

# VONATBEFOLYÁSOLÁS

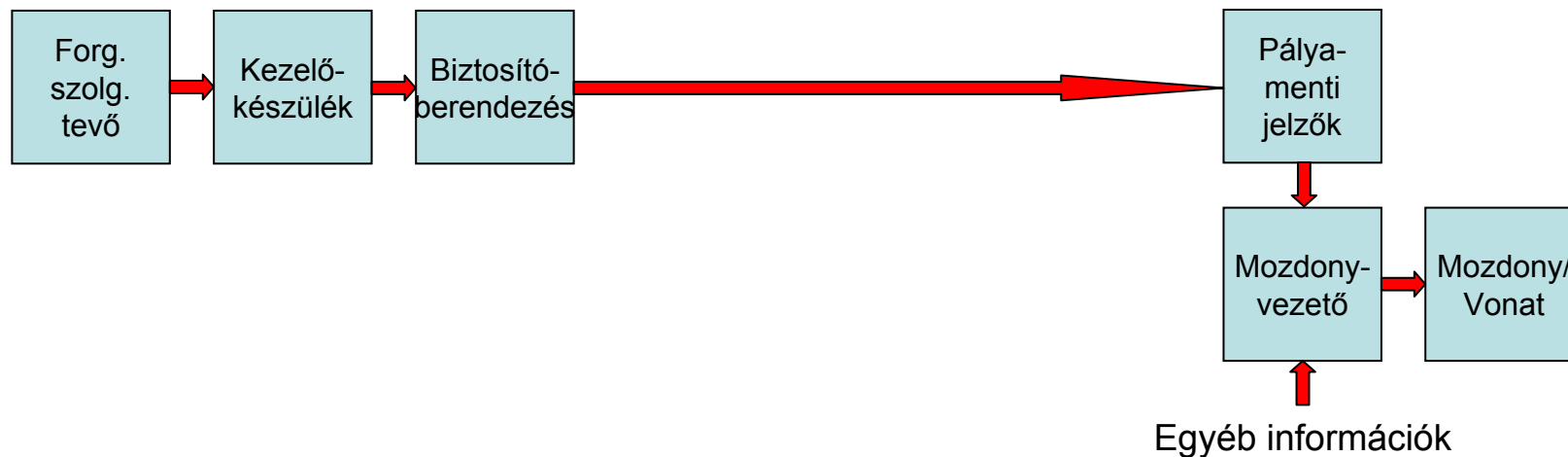
Vasúti irányító és kommunikációs rendszerek II.

BME Közlekedésautomatikai Tanszék  
Tarnai Géza

# Vonatbefolyásolás

- Alapvető feladatok és szintek
- Információátviteli eljárások
- Járművek helymeghatározása
- Pontszerű vonatbefolyásolás
- Folyamatos vonatbefolyásolás
- Egységes Európai Vonatbefolyásoló Rendszer (ETCS)

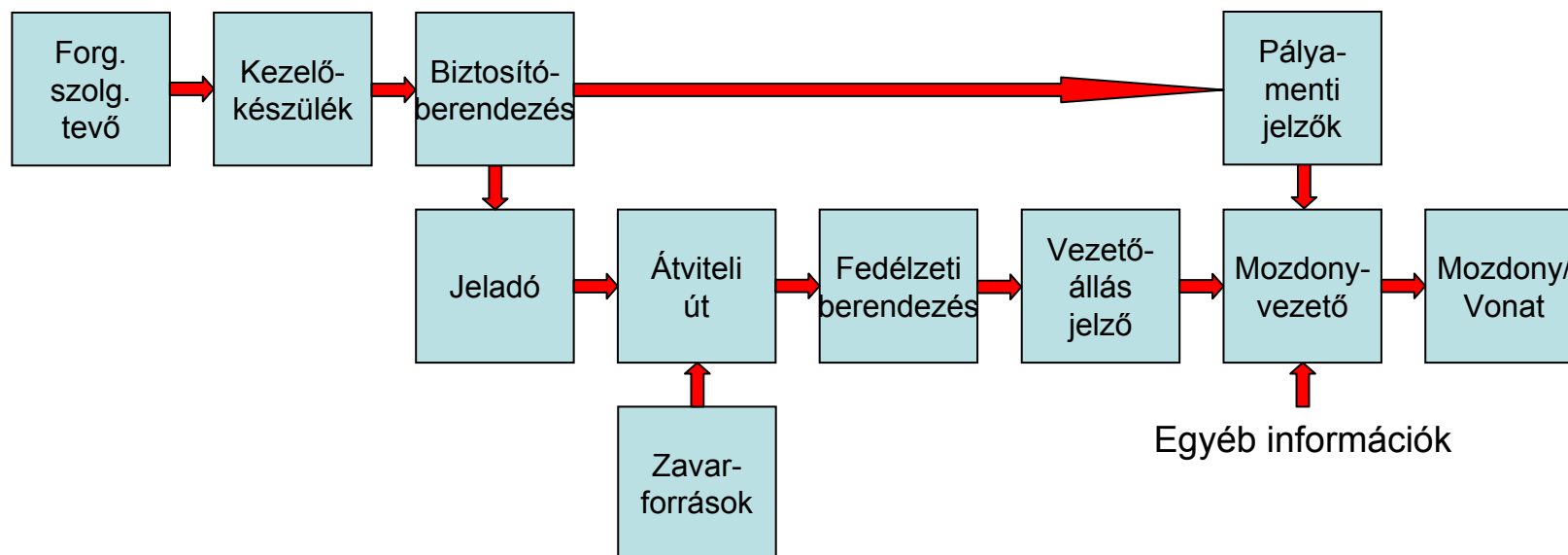
# Hagyományos sebességszabályozás



## Megengedett sebesség

a vonalra megengedett  
a járművekre megengedett  
a pályamenti jelzők, illetve a lassújelek által előírt

