České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická
Katedra elektroenergetiky

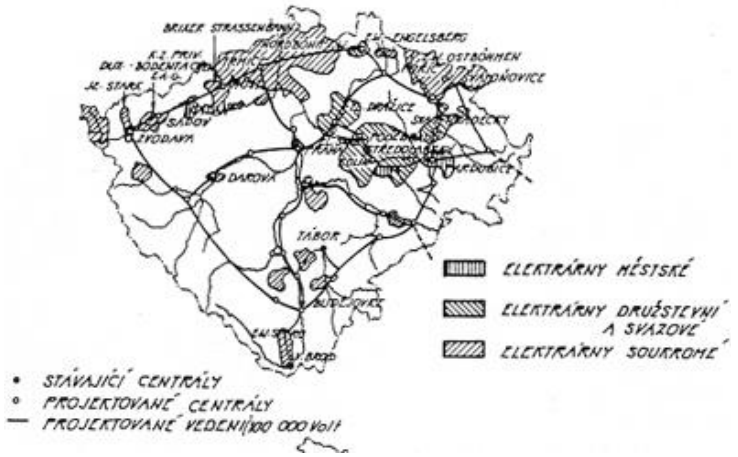
Přenosová a distribuční soustava

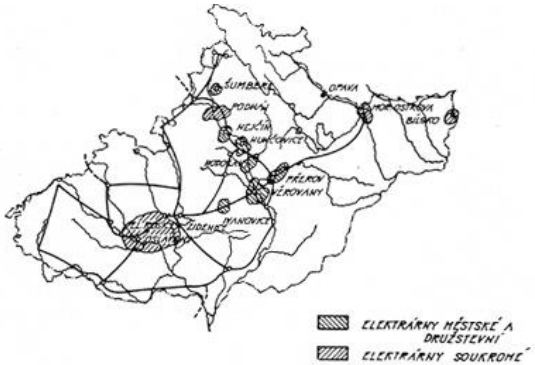
A0M15EZS – Elektrické zdroje a soustavy

Historie vzniku elektrizačních soustav v ČR

– 1878 – prvním využitím elektrické energie v českých zemích byla instalace šesti obloukových lamp pro osvětlení tkalcovny lnu v Moravské Třebové. Lampy s proudem 25 A napájelo dynamo systém Gramme.

– 1879 – rozsvítila se světla v továrně na kůže v Dřevěném Mlýně u Jihlavy a elektrizace dalších objektů na sebe nenechala dlouho čekat. Výrobní zdroje již nesloužily pouze jejich zřizovatelům, ale vyráběná elektřina byla rozváděna, většinou vrchním vedením různých napěťových soustav a dalším odběratelům.





Historie vzniku elektrizačních soustav v ČR

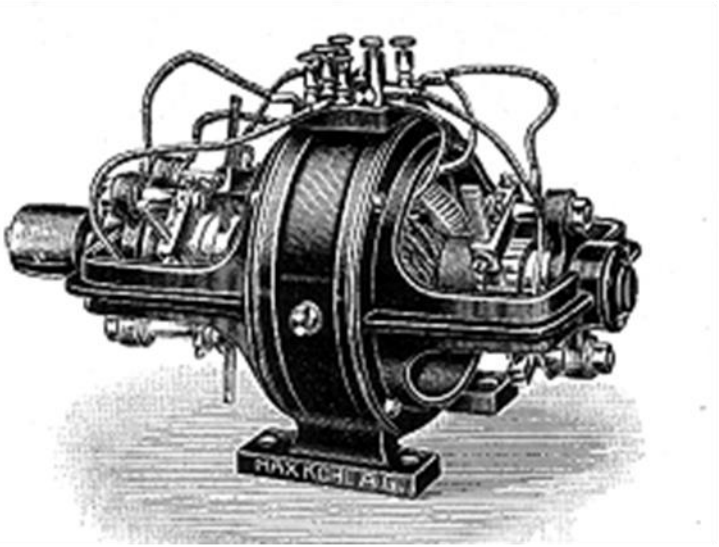
- Vznikaly tzv. městské elektrárny, které se staly nejen výrobci, ale i distributory elektřiny. Městské elektrárny z počátku vyráběly energii především pro zajištění veřejného osvětlení. Na vzniklou elektrickou síť byly později postupně připojovány domácnosti. Zdrojem energie byla stejnosměrná dynama poháněná parními nebo naftovými motory.

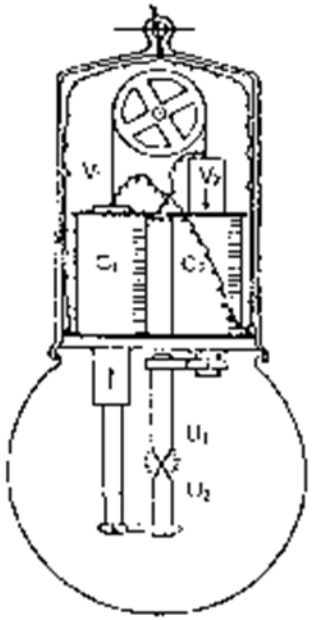
- K monopolizaci přispěly i dobové technické možnosti použití střídavého proudu, jeho snadné transformace na libovolné napětí, a tím i možnost přenosu elektrické energie na podstatně větší vzdálenosti než umožňoval stejnosměrný proud.

- 1889 – za první veřejnou elektrárnu v Čechách se považuje instalace dynama v Žižkovské plynárně, které sloužilo zejména pro elektrické osvětlení

Historie vzniku elektrizačních soustav v ČR

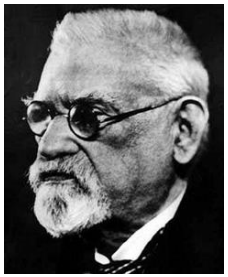
- Výroba a zavádění elektrické energie do pražské aglomerace je bezprostředně spjato se jménem českého elektrotechnika a průmyslníka Františka Křižíka. Narodil se v roce 1847 v Plánicích u Klatov.
- Po absolvování Českého učení technického nastoupil u rakouské dráhy. V roce 1883 osvětlovaly Křižíkovy elektrické obloukové lampy Staroměstské náměstí; zdrojem stejnosměrného proudu byla dynama poháněná plynovou turbínou.

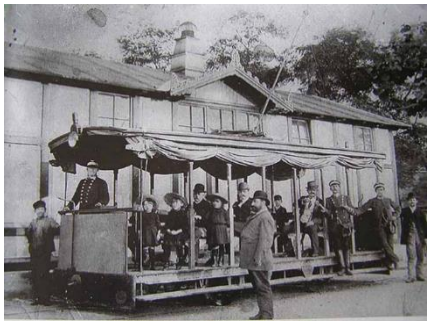


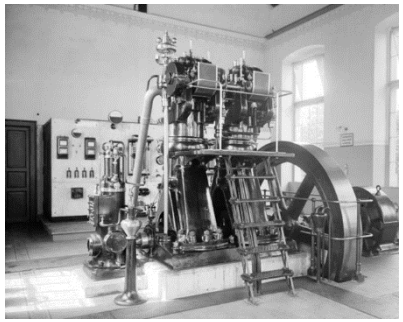


Historie vzniku elektrizačních soustav v ČR

- Příležitostí k dalšímu zavedení elektrické energie pro pohon dopravního prostředku se stala Zemská jubilejní výstava v roce 1891. Byla to první průmyslová výstava na evropském kontinentě. Patronát nad výstavou měl přímo císař, který při této příležitosti udělil Františku Křižíkovi koncesi pro stavbu a provoz elektrické dráhy.
- Podle ní postavil Křižík první pokusnou elektrickou dráhu od horní stanice lanové dráhy na Letné, Oveneckou ulicí až k hornímu vchodu do Královské obory. Měřila 800 metrů; měla poprvé v Rakousko-Uhersku použitý kladkový sběrač proudu, elektromotor měl výkon osm koňských sil.
- Elektrický proud k pohonu vozů a k elektrickému osvětlení Ovenecké ulice i Královské Obory dodávalo dynamo poháněné lokomobilou v dřevěném objektu budovy u stanice letenské lanové dráhy.







Historie provozu elektrizačních soustav v ČR

– Elektřinou v Praze se zabývala zvláštní komise pro elektrické dráhy při městské radě, která se v roce 1897 změnila na správní radu elektrických drah a vytvořila základ Elektrických podniků královského hlavního města Prahy - (EP).

