



Villamos vontatójárművek fejlesztési tendenciái napjainkban

Stósz István
főmunkatárs
MÁV Rt. Gépészeti Üzletág
Gépészeti Technológiai Központ
Fejlesztési és Technológiai Osztály



- ☐ Történeti áttekintés (vontatási rendszerek kialakulása)
- ☐ Európai vasúttársaságok vontatási rendszerei
- ☐ Európai vasúttársaságok fejlesztési tendenciái
- ☐ MÁV helyzete a vontatójármű park tekintetében
- ☐ Fejlesztési tendenciák a MÁV-nál



Villamos vontatási rendszerek

Egyenáramú:

- 600V városi (villamos, troli)
- 750V városi (metró)
- 1 kV elővárosi (HÉV)
- 1,5kV, 3kV nagyvasúti

Csökkentett periódusú:

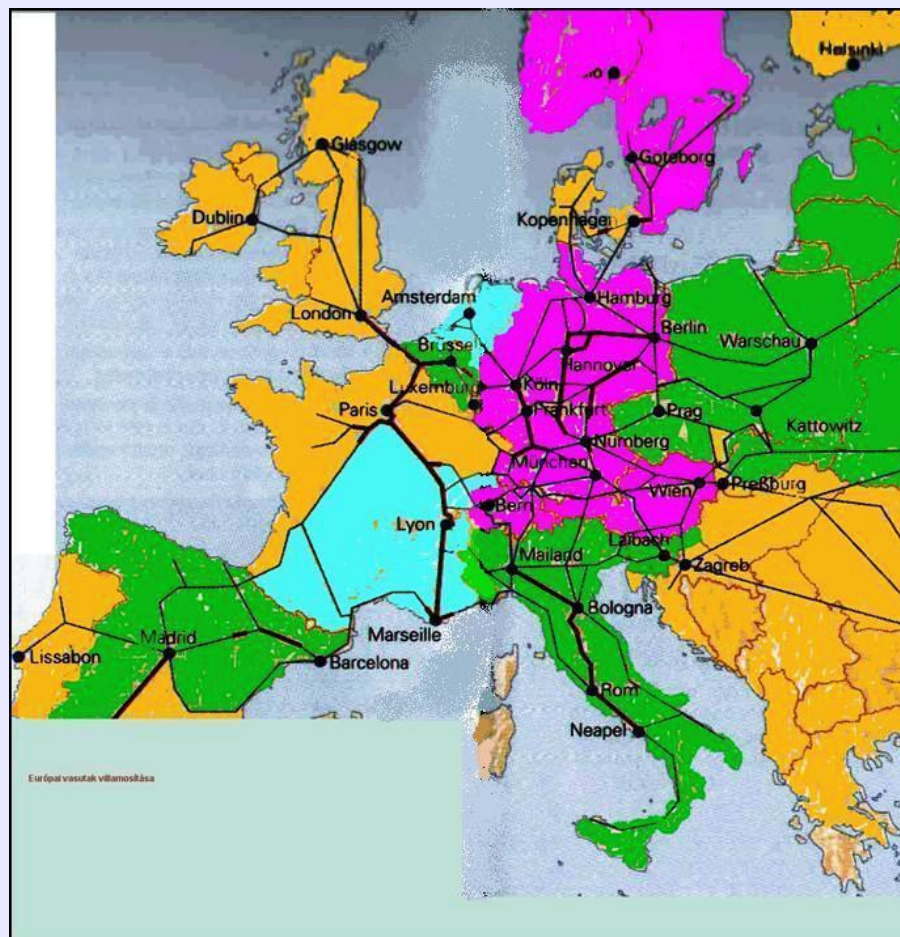
- 15kV; 16 2/3 Hz

Országos periódusú:

- 25kV; 50 Hz

Európai nagyvasutak villamosítási rendszere

- 1,5 kV DC
- 3 kV DC
- 15 kV; 16 2/3 Hz
- 25 kV; 50 Hz



Egyenáramú
vontatás
(1500 V
3000 V)

Csökkentett
periódusú
(15 kV; 16 2/3 Hz)

Ipari periódusú
(25 kV; 50 Hz)

Egyenáramú gép

(dinamó, motor feltalálása)

Paraméterek alkalmassága
nagyvasúti vontatásra

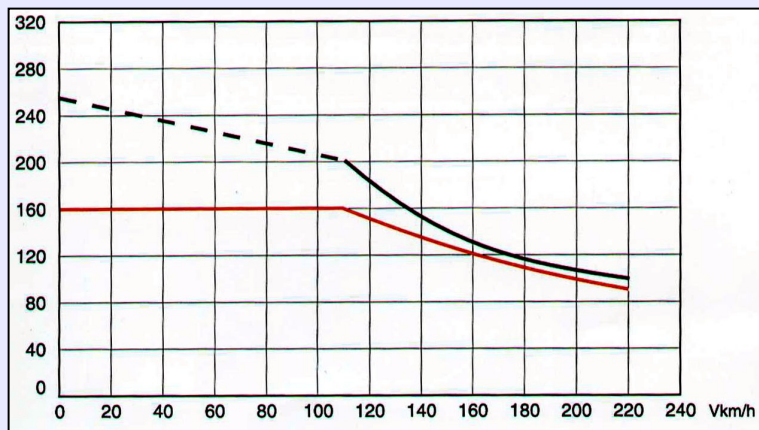
Feladatok:

gőzüzem felváltása

(gazdaságosság, szénhelyzet)

teljesítmény növelése

környezetvédelem



Vonóerő-sebesség diagramm

- könnyű szabályozhatóság
⇒ (U_k , mezőgyengítés)
- túlterhelhetőség

Az első egyenáramú vasutak

1879 (Siemens) 3 (5) LE, 150V, 7 km/h

1883 Toronto

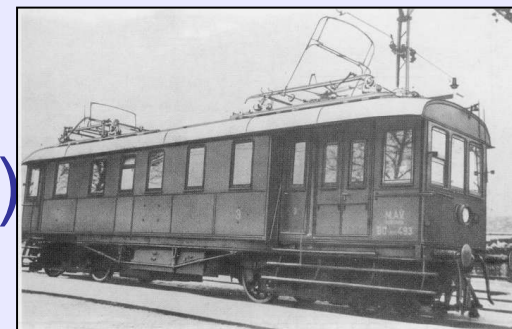
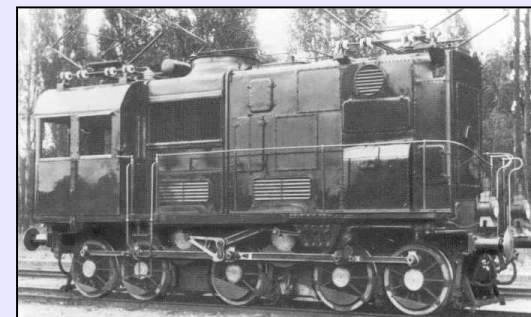
1887 Bp. Nyugati-Király u. villamos

1895 1. nagyvasúti alkalmazás

(600V, 90t, 18kN) Baltimore-Ohio

1908 New York

1902 Olaszország, Varesina (650V)



Vontatómotorok feszültségének növelése



Felsővezeték feszültségének növelése



Szigetelés

Kapcsolóberendezések



Nagy áramok



Vontatómotorok sorba kapcsolása ($U_{\max} = 1500V$)

Egyenáramú vontatás hátrányai

- ❑ Nagy áramok (vontatási, zárlati)
- ❑ Áramszedés (áramszedő kialakítása)
- ❑ Robosztusabb felsővezetéki rendszer
- ❑ Sűrű alállomások (8-10 km)
- ❑ Korróziós hatás
- ❑ Max. munkavezeték feszültsége: 3000V

