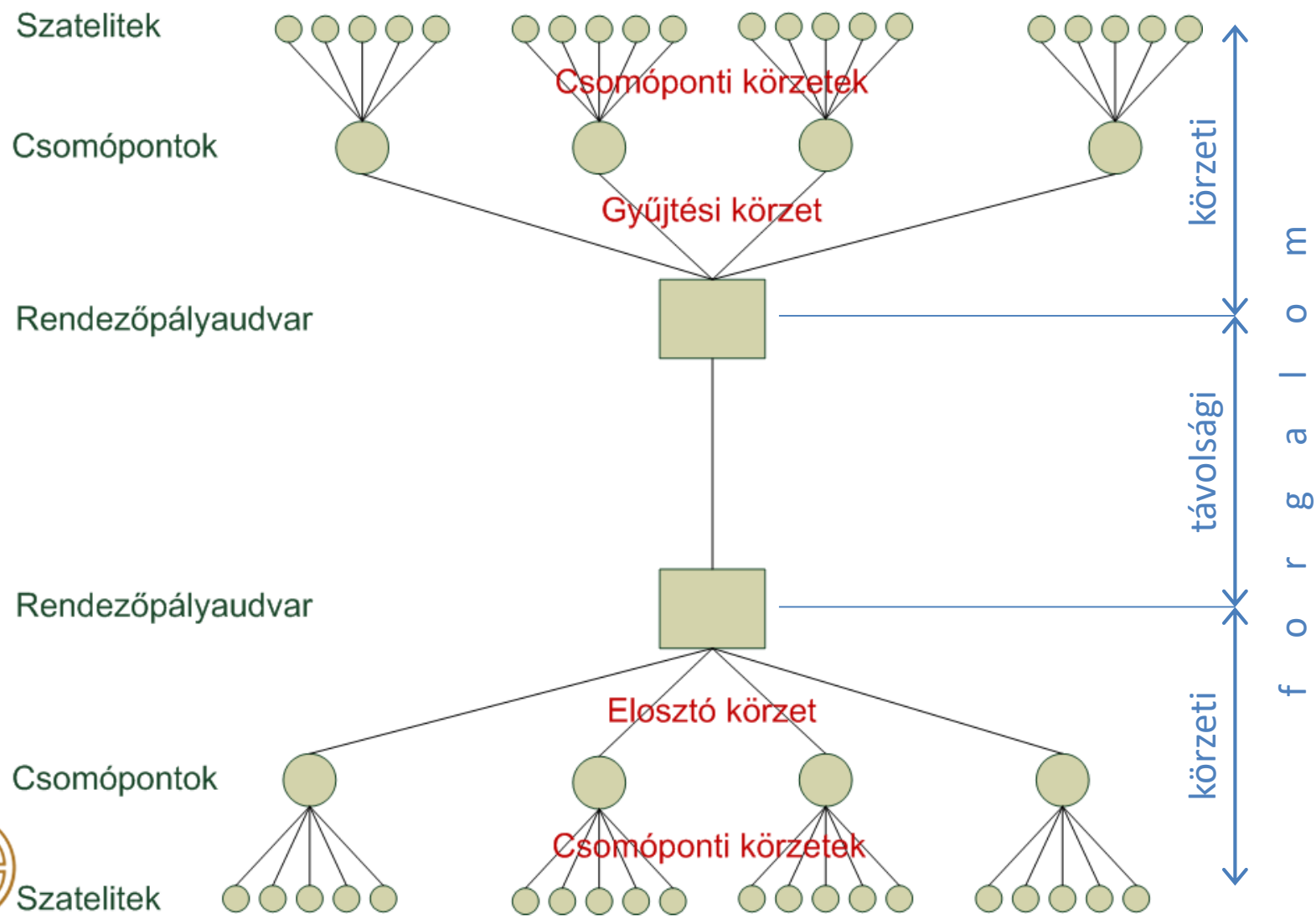


Csomóponti rendszer

- Közbenső állomások közül a nagyobbakat áruszállítási gyűjtő-/elosztópontként (csomópont) kezeljük
- A csomóponti kiszolgáló vonatok a hozzájuk tartozó 30-40 km-es szakasz (és az azon levő ún. szatelit állomások) kiszolgálását végzik
- Egyszerű informatika, szervezés (egy mozdony)
- Többletfutás lehetséges



Csomóponti rendszer



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM

Bánfi Miklós Gábor



email: banfi.miklos@mail.bme.hu



BME KÖZLEKEDÉSMÉRNÖKI ÉS JÁRMŰMÉRNÖKI KAR
32708-2/2017/INTFIN SZÁMÚ EMMI ÁLTAL TÁMOGATOTT TANANYAG