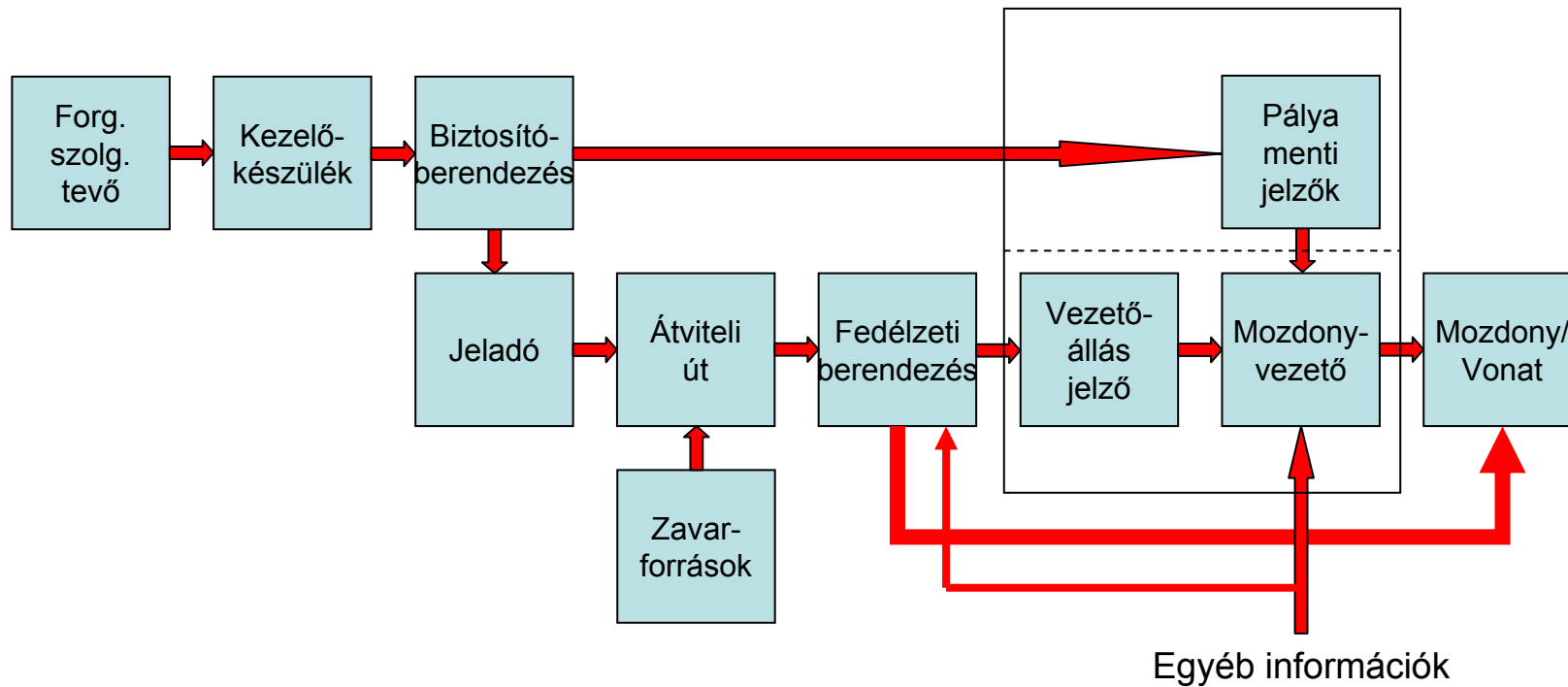
# Vezetőállásjelzés





**Korai vezetőállás jelző**

# Vonatbefolyásolás



# Alapvető feladatok és szintek

- Feladatok
  - éberségellenőrzés
  - információ a megengedett sebességről a járművön (jelzésismétlés)
  - sebességellenőrzés/-összehasonlítás
  - a mozdonyvezető vezetési módjának korrekciója
    - a megengedett sebesség túllépésekor kényszerfékezés kiváltása
  - regisztrálás (fekete doboz)
- Szintek
  - vonatmegállító rendszerek – a „megállj” jelző meghaladásának megakadályozása (ATP)
  - dinamikus sebességprofil betartatása (ATC)
    - fontos előfeltétel a céltávolság ismerete
  - önműködő vonatvezetés (ATO)

# Információátviteli eljárások



# Pontszerű jelátvitel

- Információátvitel csak diszkrét pontokban
  - alapvetően: elő- és főjelzőknél
  - kiegészítő jelleggel: útátjáróknál, sebességellenőrző pontoknál
- Előny: nagyfokú biztonságnövekedés, relative csekély ráfordítással
- Probléma: két információátviteli pont között a jármű nem kap információt a jelzési kép megváltozásáról, így eltér a helyhez kötött jelző és a vezetőállás-jelző jelzése
  - üzemhátráltató (pl. vörösről zöldre váltásnál )
  - üzemveszélyes (pl. zöldről vörösre váltásnál )
- Megoldás: kitöltő (infill) információ
  - jelfeladás 1-2 közbenső diszkrét információátviteli ponton is
  - a főjelző előtt bizonyos hosszon folyamatos jelfeladás
    - sugárzó kábelrel
    - rádiós átvitellel

# Pontszerű átviteli eljárások (1)

- **mechanikus** jelátvitel
  - inkább csak vonatmegállító funkció – főleg városi, elővárosi közl.  
(pl. Fahrsperre, budapesti metro)
- **elektromechanikus** (pl. Crocodile)
- **állandó mágneses** (pl. Integra, Siemens)
  - állandó mágnes a **pályán**
  - szabad jelzőnél legerjesztéssel hatástalanítható
  - a **fedélzeten** fegyverzet - impulzusadó
  - **hátrányok:**
    - a legerjesztő tekercs energiát igényel
    - kis információmennyiség (1 bit)
    - csak vonatmegállításra (főleg városi, elővárosi közl.)

# A Crocodile rendszer jeladója

1872

35 000 km



# Pontszerű átviteli eljárások (2)

- **Induktív** jelátvitel (pl. Indusi)
  - a **pályán** passzív rezgőkörök (pályamágnesek)
  - szabad jelzőnél hatástalanítva
  - a **járművön** több aktív rezgőkör (különböző frekvenciák)
  - rezgőköri induktivitások - járműmágnes
  - a hatásos pályamágnes energiát szív el a járműkörből
    - a megfelelő impulzusjelfogó elejt
    - megfelelő védelmi reakció indul
  - **alapprobléma**: pályamágnes-hiba nem észlelhető!!!