Csökkentett periódusú (15kV; 16 2/3 Hz)

- ❑ Váltakozóáramú jelenségek megismerése (indukciós motorok, transzformátor)
- ❑ Előnye: - nagyfeszültségű táplálás,
- transzformálás a mozdonyon
- ❑ kisebb munkavezeték áramok
- ❑ jobb, könnyebb szabályozhatóság
- ❑ korróziós veszélyek kiküszöbölése

Miért éppen 16 2/3 Hz ?

$$U_i = 4,44 \times f \times N \times \Phi$$

- ❑ Kísérlet 1 fázisú 50 Hz kommutátoros motorral
- ❑ Nagyobb gépeknél (>10kW) kommutációs zavarok
- ❑ Kommutátor-kefe kapcsolat: szikrázás, melegedés, kommutáció romlása

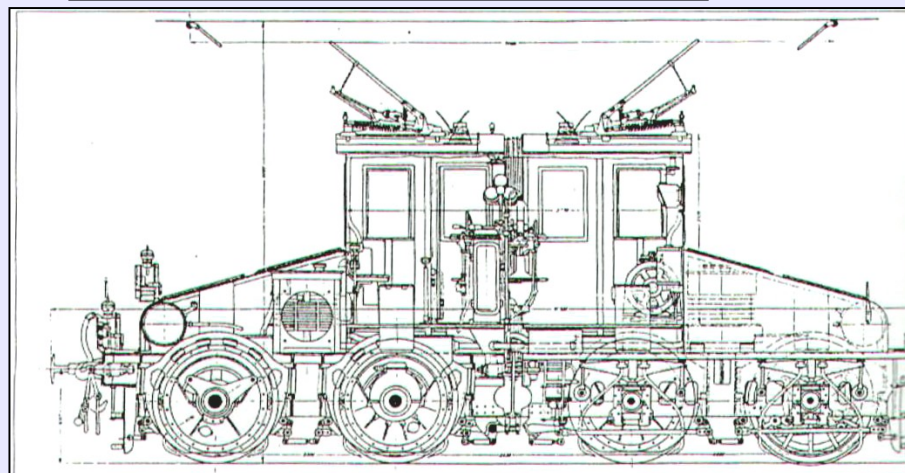
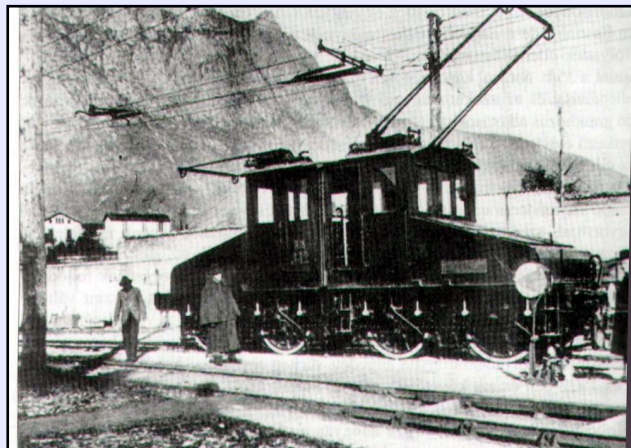
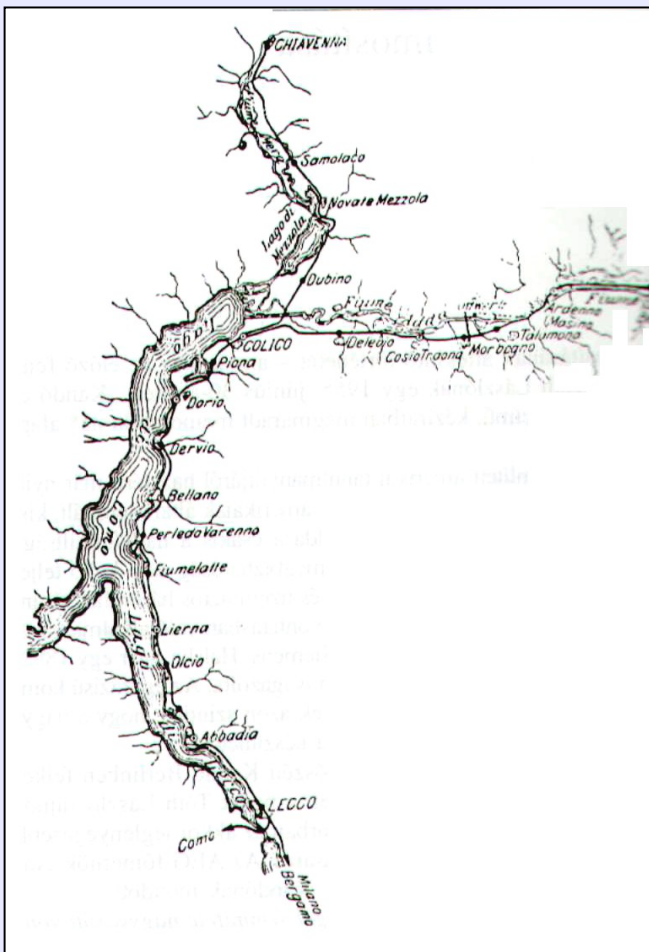
Frekvencia (f) kompromisszumos megválasztása

- ❑ N , Φ csökkentése: M , n miatt nem változtatható
- ❑ Φ csökkenthetősége $\Rightarrow p$ növelése “kefemalom”
- ❑ Trafónál előnyös, ha a frekvencia nagy
- ❑ Frekvencia kompromisszumos megválasztása:
15- 16 2/3- 25 Hz
- ❑ Egyéb műszaki megoldások:
 - osztott kefék
 - kommutátor szeletekhez vezető zászlók szigetelő anyagból készítése

Háromfázisú rendszer

- ❑ Indukciós motor
- ❑ Előnyök: rekuperáció $\Rightarrow$ gazdaságosság
 $\cos \varphi = 1 \Rightarrow$ jó hatásfok
- ❑ Kandó: É-Olaszország, Valtellina, 3000V, 15 Hz (16 2/3 Hz), 3 fázis
- ❑ Hátrányai: - kétvezetékes felsővezeték,
 - szabályozhatóság, kötött sebességek
 - nagy méretű vontatómotorok
 - bonyolult hajtás

Valtellina vasútvonal

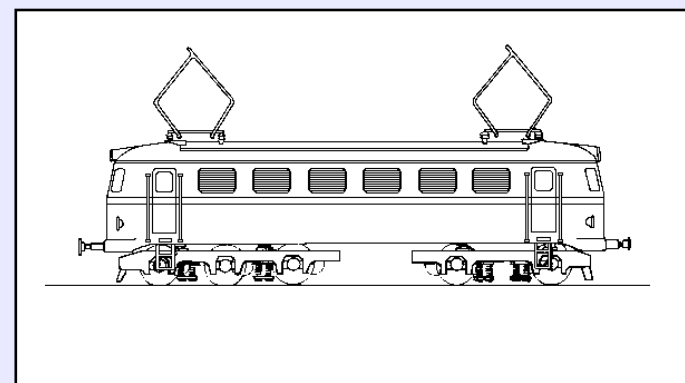
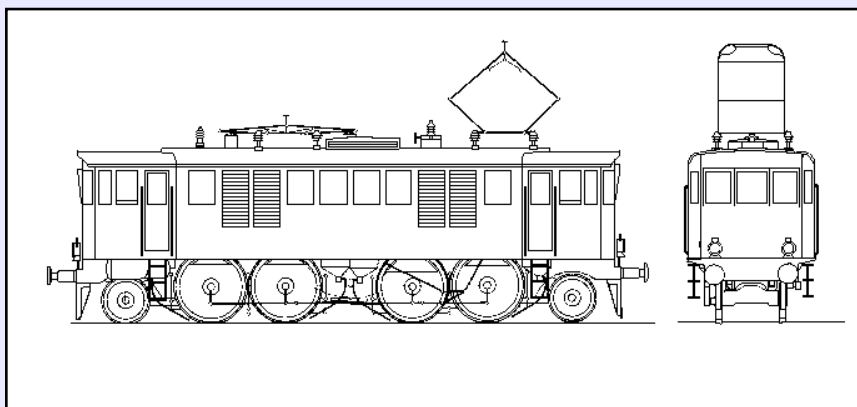