– Tato společnost do vínku dostala monopolní podnikání a provozování pražské dopravy, správu elektráren a rozvodu elektrické energie. Elektrické podniky měly v prvním roce své existence 6 administrativních zaměstnanců:
  - vrchního inženýra elektrotechnika
  - magistrátního sekretáře
  - inženýra elektrotechnika
  - inženýra pro stavbu drah
  - expedienta
  - sluhu

Historie provozu elektrizačních soustav v ČR

- 1897 – Schválen projekt výstavby elektrárny v pražských Holešovicích už s třífázovými generátory (1900 – Zahájen provoz prvních generátorů)
- 1918 – Ve vznikající ČSR je elektrifikováno 11 % měst a obcí s 34 % obyv.
- 1919 – Vydán zákon č. 438/1919 Sb. "O státní podpoře při zahájení soustavné elektrizace". Normalizováno síťové napětí 3x380V / 220V, frekvence sítě 50 Hz, napětí primárních distribučních sítí 22 kV a 100 kV. (25 všeužitečných elektrárenských společností)

Historie provozu elektrizačních soustav v ČR

- 1946 – zřízeny České energetické závody
  - prostředník mezi MPO a jednotlivými podniky
  - zřízen centrální dispečink pro řízení soustavy
- 1948 – 89
  - vertikálně integrovaný systém: propojení výroby, přenosu a rozvodu elektrické energie až ke konečným zákazníkům
  - spojení výroby, přenosu a distribuce v jeden celek (územní monopol)
    - požadavek podpory ekonomického a sociálního rozvoje
    - plánované hospodářství s politikou „levné energie“
    - problémy s neefektivitou průmyslu a plýtvání energií
    - zpomalení ekonomického vzrůstu
- 1990 – 2000
  - rozdělení Českých energetických závodů a jejich privatizace
  - oddělení teplárenských, oprávarenských a montážních podniků
  - oddělení distribučních společností (REAS) vznik SČE, JČE, STE, VČE, PRE, ZČE, JME, SME
  - vyčlenění ČEPS jako provozovatele přenosové soustavy (srpen 1999)

Otevírání trhu s elektrickou energií v ČR

- Důvody k otevírání trhu:
  - technický vývoj vedoucí ke stavbě malých výrobních zdrojů v místě spotřeby schopných konkurovat velkým elektrárnám často značně vzdáleným od místa spotřeby
  - snaha odběratelů nakoupit elektřinu od levnějších výrobců
  - nižší efektivita monopolů než v podnicích pracujících v konkurenčním prostředí
  - znevýhodňování některých kategorií spotřebitelů na úkor druhých (používaní dotací)
  - založeno na „**Energetickém zákoně č. 458/2000 Sb.**“

Datum	Spotřeba elektřiny	% otevření trhu
1.1.2002	< 40 GWh	30
1.1.2003	< 9 GWh	40
1.1.2005	< 100 MWh	50
1.1.2006	veškerá	100

- oprávněný zákazník
- chráněný zákazník

Přenosová soustava

- Přenosová soustava ČEPS, a.s. představuje subsystém elektrizační soustavy České republiky, který propojuje všechny významné subjekty v soustavě a zajišťuje rozhodující podíl zahraniční spolupráce. Přenosovou soustavu ČEPS, a.s. tvoří 38 rozvodných zařízení 420 kV a 245 kV umístěných ve 30 transformovnách, dále 2 979 km tras vedení 400 kV a 1 371 km tras vedení 220 kV. Do přenosové soustavy patří i jedna rozvodna 123 kV a 56 km tras vedení 110 kV.

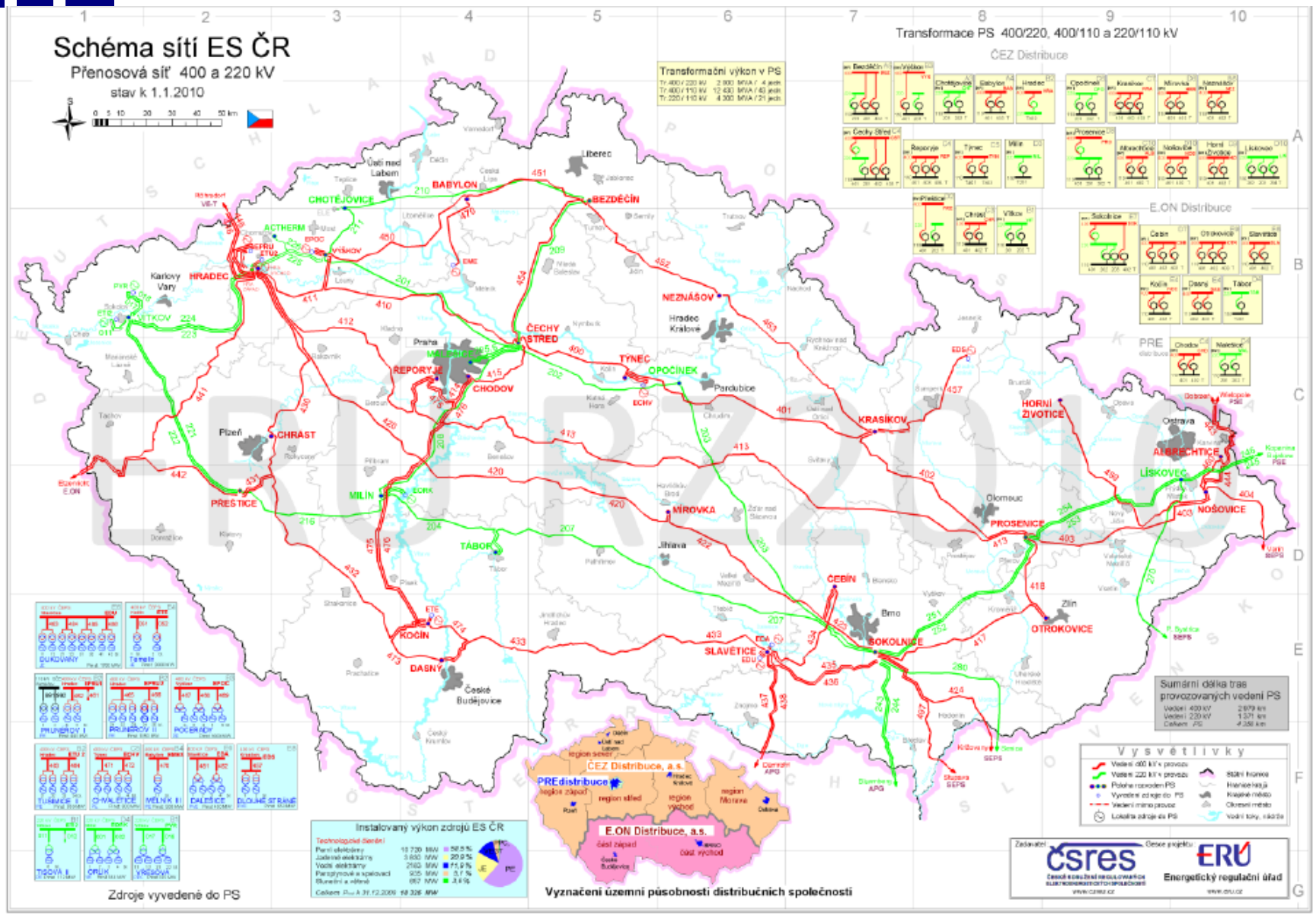
- ČEPS, a.s. zajišťuje přenos elektřiny, provoz, údržbu a rozvoj přenosové soustavy, dispečerské řízení elektrizační soustavy České republiky v reálném čase. Jako systémovou službu dále zpracovává a testuje plán obrany přenosové soustavy proti šíření poruch a plán obnovy elektrizační soustavy po rozsáhlých systémových poruchách. Technicky řídí systémové služby, jako je regulace výkonu a kmitočtu, regulace napětí a jalového výkonu a řídí potřebné výkonové rezervy.

- Soustava 400 a 220 kV v České republice je koncipována tak, aby v konečném stavu bezezbytku splňovala kritérium (N - 1). Přísnější požadavky jsou kladené na zapojení jaderných elektráren. Instalovaný výkon JE musí být bezpečně vyveden i při výpadku dvou vývodů z elektrárenské rozvodny.