A photograph of a yellow metal rail clip, known as an INDUSI, lying on a railway track. The clip is positioned between two parallel steel rails. The track is set on a bed of dark brown gravel. The clip itself is a bright yellow color and has a complex, L-shaped design with several bolt holes and a central locking mechanism. The text "INDUSI pályamágnes" is overlaid in white at the top, "1926" is overlaid in yellow in the middle right, and "75 000 km" is overlaid in yellow at the bottom right.

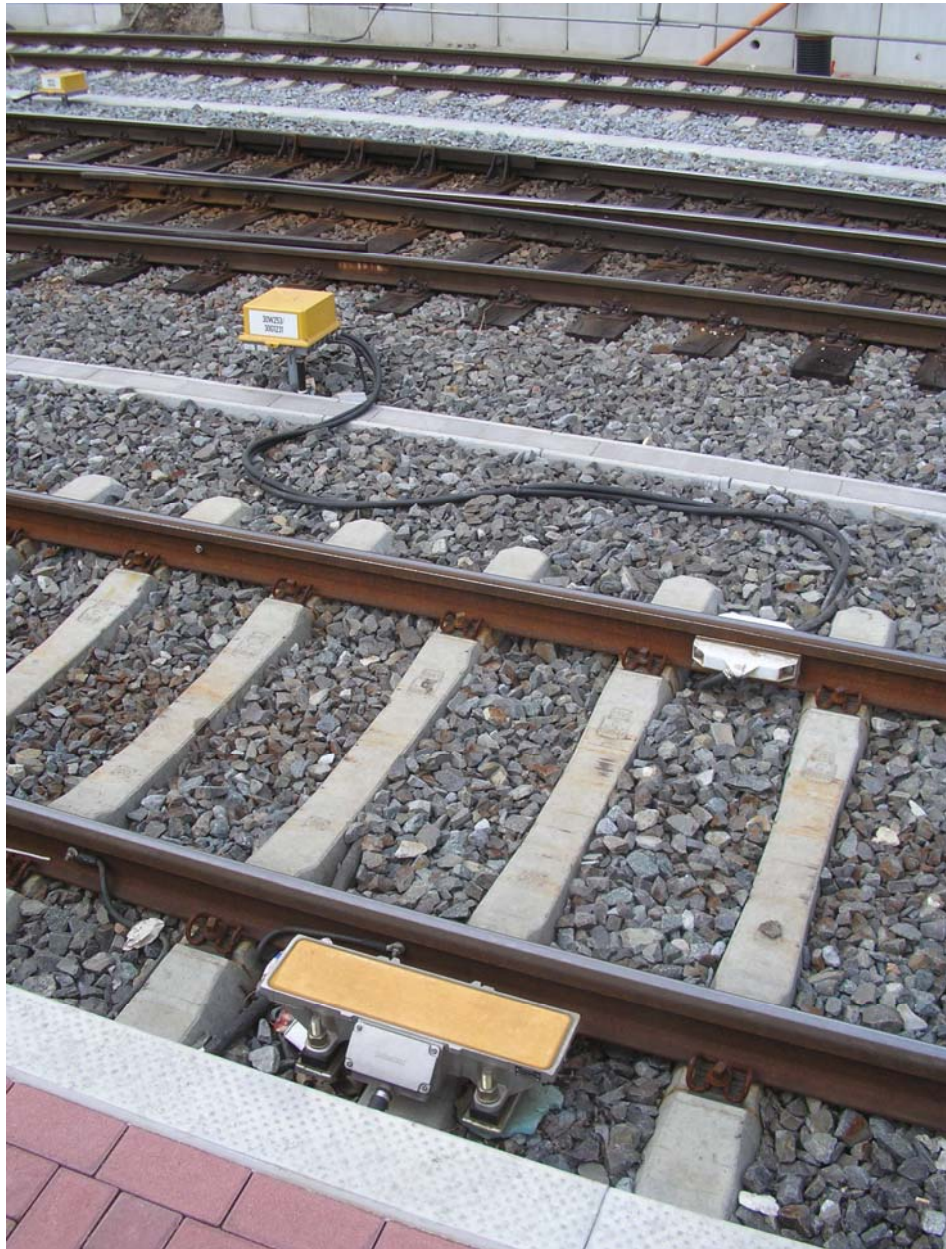
**INDUSI pályamágnes**

**1926**

**75 000 km**



# Indusi mágnes + teng.számláló érzékelő



fo

# Pontszerű átviteli eljárások (3)

- Adatátvitel **transzponderekkel** (pl. ZUB, ETCS)
  - transzponder elv:
    - nincs szükség energiaellátásra
    - energiasugárzás a járműről
    - adattávirat felküldése a járműre
  - 1 bites információ helyett táviratok
    - részletesebb sebességinformáció
    - a következő adatátviteli pont távolsága
  - távolságmérés kerékjeladóval
  - a következő jeladó hiánya, hibája esetén kényszerfékezés



# Balíz és mozdonyantenna





# Folyamatos jelátvitel

- Információátvitel a pálya teljes hosszában folyamatos
- Információátviteli lehetőségek
  - sínáramkör (pl. 75 Hz ütemezett)
  - sugárzókábel (pl. LZB)
  - rádiós átvitel (pl. ETCS L2)
- Előnyök
  - a sebességinformáció megváltozása azonnal megjelenik a fedélzeten, ezért nincs sem üzemhátráltatás, sem –veszélyeztetés
  - az információátvitel kiesése azonnal detektálódik
- Különösen alkalmas
  - nagysebességű rendszereknél
  - automatizált rendszereknél (automatikus vonatvezetés)
- Hátrány a viszonylag magas költség

# Járművek helymeghatározása

- Alapfeladat
  - célfékezés a fix célponthoz (pl. jelzőhöz)
- Célfékezés az elől haladó vonat végéhez (közlekedés mozgó térközben)
  - az elől haladó vonat jelenlétén kívül szükséges ismerni a vonat hosszát és végének helyét
- Célfékezés pontos megállással (peronnál)
  - finom helymeghatározás
- A megtett út mérését **fix pontokban** triggerelik (helymegjelölő információ átvitele a járműre)
  - balízek (helykoordinátát is ad)
  - sugárzókábel keresztezések
  - sínáramköri szakaszhatárok
- Odometer (egy fix ponttól megtett út)
  - kerékjeladók – mérési hiba kerékcsúszásnál/-köszörülésnél
  - radar érzékelők – csak egy alsó sebességhatár fölött