50 Hz-es rendszer

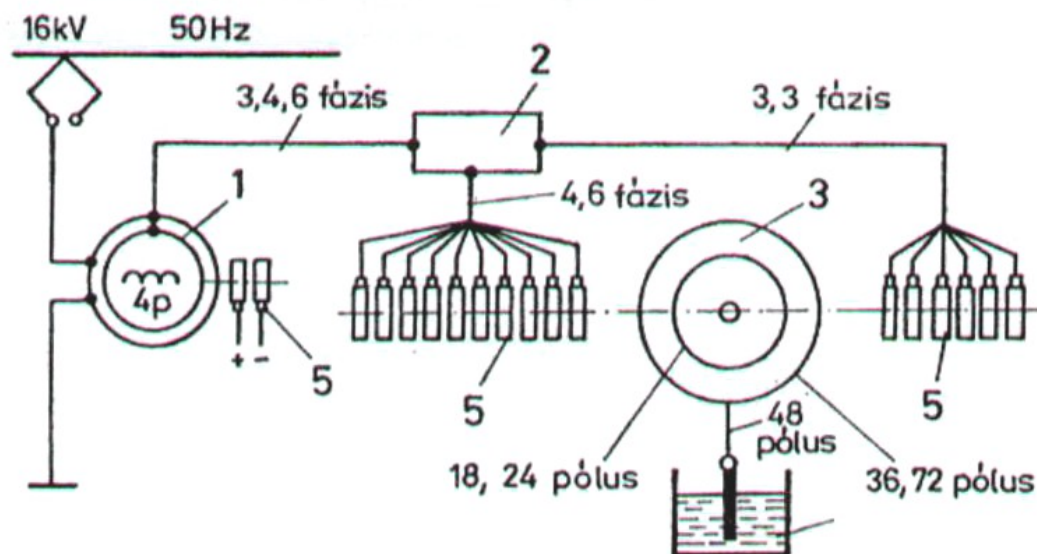
- ❑ 1. Hazai villamosítás: 16 kV, 50 Hz Bp.Nyugati-Dunakeszi Alag
- ❑ Fázisváltós mozdonyok (V40, V60)
- ❑ Fázis-és periódusváltós mozdonyok (V44, Cav motorkocsi, V55)
- ❑ Ward-Leonard hajtás (V41, V42)
- ❑ Egyenirányítós mozdonyok (V43, V63, V46)
- ❑ Aszinkronmotoros hajtás (BDv, Bv, Bvh, 1047)



Kandó mozdonyok



Kandó mozdonyok főáramkörei



8. ábra. A KANDÓ-féle (V 40 és V 60 sorozatú) villamos mozdony főáramkörének elvi vázlata

1 fázisváltó; 2 kapcsolócsoport; 3 vontatómotor; 4 folyadékindító; 5 csúszógyűrűk

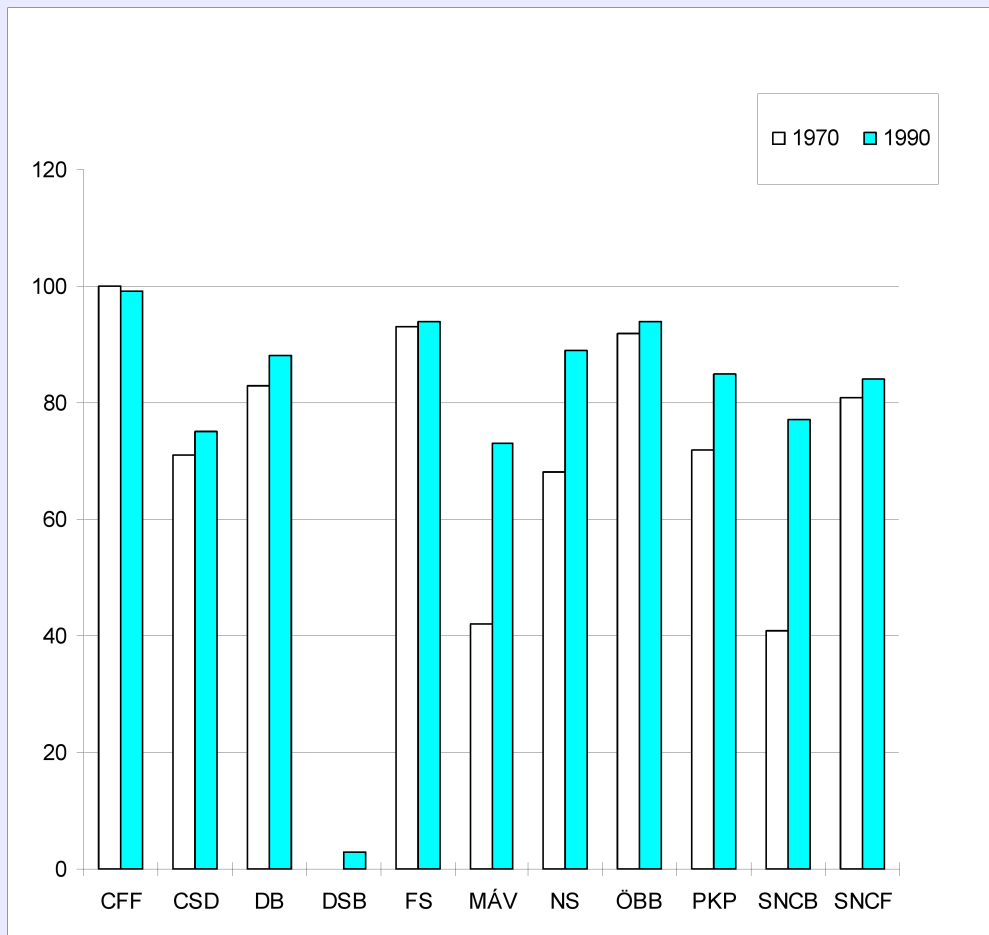
Nagyvasúti villamos vontatási rendszerek összehasonlítása

<u>Szempont</u>	<u>25 kV/50 Hz</u>	<u>3000 V =</u>	<u>15 kV/16 2/3 Hz</u>
Energiaellátás	- Országos erőműről 120/25 kV-os aláll. - alállomás egyszerűbb - kisebb tr-ok	- Országos erőműről 120/20/3000 V -os aláll. - igényesebb zárlatvéd. - tápvezeték, egyenir.	- saját erőmű v. országos - önköltségű energia - nagyobb tr-ok - meddő telj.
Feszültségesés	U= 24%	U= 33%	U= 20%
Tápvezeték	Ø=100-150mm ²	Ø=300-400mm ²	Ø=100-150mm ²
Aláll. távolság	50 km	20 km	50 km
Cos φ	rosszabb	-	jobb (X _L kisebb)
fázisjavítás	kondenzátoros	-	kondenzátoros
Korrózióvéd.	-	elektrolízis	-
zavarás	felharmónikusok	-	felharmónikusok