ČEPS

- vlastník a provozovatel přenosové soustavy v ČR
- dispečerská služba na 2 pracovištích (Praha, Ostrava)
- DS zodpovídá za
  - **zajištění okamžité rovnováhy mezi výrobou a spotřebou elektřiny v ES ČR při respektování sjednaných plánů výměn elektřiny s provozovateli sousedních ES**
  - **řízení toků v ES ve spolupráci s PDS, výrobci a zahraničními PPS**
  - **optimalizaci napěťových poměrů v PS**
  - **realizaci plánovaných vypínání prvků ES**
  - **dálkové ovládání ve stanicích PS**
  - **řešení havarijních stavů v PS**
- dispečerský řídicí systém
  - **systém přípravy provozu (budoucnost)**
  - **systém pro operativní řízení – SCADA/EMS (systém reálného času)**
  - **systém hodnocení provozu (minulost)**
- SCADA – sběr dat z objektů ES (měření, signalizace), vysílání žádaných hodnot a povelů na objekty, prezentace výsledků
- EMS – výpočetní nástavba nad SCADA (stavová estimace, simulační výpočty, kontingenční analýza N-1, regulace U a Q, rekonfigurace ES, redispatch)

Přenosová soustava



Přenosová soustava

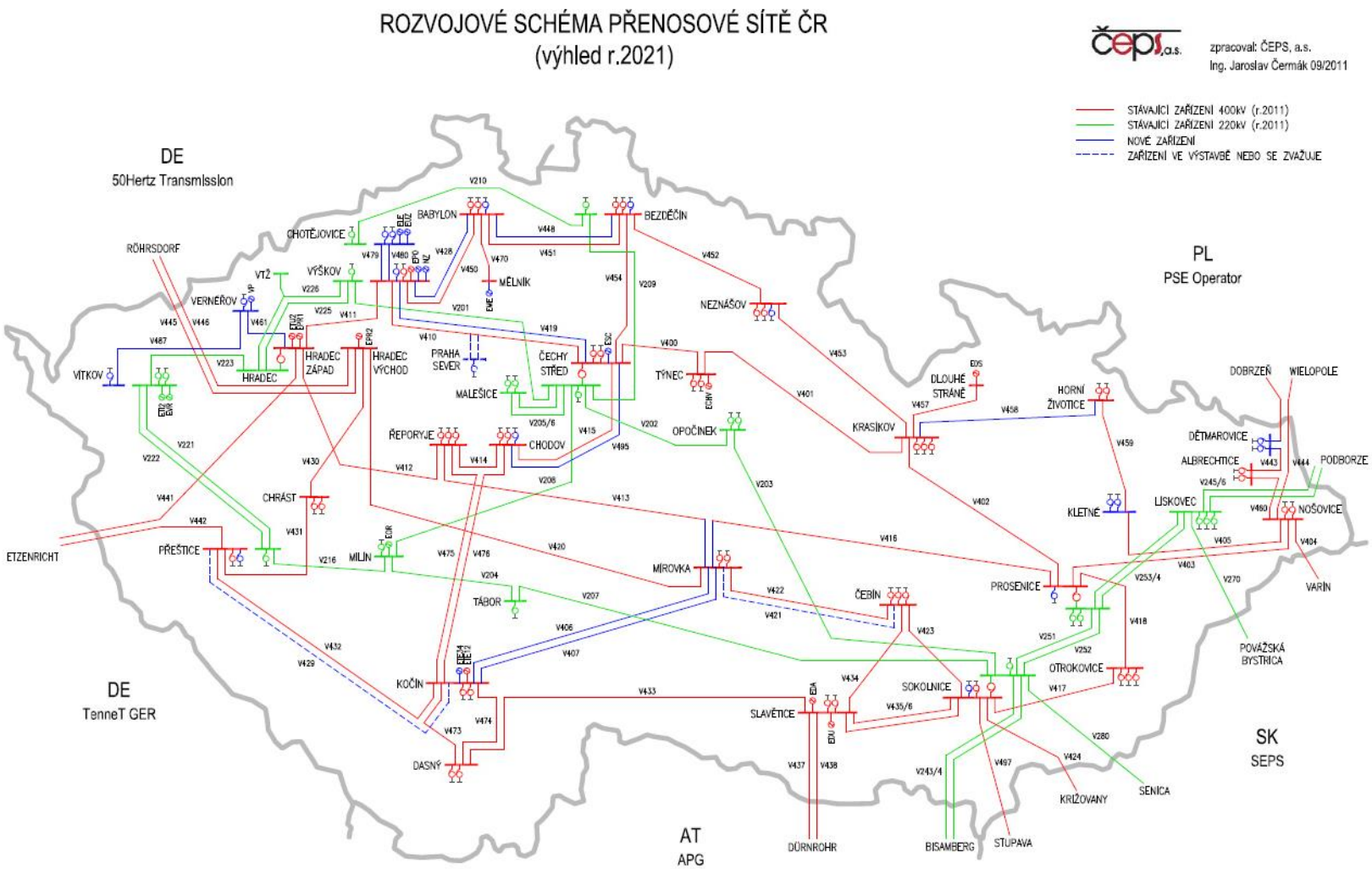
- 5483 km vedení 110 kV až 400 kV (s optikou 2628 km)
- 30 transformoven s instalovaným výkonem 18830 MVA
- kompenzační tlumivky 1346 MVAr

Popis zařízení	Celkem ČR	Jednotky
Trasy vedení 400 kV	2 979	km
Trasy vedení 220 kV	1 371	km
Trasy vedení 110 kV	45	km
Délka vedení 400 kV	3 479	km
Délka vedení 220 kV	1 909	km
Délka vedení 110 kV	84	km
Zahraniční vedení 400 kV	11	ks
Zahraniční vedení 220 kV	6	ks
Rozvodny 420 kV	24	ks
Rozvodny 245 kV	14	ks
Rozvodny 123 kV	1	ks
Transformační výkon	18 830	MVA
Transformátory 400/220 kV	4	ks
Transformátory 400/110 kV	43	ks
Transformátory 220/110 kV	21	ks
Kompenzační výkon 400 kV	660	MVAr
Kompenzační výkon 35 kV	277,2	MVAr
Kompenzační výkon 10 kV	408,6	MVAr
Kompenzační uzly (tlumivky) 400 kV	4	ks
Kompenzační uzly (tlumivky) 35 kV	5	ks
Kompenzační uzly (tlumivky) 10 kV	9	ks