# Pontszerű vonatbefolyásolás

Követelmények

INDUSI 3 frekvenciás rendszer

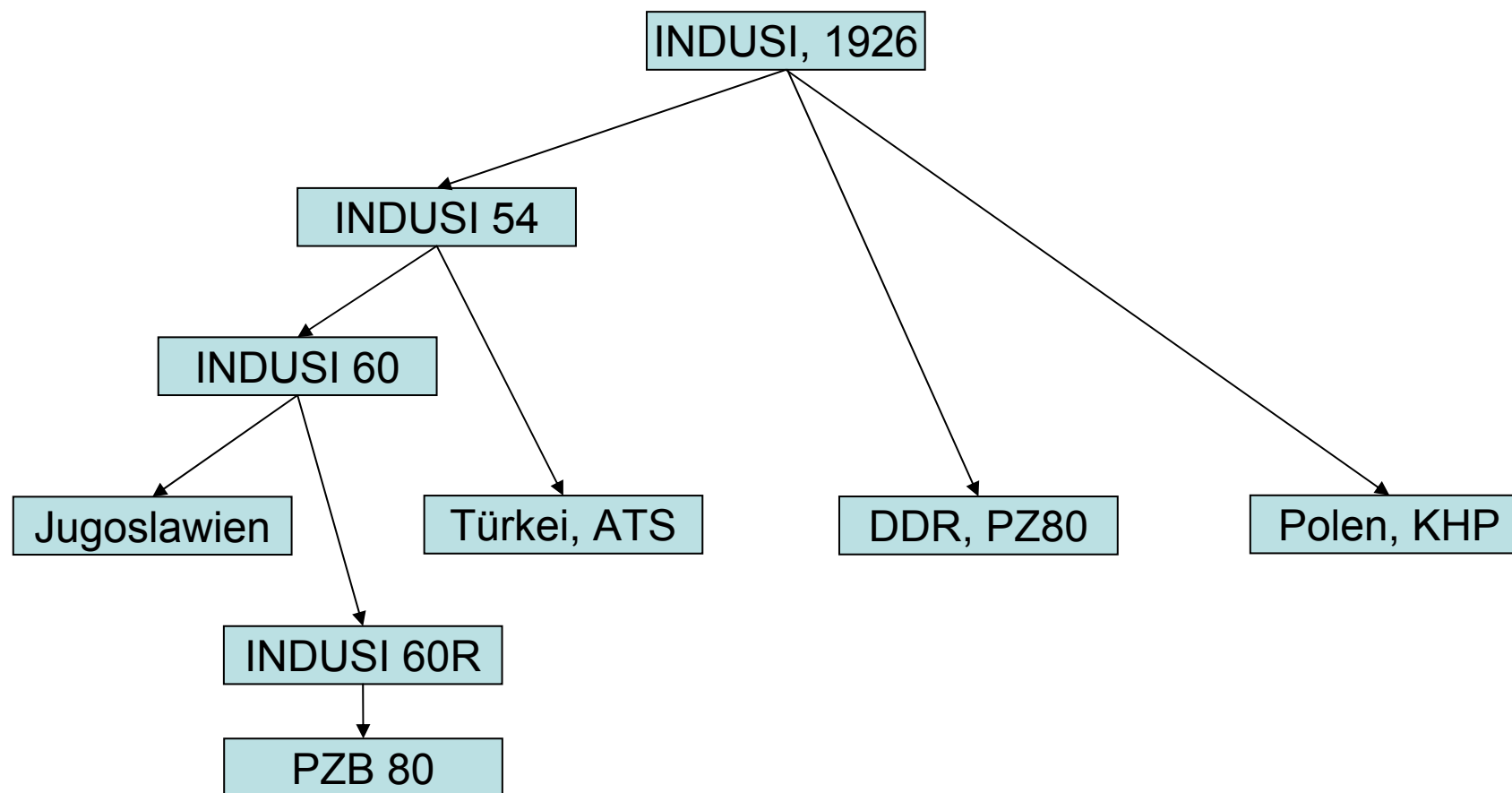
PZB 90

Pontszerű, nagyfrekvenciás adatátviteli rendszerek

# Követelmények

- Éberségellenőrzés és kényszerfékezés
  - a megengedett sebesség túllépésének veszélye (a mozdonyvezető elégtelen figyelme) esetén
- Kényszerfékezés (1)
  - a megengedett sebesség túllépésekor
- Kényszerfékezés (2)
  - a vonat a jelző mögött legkésőbb a megcsúszási távolságon belül álljon meg
- Szükség (kisegítő) kezelés
  - a „Megállj!”-ra álló jelző melletti elhaladás érdekében
- Regisztrálás
  - biztonsági felelősségű kezelések
  - fontos információk a járműmozgásról

# Az INDUSI családfája



# INDUSI 3 frekvenciás rendszer (1)

- 500, 1000 és 2000 Hz
- Egy adatpontnál csak egy információt (1 bit) visz át
- Csak pálya-jármű irányú információátvitel
- A sebességellenőrző programot meghatározza, hogy
  - nincs céltávolság információ (fixen 1000 m-t feltételez)
  - nincs sebesség információ, csak fékezni/nem fékezni
- előjelző meghaladás (1000 Hz) után éberségellenőrzés
- nyugtázás elmaradása: kényszerfékezés
- egy későbbi ponton az elegendő sebességcsökkentés ellenőrzése - túl nagy sebesség: kényszerfékezés
- nem biztos, hogy a vonat időben megállítható!!!
- 500 Hz-nél újabb sebességellenőrzés vagy feloldás
- újabb fedélzeti rendszereknél folyamatos sebességellenőrzés (sebességnövelés ellen)

# INDUSI 3 frekvenciás rendszer (2)

- Adatpontok
  - pályamágnesek (passzív rezgőkör)
    - 500 Hz
    - 1000 Hz
    - 2000 Hz
    - 1000/2000 Hz
  - vezérlő kontaktus (hatástalanítja a rezgőkört)
- Járműberendezés
  - járműmágnes (aktív rezgőkör) 500, 1000 és 2000 Hz
  - generátor
  - impulzusjelfogók