MÁV mozdonyok a “történelem fordítókorongján”

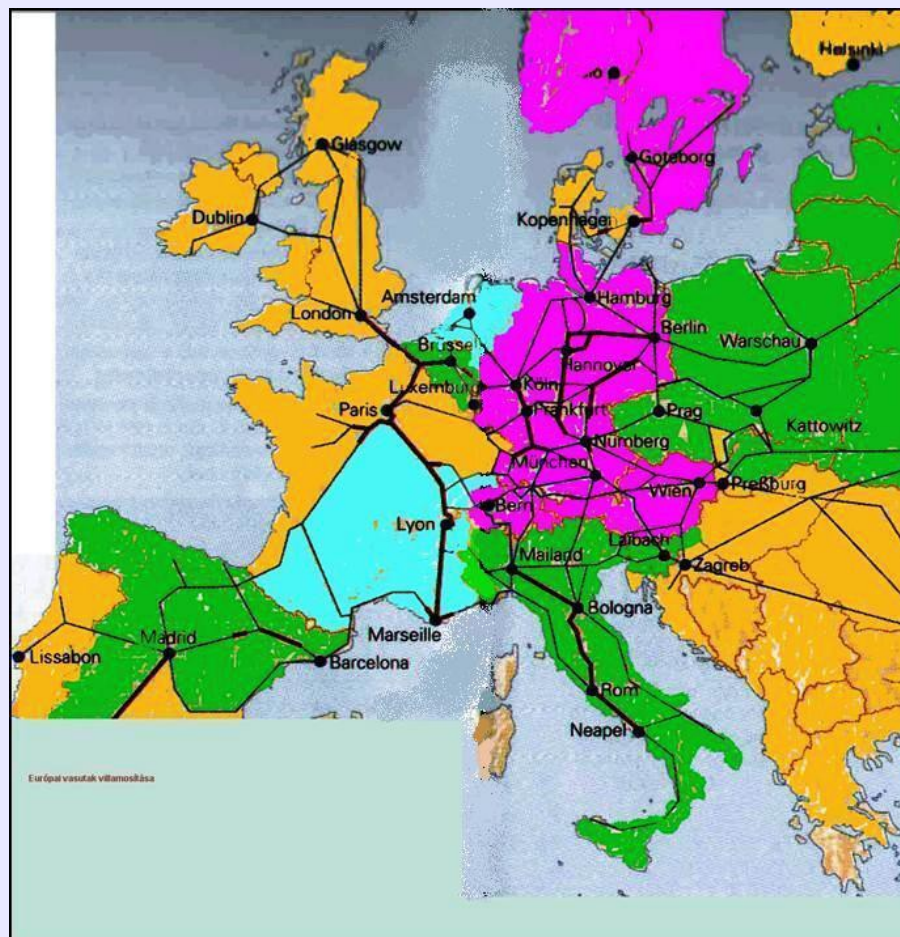


Villamos vontatás részesedése a vontatási teljesítményekből



Európai nagyvasutak villamosítási rendszere

- 1,5 kV DC
- 3 kV DC
- 15 kV; 16 2/3 Hz
- 25 kV; 50 Hz



Osztrák Vasutak (ÖBB) kétáramrendszerű mozdonyai

Reihen 1046/1146 – Technische Daten

	1046/4061	1146*)
Lieferjahr	1956–1959	1987
Anzahl: bschafft/dzt. Bestand	25/13	2/2
Achsfolge	Bo' Bo'	Bo' Bo'
Dienstgewicht	67 t	74 t
Länge und Puffer	16 170 mm	16 170 mm
Höchstgeschwindigkeit	125 km/h	140 km/h
Dauerleistung	1360 kW	2328 kW
bei km/h	95	57
bei Zugkraft	51 kN	120 kN
Anfahrzugkraft	118 kN	150 kN
Steuerung	elektropneumatische Gleichstromschütze	Drehstrom- antriebstechnik Nutzbremse

*) Besonderheiten: Zweifrequenzlokomotive für
15 kV/16,7 Hz und 25 kV/25 Hz
Umbau aus 1046.003 und 017



Osztrák Vasutak (ÖBB) kétáramrendszerű mozdonyai

Reihen 1014/1114 – Technische Daten

Lieferjahr	1994	
Anzahl: beschafft/dtz. Bestand	16/16	2/2
Achsfolge	Bo'	Bo'
Dienstgewicht	74 t ¹	67 t
Länge und Puffer	17 500 mm	
Höchstgeschwindigkeit	160 km/h	
Dauerleistung	2940 kW	
bei km/h	90	
bei Zugkraft	137 kN	
Anfahrzugkraft	210 kN	190 kN
Steuerung	Drehstromantriebstechnik	
	Nutzbremse	
Dauerleistung	3000 kW	



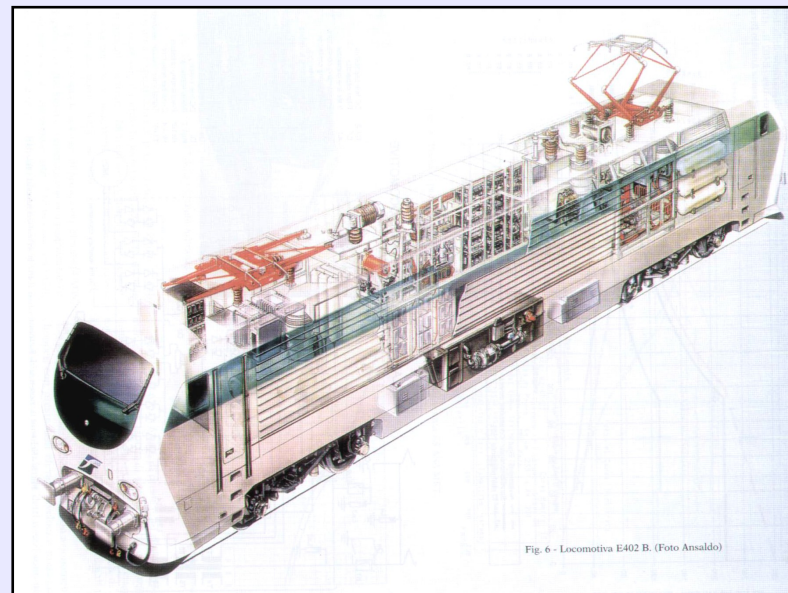
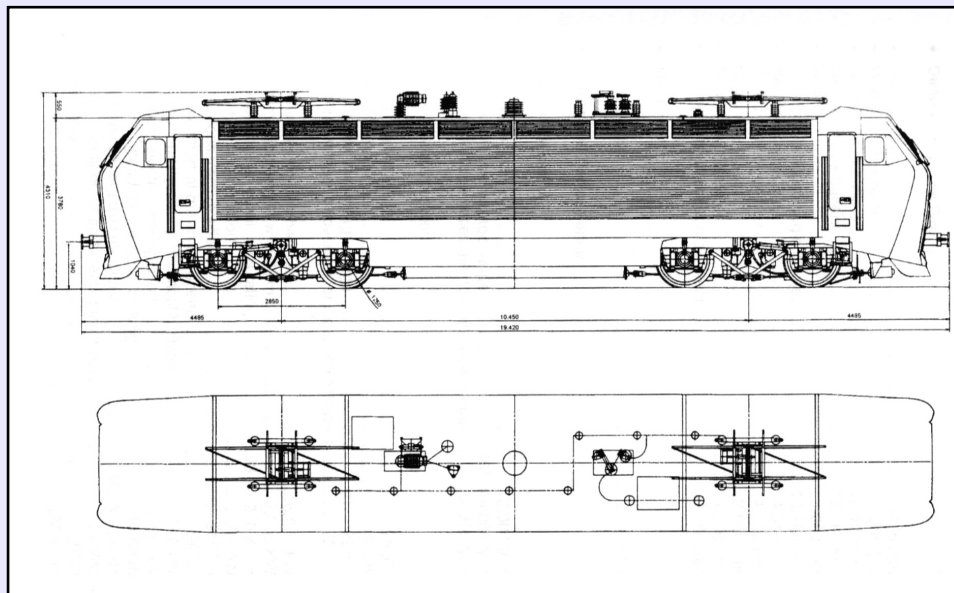
Szlovák Vasutak (ZSR) kétáramrendszerű mozdonyai