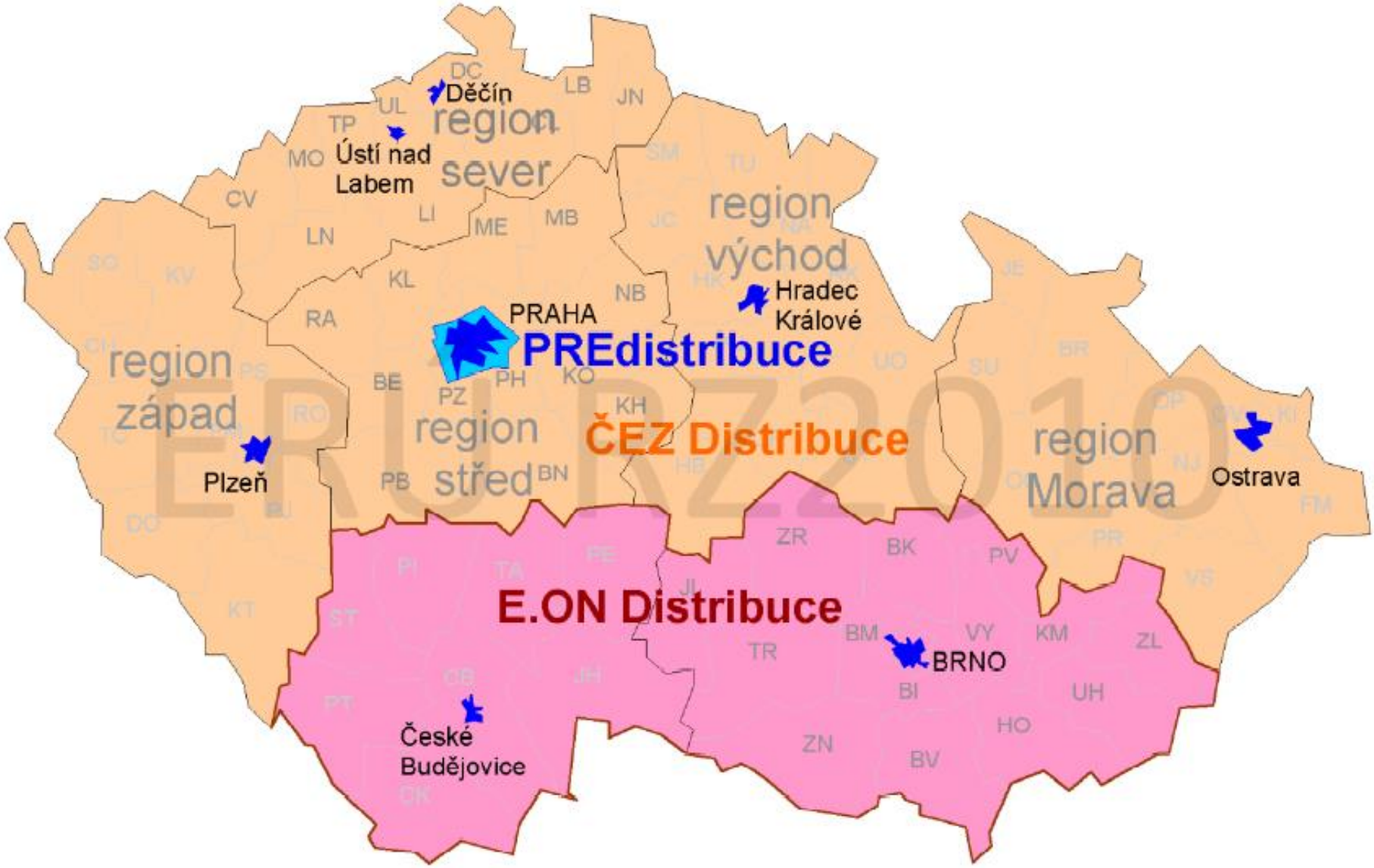
- aktualizováno 1. 8. 2011

Popis zařízení	Délka trasy vedení (km)
Vedení 400 kV	**3 479**
z toho dvojité a vícenásobné vedení	1 117
Vedení 220 kV	**1 909**
z toho dvojité a vícenásobné vedení	1 016
Vedení 110 kV	**84**
z toho dvojité a vícenásobné vedení	77

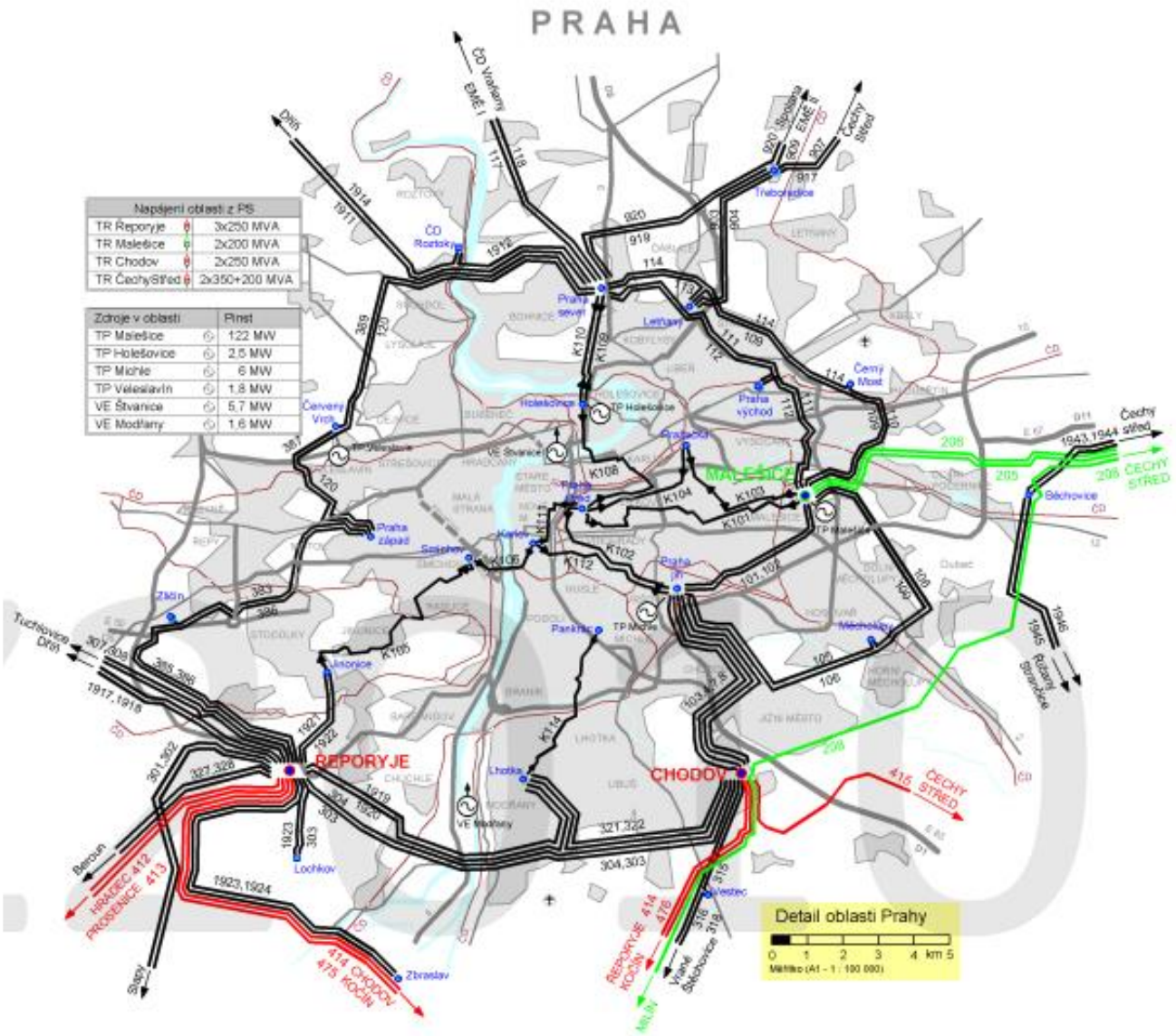
Rozvoj PS


ROZVOJOVÉ SCHÉMA PŘENOSOVÉ SÍTĚ ČR
(výhled r.2021)
zpracoval: ČEPS, a.s.
Ing. Jaroslav Čermák 09/2011
STÁVAJÍCÍ ZAŘÍZENÍ 400kV (r.2011)
STÁVAJÍCÍ ZAŘÍZENÍ 220kV (r.2011)
NOVÉ ZAŘÍZENÍ
ZAŘÍZENÍ VE VÝSTAVBĚ NEBO SE ZVAŽUJE
DE
50Hertz Transmission
DE
TenneT GER
PL
PSE Operator
SK
SEPS
AT
APG
RÖHRSDORF
ETZENRICHT
VITKOV
VERNEŘOV
VTŽ
VÝŠKOV
CHOTĚJOVICE
BABYLON
BEZDĚČÍN
MĚLNÍK
NEZNÁŠOV
HRADEC
HRADEC ZÁPAD
HRADEC VÝCHOD
PRAHA SEVER
ČECHY STŘED
TÝNEC
MALEŠICE
ŘEPORYJE
CHODOV
OPOČINEK
KRASÍKOV
DLOUHÉ STRÁNĚ
HORNÍ ŽIVOTICE
DOBRZEŇ
WIELOPOLE
DĚTMAROVICE
ALBRECHTICE
PODBORZE
KLETNÉ
LÍSKOVEC
NOŠOVICE
VARÍN
CHRÁST
PŘEŠTICE
MILÍN
MÍROVKA
TÁBOR
ČEBÍN
PROSENICE
POVÁŽSKÁ BYSTRICA
OTROKOVICE
KOČÍN
SOKOLNICE
SLAVĚTICE
DASNÝ
KŘIŽOVANY
SENICA
DÜRNROHR
BISAMBERG
STUPAVA