# INDUSI 3 frekvenciás rendszer (3)

- **1000 Hz** mágnes a fékezés kezdőpontjánál
  - előjelzők (alakjelzők is!)
  - előjelzést is adó főjelzők
  - útátjárók ellenőrző jelzői előtt
- A fékezés megkezdésének és végrehajtásának kikényszerítése
  - éberségellenőrzés
    - legkésőbb 4 másodperccel az adatpont meghaladása után, ha az éberségellenőrző gombot nem kezelik
    - vonattípustól függő sebességellenőrzés (pl. 95 km/h 20 s után) – **egyszerű időfüggő ellenőrzés kb. 700 m-ig**



# INDUSI 3 frekvenciás rendszer (4)

- **500 Hz** mágnes
  - 150 ... 200 m-re a főjelző előtt
  - ellenőrzi egy előre megadott vizsgálósebesség (pl. 65 km/h) betartását
  - biztosítja, hogy a jelző mögötti védőszakaszt ne haladja meg a vonat
- **2000 Hz** mágnes
  - közvetlen kényszerfékezés (abszolút „Fahrsperre”)
  - ez speciális kapcsolóval kiiktatható
    - lehetővé teszi a „Megállj!” állású jelző melletti elhaladást

# PZB 90 (1)

- A 3 frekvenciás Indusi rendszer processzoros változata
- A jelzótávolság nagyobb is lehet, mint 1000 m
- Fontos biztonsági és üzemi bővülések
  - „Megállj!”-ra álló jelzőnél való továbbhaladás akadályozása
  - feloldó gomb az üzem akadályoztatásának elkerülésére
    - > 60 km/h sebességre történő jelzési kép váltás esetén, az 1000 Hz-es mágnes után számított 700 m-től a sebességellenőrzés feloldható
    - a jogtalan kezelés az 500Hz-es mágnesnél nem feloldható kényszerfékezést vált ki
  - a vonat maximális sebességének ellenőrzése

# PZB 90 (2)

- Továbbhaladás „Megállj!”-ra álló jelzőnél – **biztonsági „lyuk”**
  - az éberségellenőrző gomb kezelése ellenére egy vonat megnövelt sebességgel meghaladja a főjelzőt és a védő (megcsúszási) távolságot
  - megállás után meghaladja egy vonat a főjelzőt, és behalad a biztosítatlan körzetbe
- Szoftver alapú sebességellenőrző program esetén – **nincs biztonsági „lyuk”**
  - a sebességellenőrzést 1250 m-ig kiterjesztették
  - azoknak a vonatoknak a sebességét, amelyek a 10 km/h „átkapcsolási” sebességnél 15 s ideig lassabban haladnak vagy megállnak, ellenőrzöten 45 km/h értékre korlátozzák

# Az Indusi rendszer értékelése

- A mozdonyvezető biztonságot veszélyeztető hibáinak feltárása
- A kényszerfékezés révén a vonat legkésőbb a megcsúszási távolságon belül megáll
- A járműberendezés **nyugalmi áramú** elven dolgozik
  - automatikus hibafeltárás
- Információátvitel **munkaáramú** elven
  - a pályamágnes hiánya vagy hibás működése automatikusan **nem ismerhető fel**
  - biztonságilag fontos ellenőrző információk detektálatlanul **elveszhetnek**

# Nagyfrekvenciás pontszerű adatátviteli rendszerek

- A 3 frekvenciás rendszer koncepcionális hátrányainak kiküszöbölése **nagyobb információmennyiség átvitele** révén
  - adatok a fékezés kezdeti pontjának meghatározásához és a **fékgörbe számításához** (üzemi fékezés)
    - célsebesség
    - céltávolság
    - normál fékút
    - a vonal lejtviszonyai
  - az adatátviteli pontok helyének egzakt megadása
  - a következő adatátviteli pont helyének megadása
    - **ellenőrzött munkaáramú elv** az adatátvitelhez
- Adatátviteli pontok (csatoló elemek, balízok) a pályán

# ZUB 120

- Járműről
  - 50 kHz – ellenőrző jel lekérdezés
  - 100 kHz – energiaátvitel
- Adatátvitel
  - 850 kHz; **kétirányú**, időmultiplex
  - max. távirathossz 96 bit
  - kódbiztosítás: ciklikus kód
- Jármű berendezés változatok
  - 2v2 rendszer – biztosítóberendezési szintű biztonság ZUB 122
  - 2v3 rendszer – többlet: magasabb rendelkezésre állás ZUB 123

# Pontszerű adatátvitel (1)

- Előnyök (példa: ZUB 120)
  - Hiányzó/hibás adatátviteli pont helyének meghatározása
    - azonnali hibafeltárás/-reakció
  - 350 km/h sebességig alkalmazható
    - a több térszakaszon keresztül megvalósított fékezés műszakilag biztonságos ellenőrzése
    - átvitel
      - célkoordináták
      - vonali lejtviszonyok
    - figyelembe veszi
      - a vonat hosszát
      - a fékezési adottságokat

# Pontszerű adatátvitel (2)

- További előnyök
  - a meglévő jelzési rendszerhez illeszthető, a jelzők áthelyezése, ill. a jelzőtávolságok megváltoztatása nélkül
  - lassan bejárandó helyek és munkacsapatok biztosítása a sebességellenőrzésbe való bevonással
  - jármű – pálya irányú információátvitellel vezérlő parancsok kiadása a vonat által vezérelt, automatizált üzemvitel számára; pl.
    - „indulásra kész” jelzés adása
    - vágányútbeállítás/jelzőállítás megfelelő időben



# Pontszerű rendszerek ETCS elemekkel

- ZSI 27
  - Siemens Schweiz
  - EURO-Balise u. EURO-Loop (balíz és hurok)
- ZUB 242/262
  - a ZUB 120 ETCS előírásoknak megfelelő változata
- ZBS
  - Berliner S-Bahn
  - a mechanikus „Fahrsperre” kiváltása