25 kV 50 Hz / 3 kV DC 3 kV DC / 15 kV 16 2/3 Hz

A SKODA cég villamos mozdonyai

Olasz Vasutak (FS) kétáramrendszerű mozdonya



$V_{\max} = 220 \text{ km/h}$

$P = 5800 \text{ kW}$

$3\text{kV DC}/25 \text{ kV } 50 \text{ Hz}$

Francia Vasutak (SNCF) kétáramrendszerű mozdonyai

SCIENZA E TECNICA



Fig. 21 - Locomotiva BB 26000 della SNCF. (Foto Ansaldo).

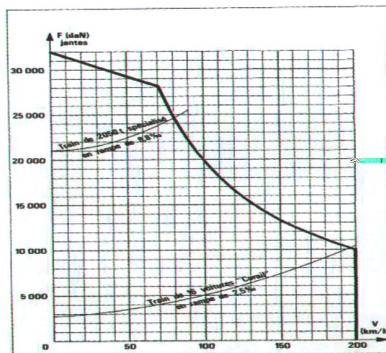


Fig. 22 - Curve caratteristiche della locomotiva BB 26000 della SNCF.

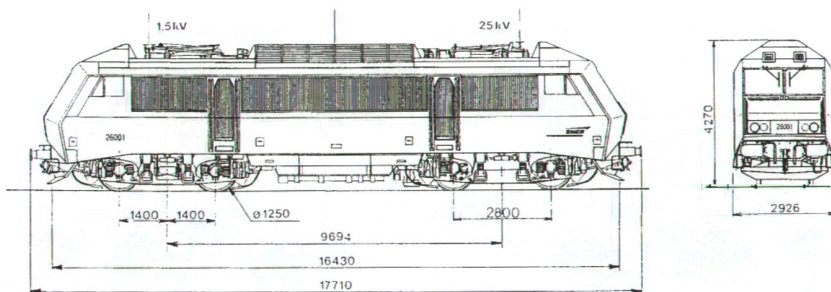


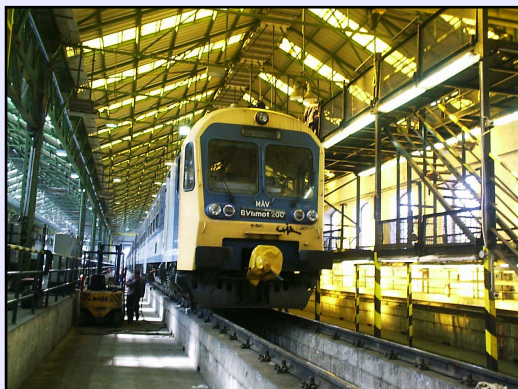
Fig. 23 - Figurino della locomotiva BB 26000 della SNCF.

25 kV 50 Hz
és
1,5 kV DC

Holland Vasutak (NS) villamosítási projektje (Betuweroute)



Holland Vasutak (NS) villamosítási projektje (Betuweroute)



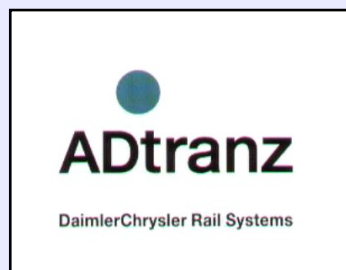
Próbamenet a Betuweroute kísérleti szakaszán



Próbamenet a Betuweroute kísérleti szakaszán



ADtranz kétáramrendszerű mozdonya (BR 185)



$V_{\max} = 140 \text{ km/h}$

$P = 4200 \text{ kW}$

$Z_i = 300 \text{ kN}$

$25 \text{ kV}, 50 \text{ Hz}$

$15 \text{ kV}, 16 \frac{2}{3} \text{ Hz}$



Bombardier Transportation 4 áramrendszerű mozdonya

BOMBARDIER
TRANSPORTATION





P=5600 kW

V_{max}=140/200 km/h

Elektrische Lokomotive Multi-System

ALLGEMEINE DATEN		TECHNISCHE DATEN	
Spurweite	1.435 mm	Nennspannung	AC 15 kV/25 kV – DC 1.5 kV/3 kV
Umgrenzungprofil	UIC 505-1	Zugversorgung	1000 V/16.7 Hz; 1500 V/50 Hz
Fahrzeugart	Multi-System Elektrolokomotive		1.5 kVdc; 3.0 kVdc
Betriebsbezeichnung	185 MS	Radatzanzordnung	Ba/Ba
Eintriebsbrahme	2005	Antriebsystem	140 km/h Totlagerantrieb 200 km/h Hohlwellenantrieb
			21.5/22.1
		Radatzabst.	4
		Anzahl Fahrmotoren	6,0 MW
		Max. Leistung	300 kN
		Max. Anfahrzugkraft	300 kN
		Max. elektrische Bremskraft	300 kN
		Hydraulische Bremskraft	300 kN
		Höchstgeschwindigkeit	140 km/h/200 km/h
		Getriebeübersetzung	1:5,227
		ABMESSUNGEN UND GEWICHT	
		Länge über Puffer	19.900 mm
		Größe Breite (über Wagenkasten)	2.550 mm
		Drehgestellmitteabstand	10.400 mm
		Drehgestellradabstand	2.600 mm
		Radurchmesser neu	1.250 mm
		Radurchmesser abgenutzt	1.170 mm
		Dienstmasse	140 km/h 86 t/200 km/h 88 t

Holländische Straße 195, D-34127 Kassel, Deutschland
Telefon +49 561 801 02

Australien • Belgien • Brasilien • Dänemark • Deutschland • Frankreich • Großbritannien • Indien • Italien • Kanada • Tschechische Republik
Mexiko • Norwegen • Österreich • Polen • Portugal • Schweden • Schweiz • Spanien • Uganda • Ungarn • USA • Volksrepublik China