Distribuční společnosti

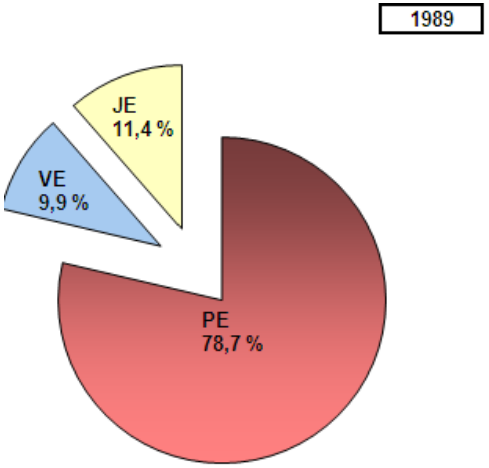


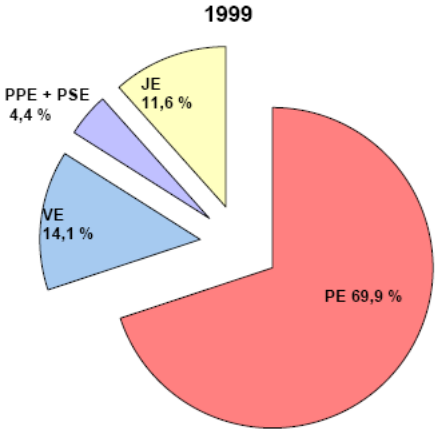
Praha

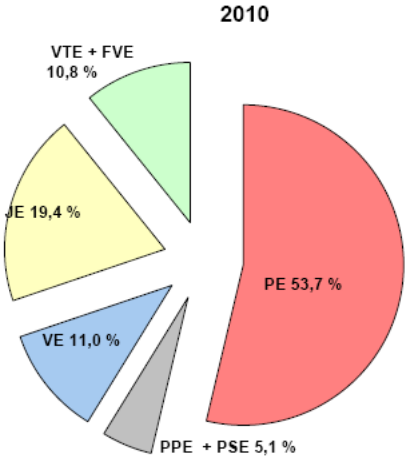

PRAHA
Napájení oblastí z PS
TR Řeporyje 3x250 MVA
TR Malešice 2x200 MVA
TR Chodov 2x250 MVA
TR ČechyStřed 2x350+200 MVA
Zdroje v oblasti Pinst
TP Malešice 122 MW
TP Holešovice 2,5 MW
TP Michle 6 MW
TP Vršovice 1,8 MW
VE Štvanice 5,7 MW
VE Modřany 1,6 MW
MALEŠICE
REPORYJE
CHODOV
ČECHY STŘED
Detail oblasti Prahy
0 1 2 3 4 km 5

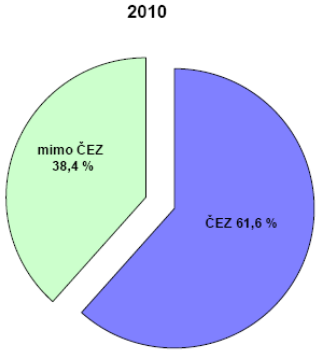
Struktura instalovaného výkonu

31. 12. 2010	ES ČR		ČEZ, a.s.
– parní el. (PE)	10 769 MW	53,6 %	5 791 MW
– paroplynové el. (PPE)	591 MW	2,9 %	
– plynové a spalovací el. (PSE)	434 MW	2,2 %	
– vodní el. (VE)	1 056 MW	5,3 %	723 MW
– přečerpávací vodní el. (PVE)	1 146 MW	5,7 %	1 145 MW
– jaderné el. (JE)	3 900 MW	19,4 %	3 900 MW
– větrné (VTE)	218 MW	1,1 %	
– fotovoltaické (FVE)	1959 MW	9,8 %	0,01 MW
• CELKEM	20 073 MW	100,0 %	11 559 MW









Výrobny ČEZ

- 31. 12. 2010
  - PE:

Prunéřov	4 x 110 + 5 x 210 MW	HU	400, 110 kV
Počerady	5 x 200 MW	HU	400 kV
Chvaletice*	4 x 200 MW	HU	400 kV
Dětmarovice	4 x 200 MW	ČU	110 kV
Tušimice	4 x 200 MW	HU	400 kV
Mělník	2 x 110 + 1 x 500 MW	HU	400, 110 kV
Ledvice	3 x 110 MW	HU	110 kV
Tisová	3 x 57 + 1 x 12,8 + 1 x 112 MW	HU, bio	110, 220 kV
Poříčí	3 x 55 MW	HU, ČU, bio	110 kV
Hodonín	1 x 50 + 1 x 55 MW	HU, bio	110 kV
Dvůr Králové	1 x 6,3 MW	bio	6 kV
Vítkovice	79 MW	ČU	110 kV

    - CELKEM 6 591 MW

  - JE:

Dukovany	2 x 440 + 2 x 510 MW	VVER	400 kV
Temelín	2 x 1000 MW	VVER	400 kV

    - CELKEM 3 900 MW

Výrobny ČEZ

- 31. 12. 2010
  - VE:

Dlouhé Stráně	2 x 325 MW	PVE	400 kV
Dalešice	450 MW	PVE	400 kV
Orlík	4 x 91 MW	akum.	220 kV
Slapy	3 x 48 MW	akum.	110 kV
Lipno I	2 x 60 MW	akum.	110 kV
Kamýk	1 x 40 MW	akum.	110 kV
Štěchovice I	2 x 11,25 MW	akum.	110 kV
Štěchovice II	1 x 45 MW	PVE	110 kV

Lipno II, Vrané, Hněvkovice, Kořensko, Mohelno,…

- CELKEM 2 591 MW

FVE: Dukovany 0,01 MW

CELKEM ČEZ 11 559 MW

Nezávislí výrobci elektřiny

- 31. 12. 2010
  - PE

Elektrárna Chvaletice, a.s.	800 MW	HU	400 kV
Dalkia ČR, a.s.	370 MW		
Elektrárny Opatovice, a.s.	378 MW	HU	110 kV
Energotrans, a.s. (ME)	352 MW	HU	110 kV
Alpiq Generation (CZ) s.r.o. (KD)	299 MW	ČU, HU, LTO	110 kV
Praha Malešice	122 MW	ČU	110 kV
United Energy, a.s. (Komořany)	239 MW	HU	110 kV
…			

- + závodní elektrárny

Kralupy (Synthos)	67 MW	ZP, LTO	110 kV
Neratovice (Spolana)	77 MW	HU	110 kV
Mladá Boleslav (ŠKO-ENERGO)	88 MW	ČU, HU, bio	110 kV
Plzeň (Plz. energetika)	90 MW	HU	110 kV
ArcelorMittal Energy Ostrava, a.s.	254 MW	ČU, plyn	110 kV
Sokolovská uhelná, a.s.	220 MW	HU	110 kV
Litvínov (Unipetrol)	278 MW	HU, OP	110 kV
Štětí (Mondi)	112 MW	HU, bio	110 kV
…			