# Folyamatos vonatbefolyásolás

Követelmények

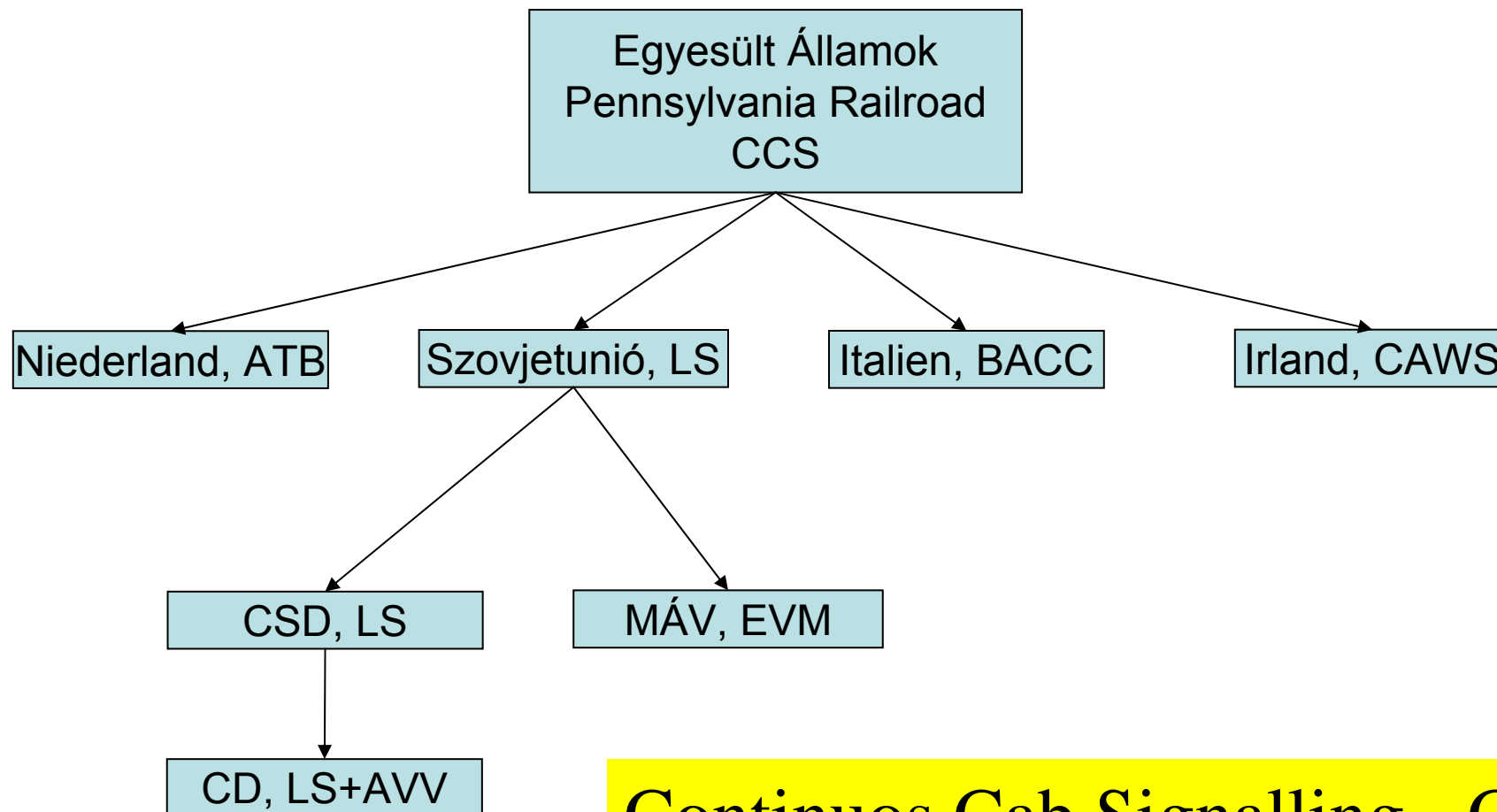
Vezetőállásjelzés

Rendszerkialakítás

Decentralizált rendszerek

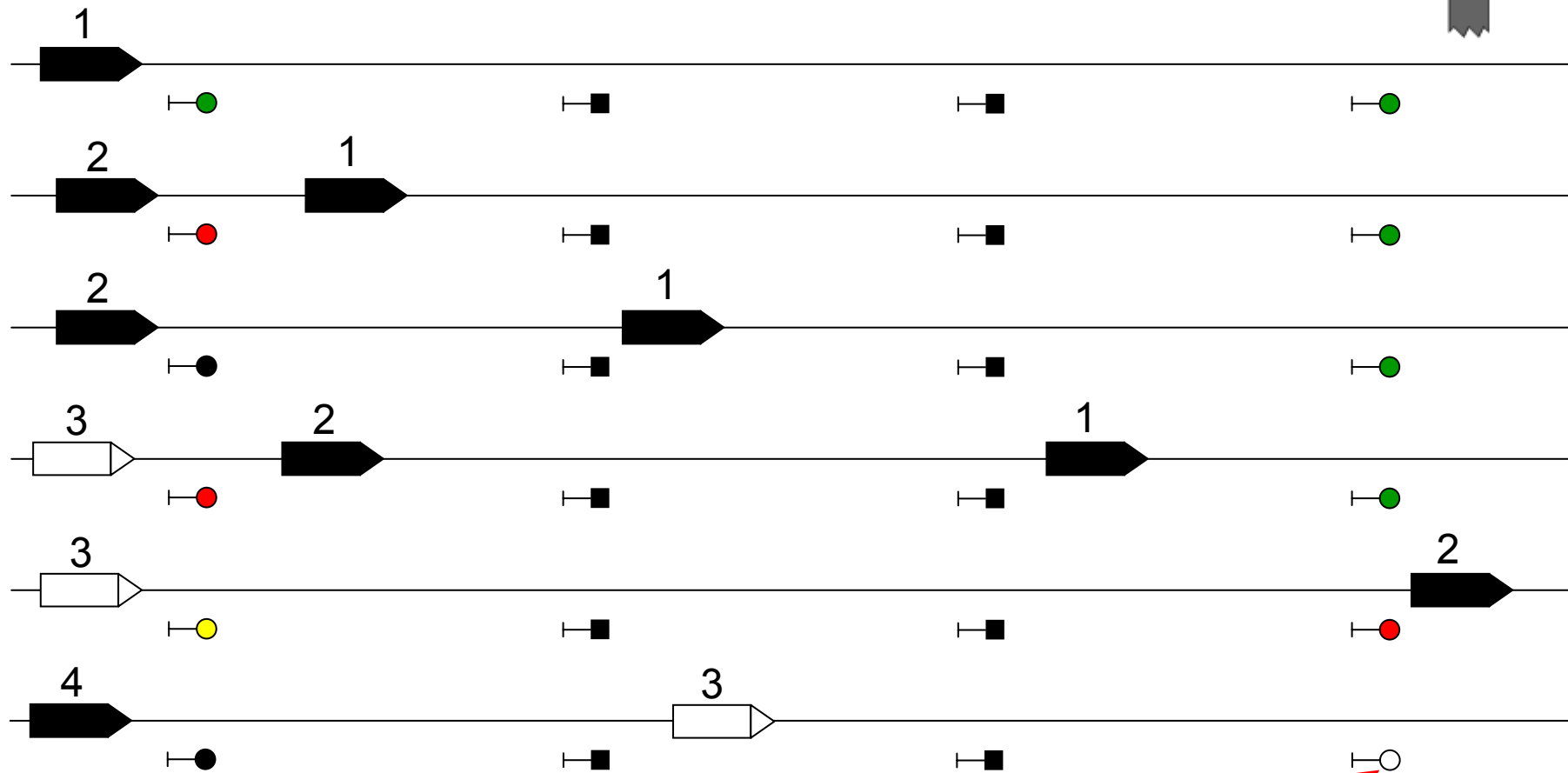
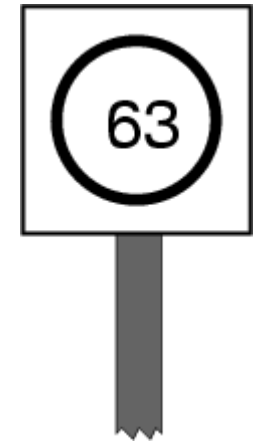
Centralizált rendszerek