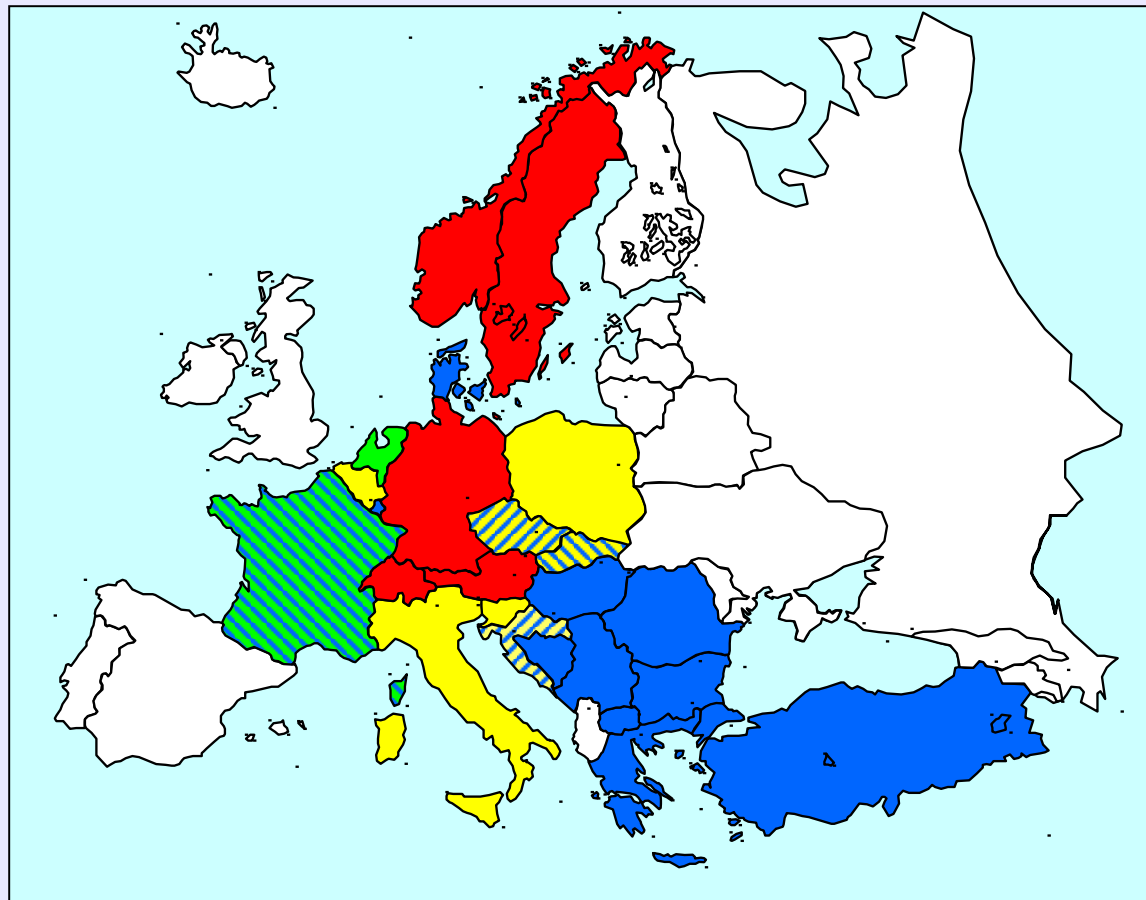
www.transportation.bombardier.com



Paraméterek	SBB Re 484
Nyomtáv	1435 mm
Úrszelvény	UIC 505-1
Hossz	18,9 m
Szélesség	2,95 m
Tömeg	85,5 t
Tengelytáv	2,60 m
Kerékátmérő	1250 / 1170 mm
Áramrendszer	➤ 15 kV, 16 2/3 Hz ➤ 25 kV, 50 Hz ➤ 3.0 kV DC ➤ 1,5 kV DC
AC-teljesítmény	5,6 MW
3 kV DC-teljesítmény	5,6 MW
Indító vonóerő	300 kN
Fékerő	300 kN
Legnagyobb sebesség	140 km/h
Vonatbefolyásoló (vasútspecifikus)	➤ ZUB+Signum ➤ RS 4-Codici



- 25 kV, 50 Hz
- 15 kV, 16,7 Hz
- 3 kV DC
- 1,5 kV DC



A “nagy előd” az EUROSPRINTER (BR127)



SIEMENS AG Europrinter járműcsaládja



SIEMENS AG “Taurus” járműcsaládja



ES 64 U2 típusjelzés

Mozdonycsalád

- EuroSprinter ES
- EuroRunner ER

Típus

- Univerzális U
- Tehervonati F
- Prototípus P

ES 64 U 2

Tartós teljesítmény

- 6.400 kW 64

Áramrendszer

- Egyáramnemű (15kV / 16,7 Hz) 1
- Kétáramnemű (... + 25 kV / 50 Hz) 2
- Négyáramnemű (... + 1,5 kV = + 3kV =) 4

SIEMENS AG BR 189 sorozatú négyáramrendszerű mozdony tervezett felhasználási területe



Europalokomotive BR 189

$V_{\max} = 140 \text{ km/h}$

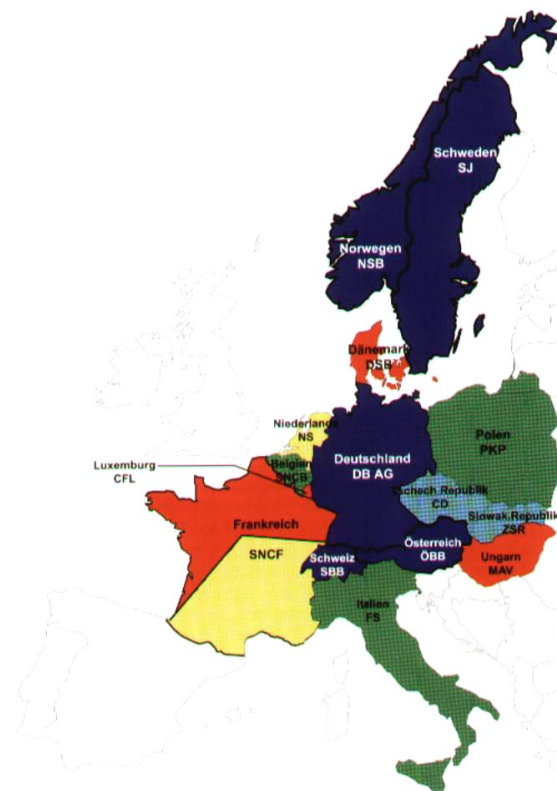
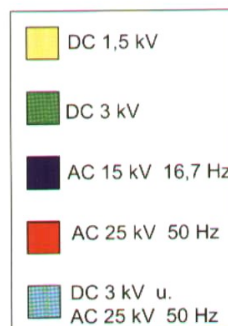
$P = 6400 \text{ kW}$

25 kV, 50 Hz

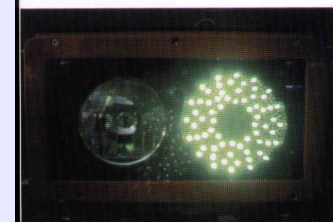
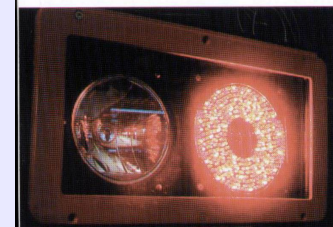
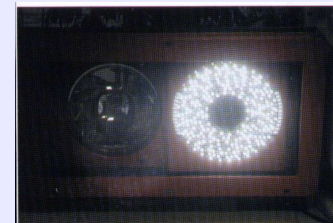
15 kV, 16 2/3 Hz