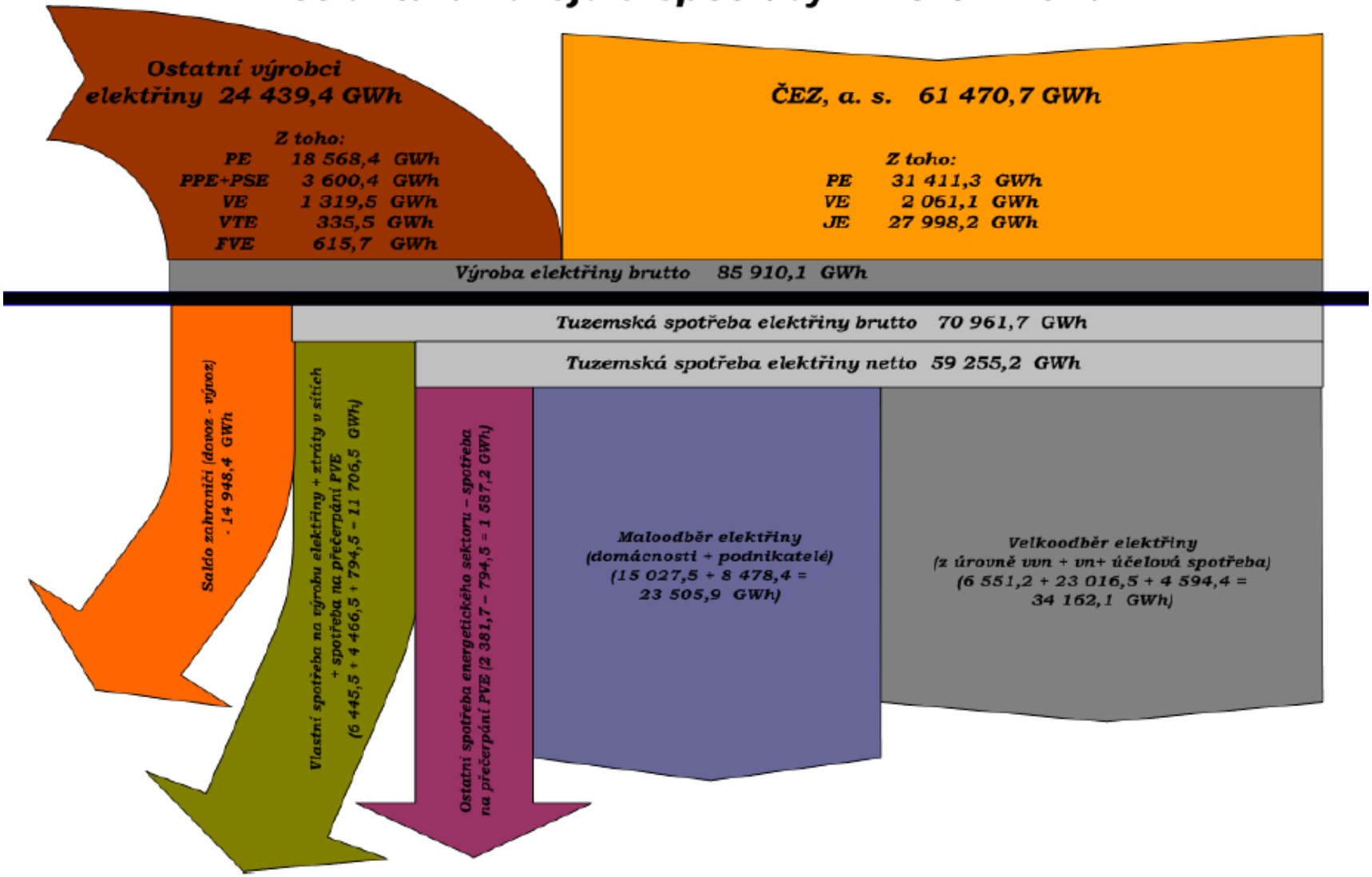
- CELKEM 4 981 MW

Nezávislí výrobci elektřiny

– PSE	Alpiq Generation (CZ) s.r.o. (KD)	118 MW	ZP, LTO	110 kV
• CELKEM		475 MW		
– PPE	Sokolovská uhelná, a.s.	400 MW	ZP (Vřesová)	220 kV
	Teplárny Brno, a.s. (Červený mlýn)	95 MW	ZP	110 kV
	Teplárna Trmice, a.s.	70 MW	ZP	110 kV
• CELKEM		591 MW		
• CELKEM nezávislí výrobci		8514 MW		

Roční bilance elektřiny (2010)

Struktura zdrojů a spotřeby v ES ČR 2010



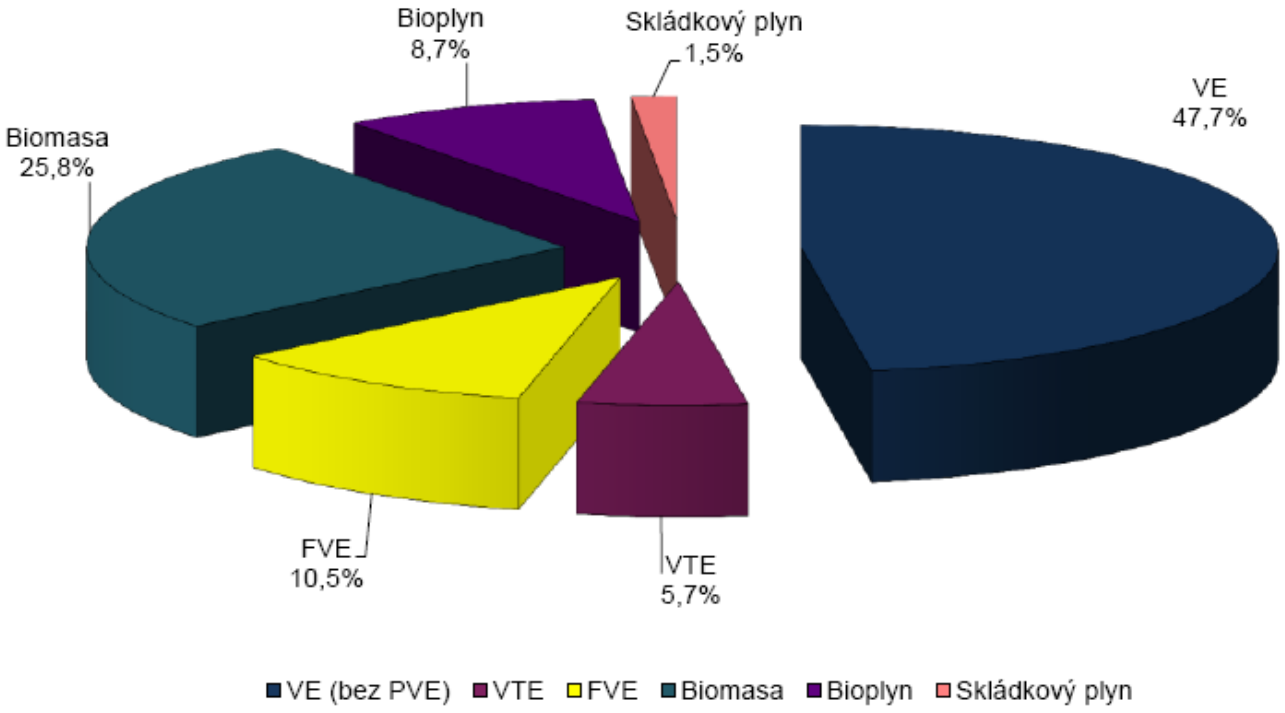
OZE

	[GWh]	[%]
VE (bez PVE)	2 789,4	47,7
VTE	335,5	5,7
FVE	615,7	10,5
Biomasa	1 511,9	25,8
Bioplyn	508,9	8,7
Skládkový plyn	89,3	1,5
Celkem	5 850,7	100,0

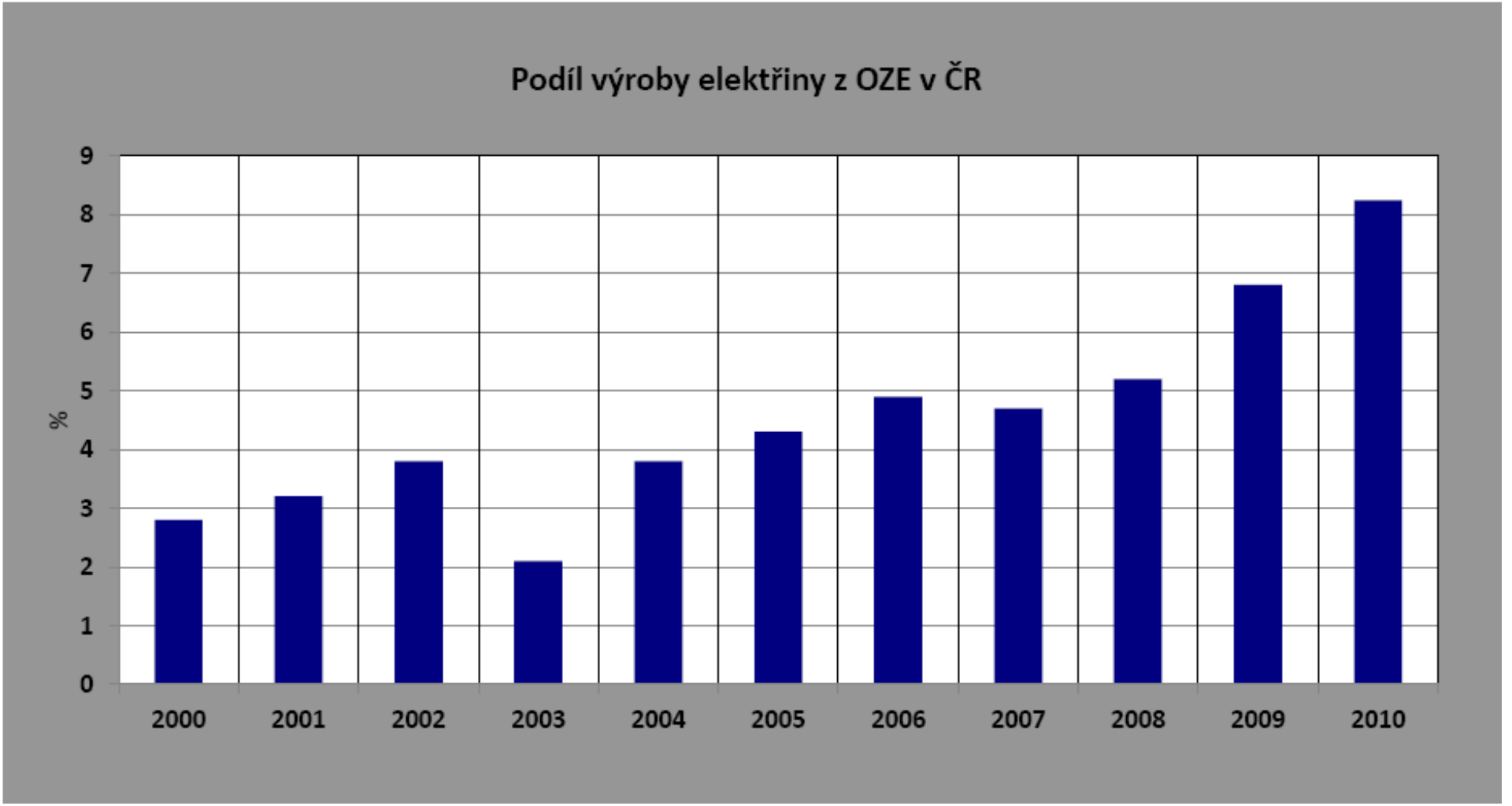
Tuzemská spotřeba elektřiny brutto ČR v roce 2010 = 70 961,7 GWh