# A CCS rendszerek családfája



**Continuos Cab Signalling - CCS**

# LZB-Block



2010. április

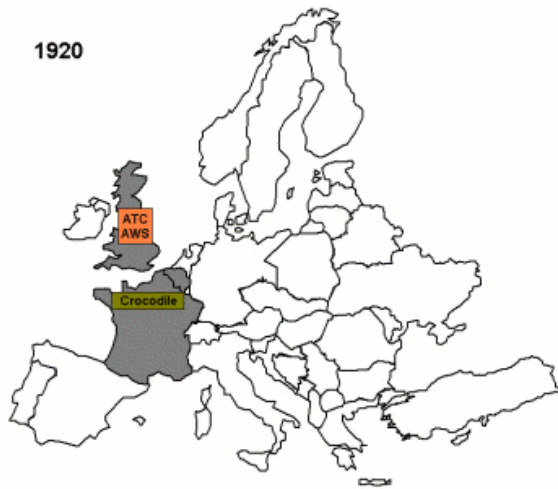
Vonatbefolyásolás

Rot, gelb oder grün

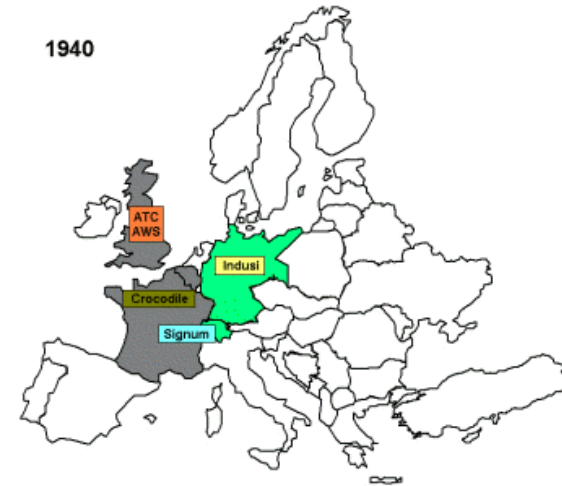
36

# A vonatbefolyásolás elterjedése

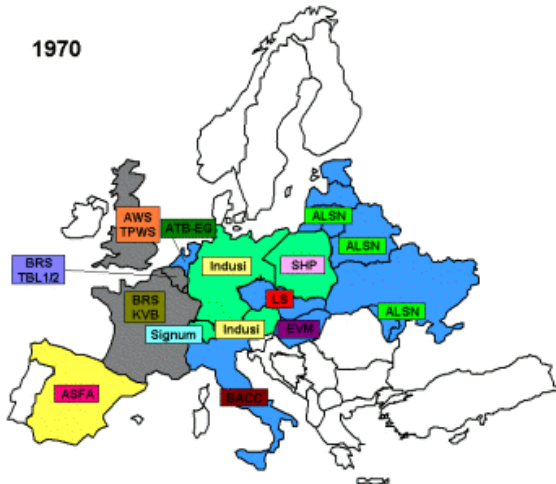
1920



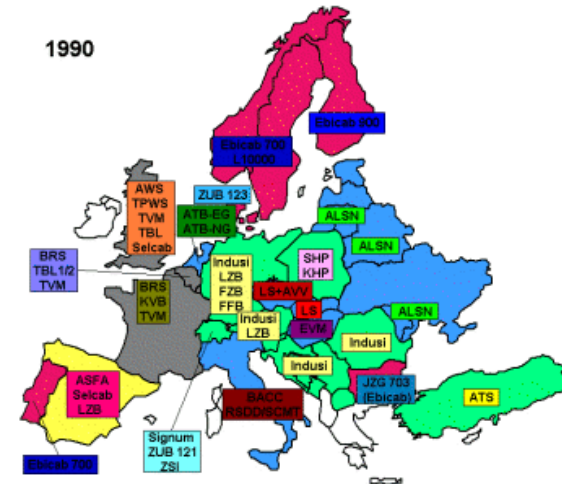