3000 V DC

1500 V DC



BR 189 homlok fényszórói



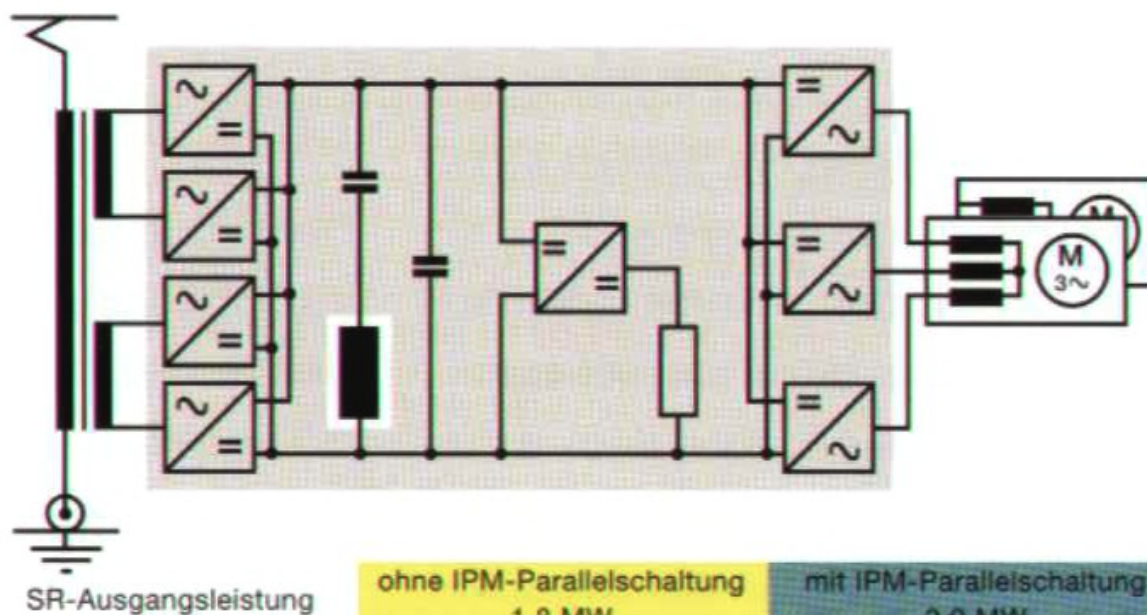
14 vasút jelzési rendszerének felel meg

Főáramkör váltakozó feszültségű hálózat esetén

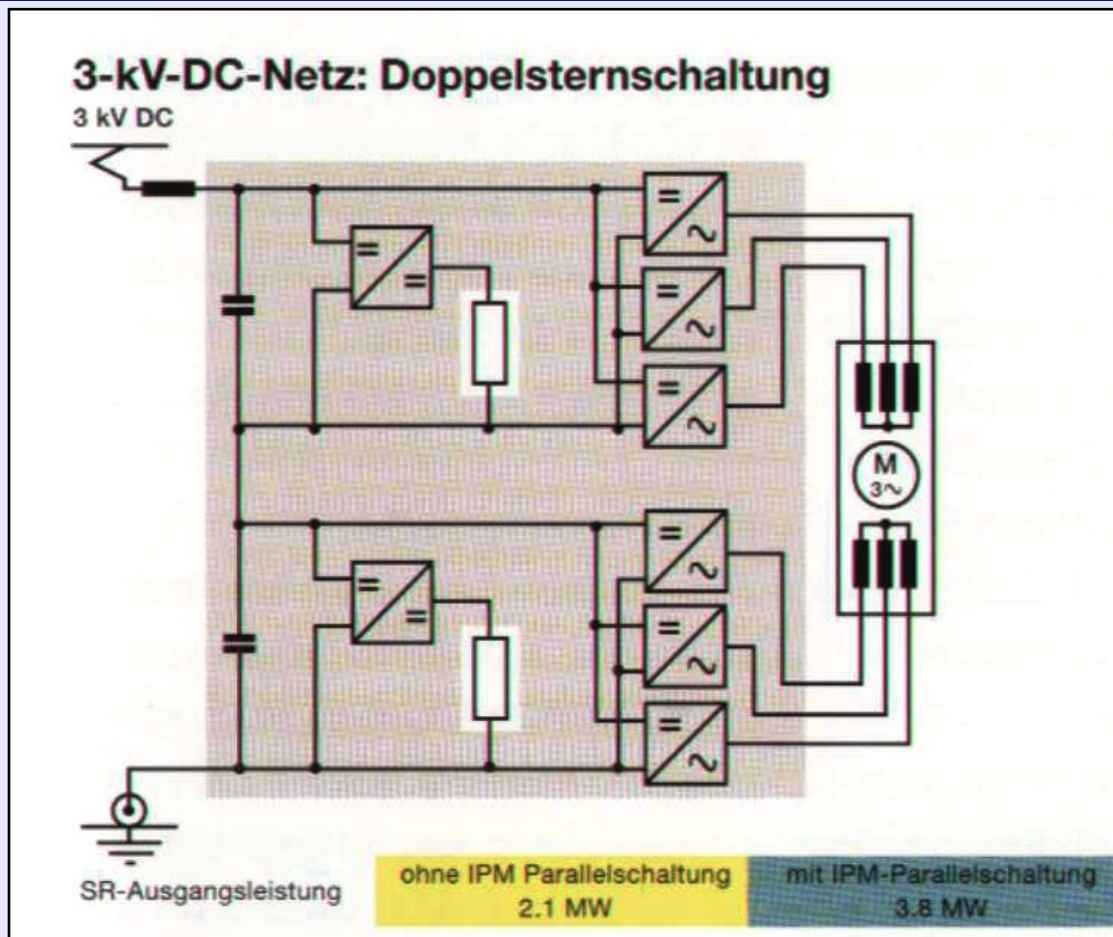
Schaltungen für Wechselspannungsnetze (15 kV, 16.7 Hz oder 25 kV, 50 [60] Hz)

Gruppenantrieb

AC-Netz



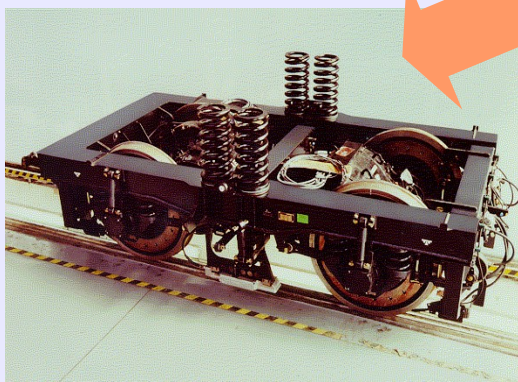
Főáramkör egyenfeszültségű hálózat esetén



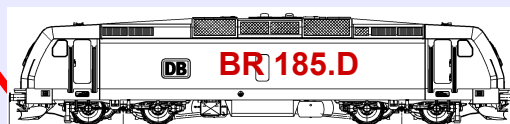
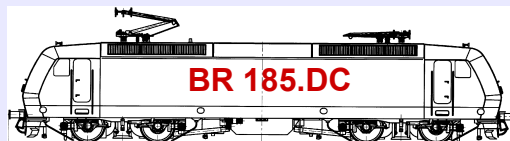
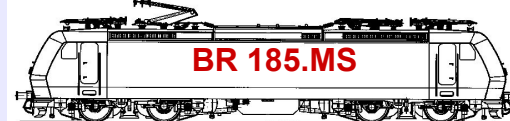
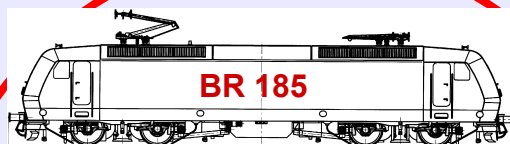
Járműcsaládok előnyei