Podíl OZE na tuzemské spotřebě brutto = 8,24 %

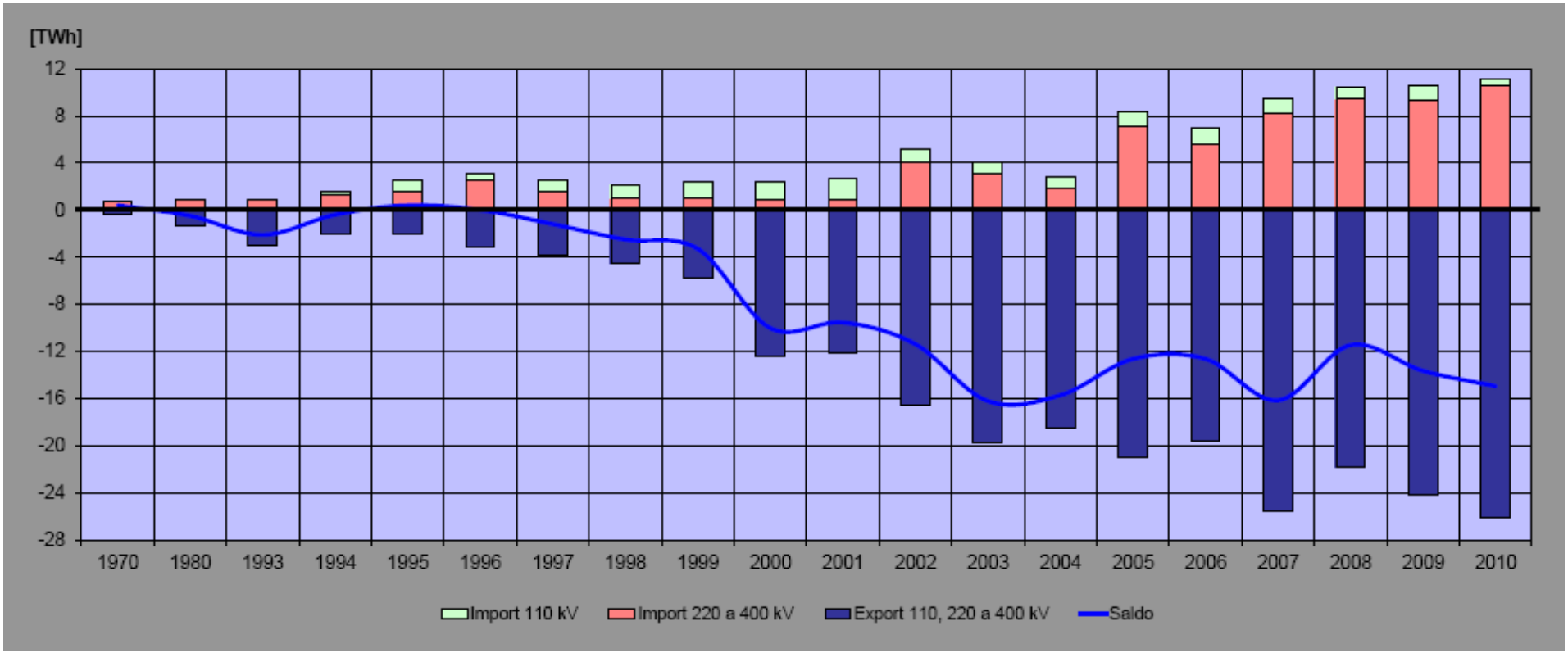
Výroba elektřiny z OZE za rok 2010



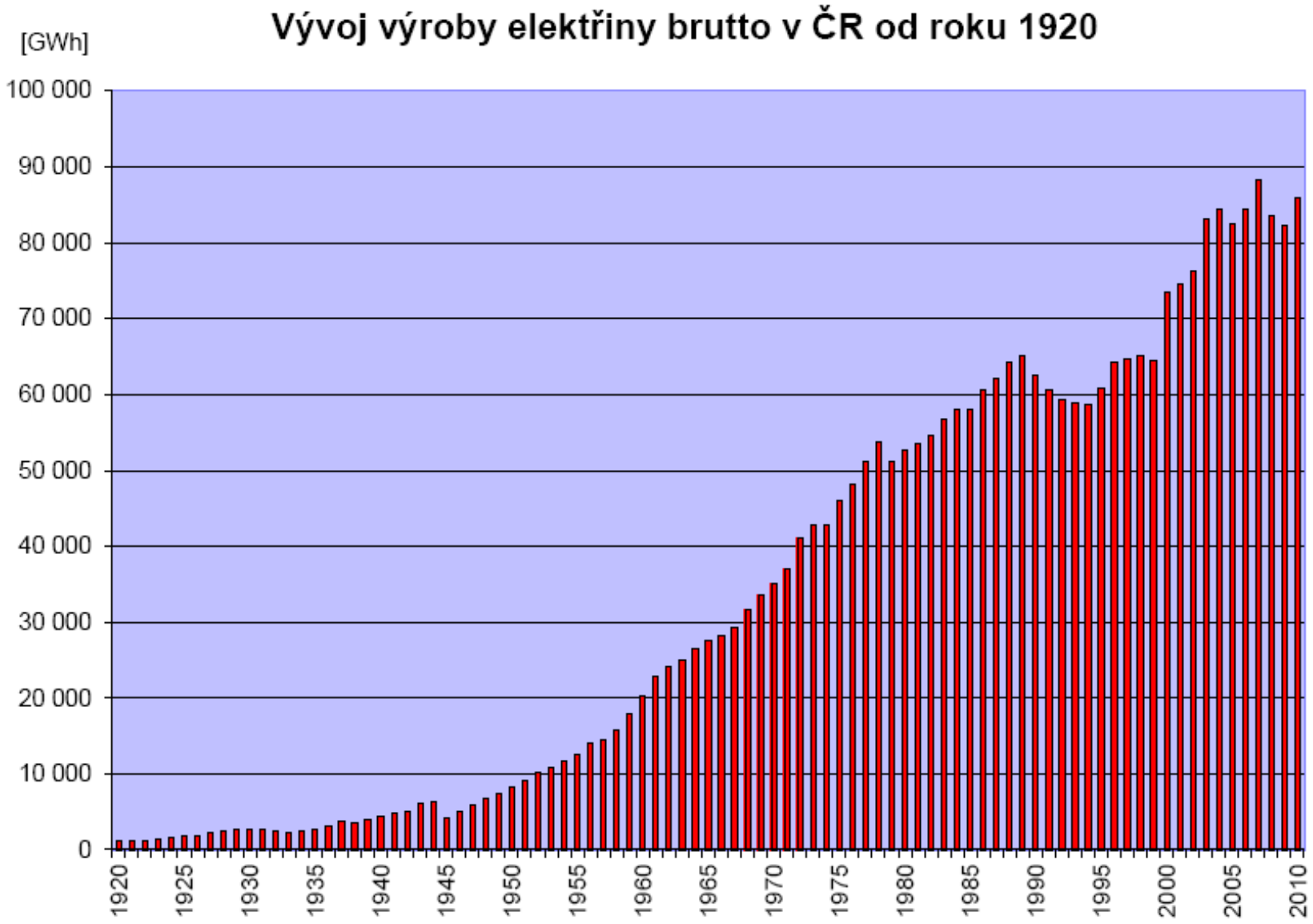
OZE


Podíl výroby elektřiny z OZE v ČR
%
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010