1940



1970



1990

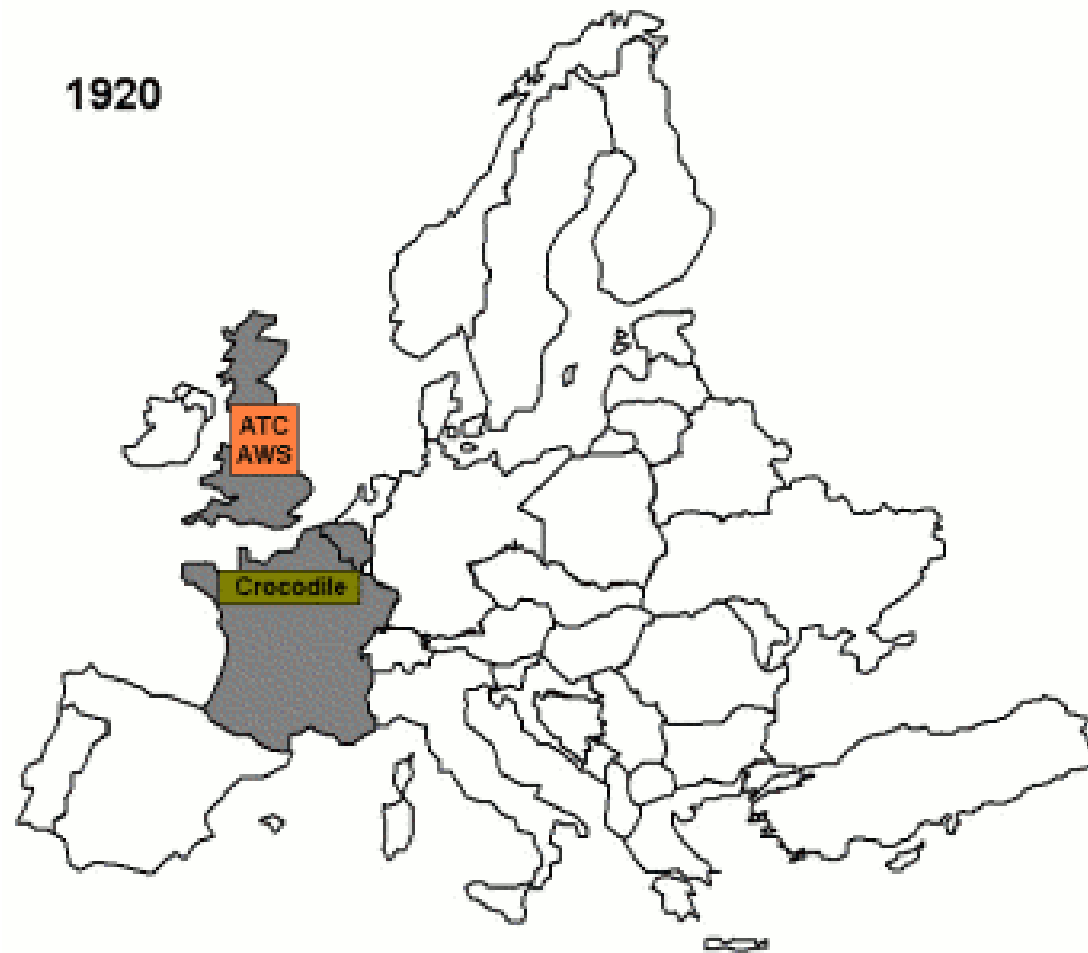


2010

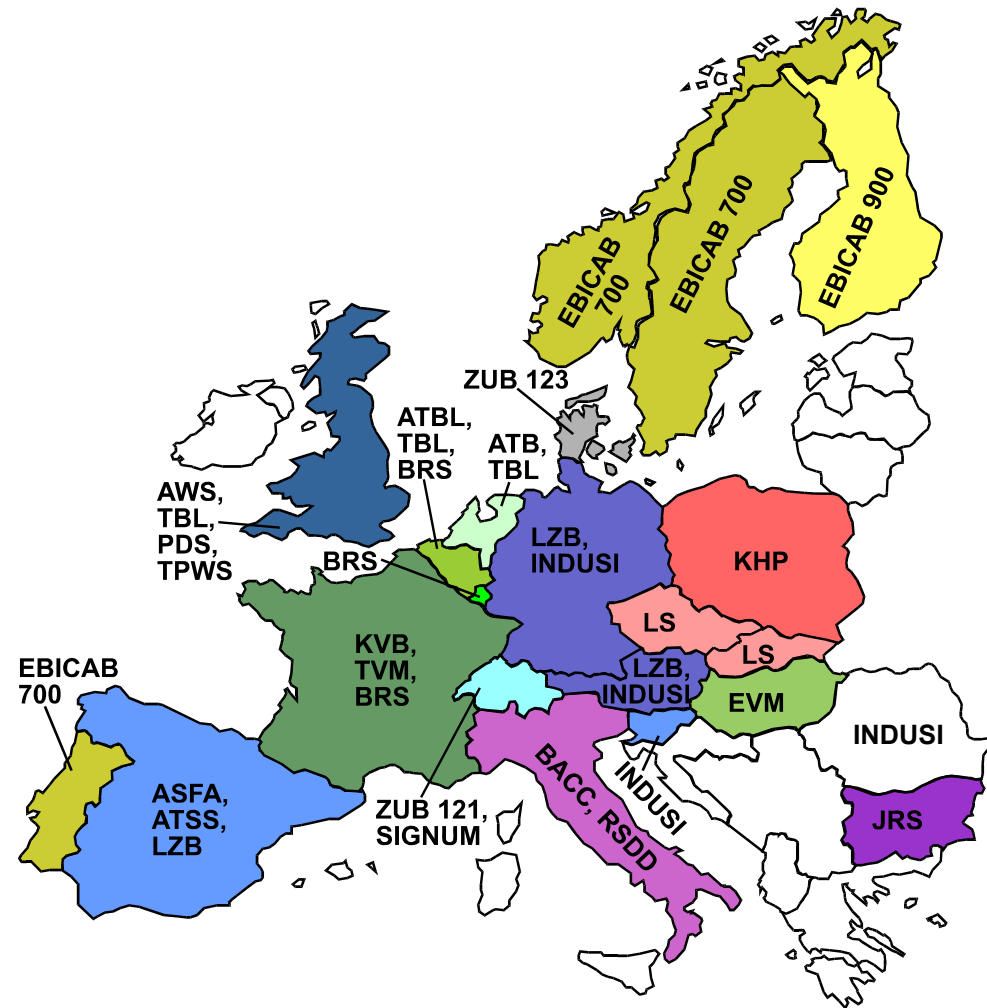
Vonatbefolyásolás

37

# A vonatbefolyásolás elterjedése



# Vonatbefolyásolás Európában



# „B” osztályú vonatbefolyásoló rendszerek

- CCS TSI „A” melléklet
- [www.era.europa.eu](http://www.era.europa.eu)
- ETCS Dokumentumok strukturája