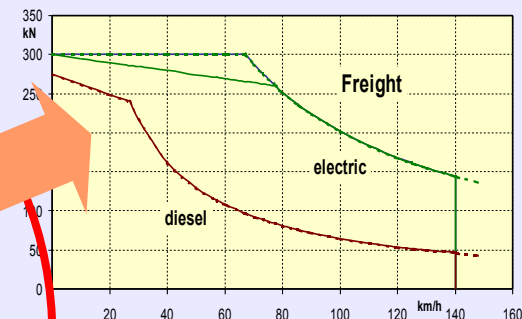
Egységesítés



Azonos forgóváz, vontatómotor & hajtásrendszer



Azonos vezetőpult



Nagy teljesítmény

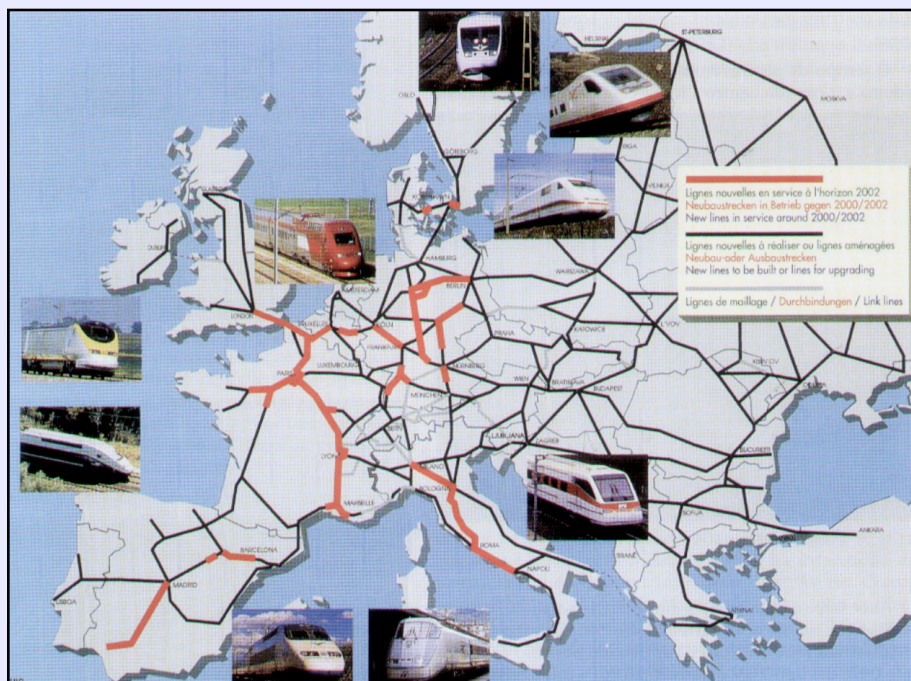
**Vezérlés
Fékberendezés
Motorok**

**Azonos elemek
Azonos azonosítók
Azonos rajzok**

Európai nagysebességű hálózat



Európai nagysebességű hálózat



Európai nagysebességű vonatok (DB)

ICE



ICE motorvonatok



- ICE1(BR401)
- ICE2 (BR402)
- ICE3 (BR403/406)
- ICE T (BR411/415)
- ICE TD (BR605)

ICE 1,2





$V_{\max} = 330 \text{ km/h AC}$
 220 km/h DC

$P = 8000 \text{ kW}$
 4300 kW

$Z_i = 300 \text{ kN}$

Ülőhelyek: 404

ICE T BR415/BR411



$V_{\max} = 230 \text{ km/h}$

5 ill. 7-részes

$P = 3000/4000 \text{ kW}$

$Z_i = 150/200 \text{ kN}$

Ülőhelyek: 250/381



$V_{\max} = 200 \text{ km/h}$

4-részes

Ülőhelyek: 195

Európai nagysebességű vonatok (SNCF)



Európai nagysebességű vonatok (SNCF)

THALIS

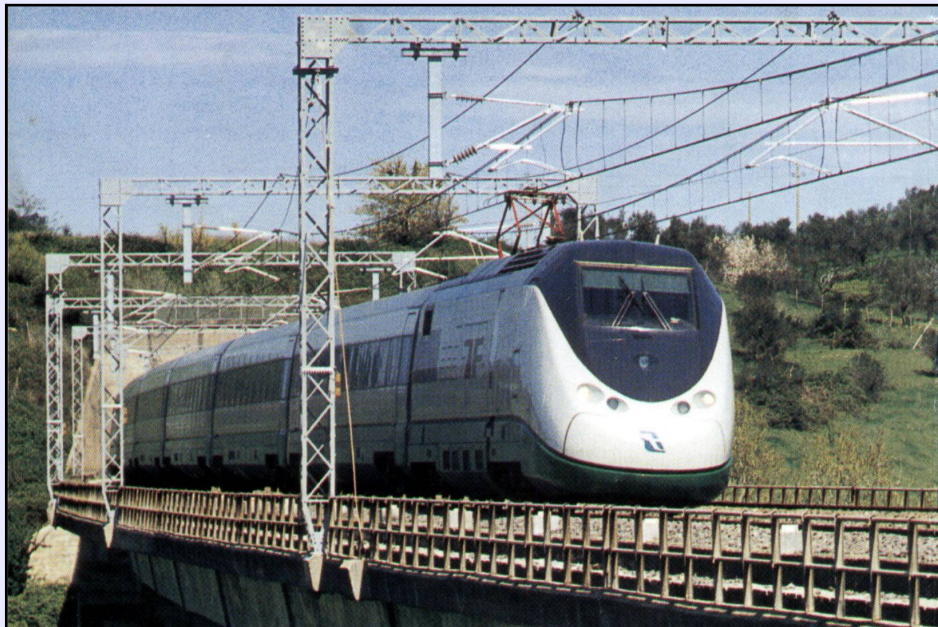


TGV

Európai nagysebességű vonatok (NSB)



Európai nagysebességű hálózat



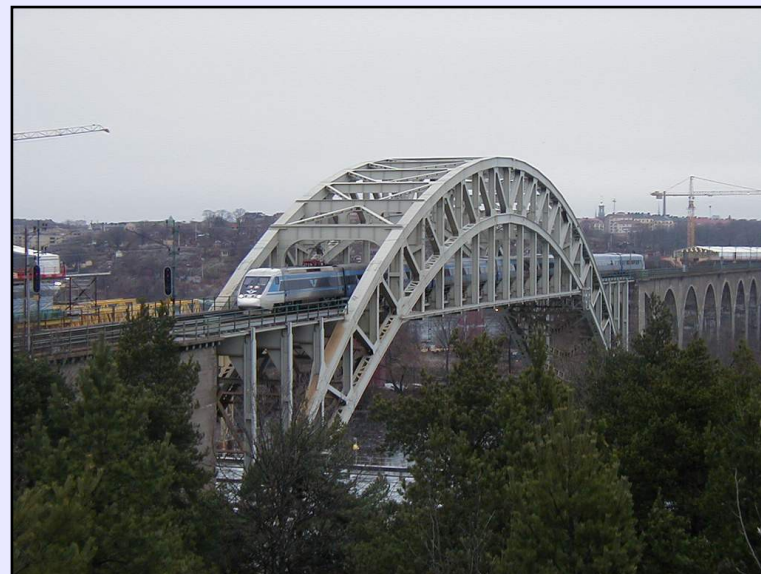
ETR 500



Cisalpino (Milano-Zürich-Stuttgart)



Európai nagysebességű vonatok (SJ)



X2000

Európai nagysebességű vonatok (RENFE)



Transrapid



MVP
Versuchs- und
Planungsgesellschaft
für Magnetbahnsysteme m.b.H.

ger Straße 76
linchen
089/50067-0
089/50067-10
p-transrapid.de
ter@mail.mvp.de

nehmen der Lufthansa
cial Holding und der
en Bahn

rt durch das
Ministerium für Bildung
chung

ception:
leues München

rtion:
nnCorporate, München

inen:
id International,
iber Productions

V. P. Prischmuth

Die Zukunft ist zum Greifen
nah. Die Zeit ist reif für ein
Fortbewegungsmittel, das
herkömmliche Bahnen ver-
läßt: den Transrapid.
Er rollt nicht. Er fliegt nicht.
Er schwebt. Die MVP sorgt
dafür, dass diese bah-
nbrechende Technologie für
uns Alltag werden kann.

Der Transrapid
Die wegweisende Technik

MVP
TECHNOLOGIE
FÜR MORGEN
MVP Versuchs- und
Planungsgesellschaft
für Magnetbahnsysteme m.b.H.