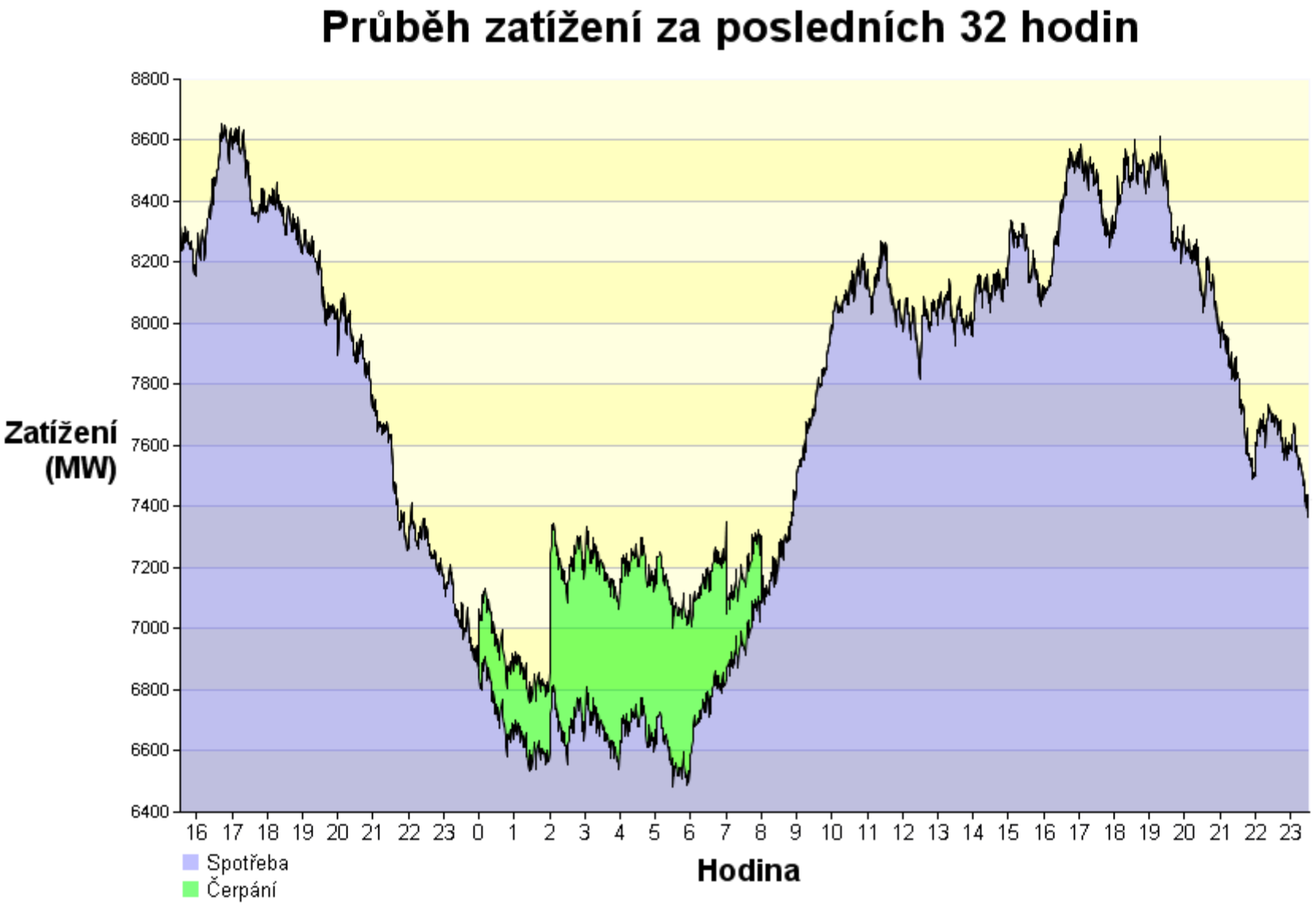
Vývoj exportu a importu



Vývoj výroby a spotřeby



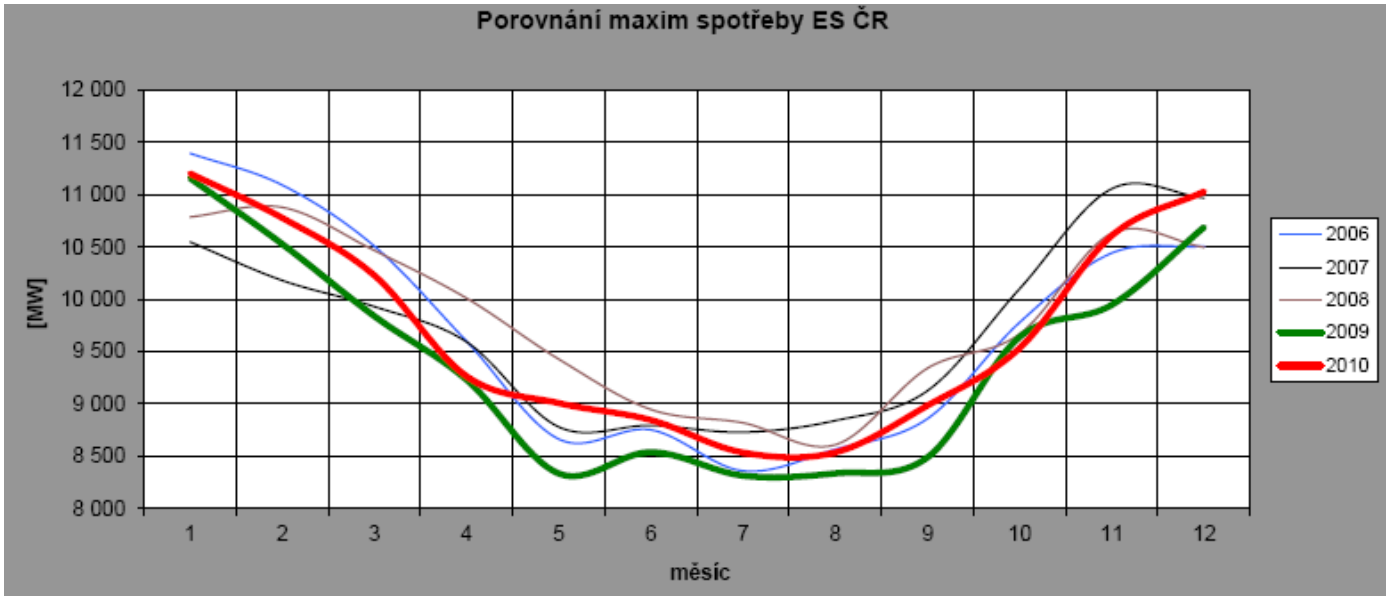
Denní diagram zatížení – 20.11.2011 (neděle)

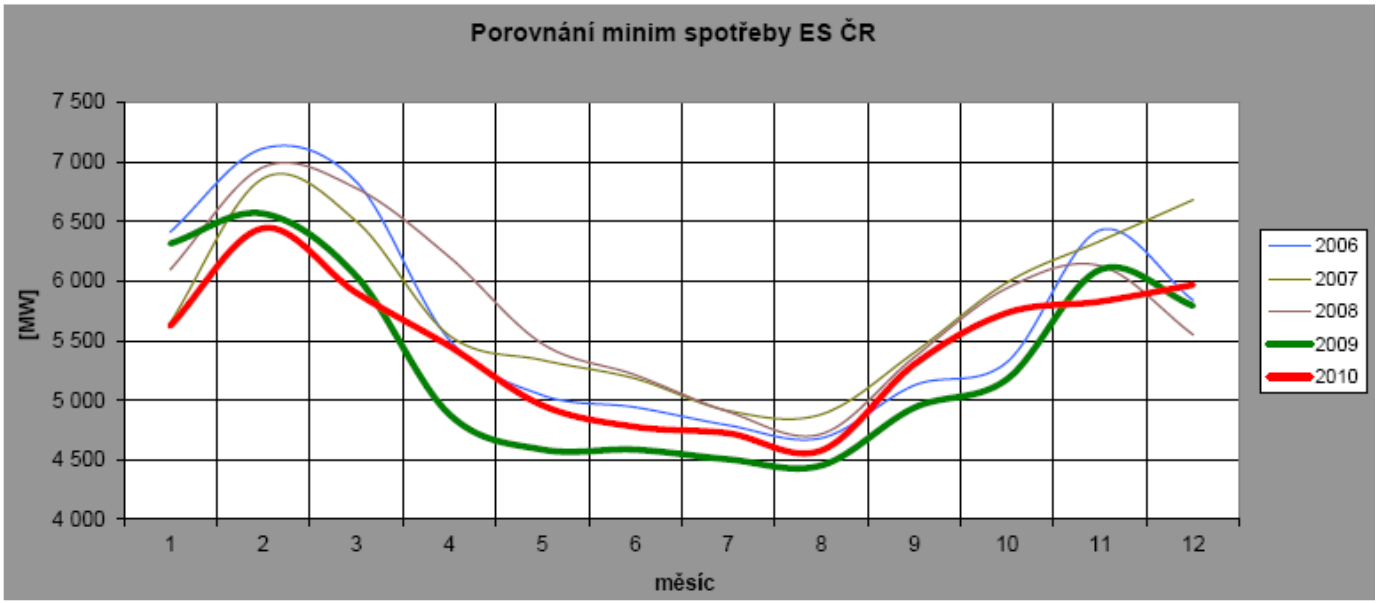


Hodnoty v PS (2010)

- Spotřeba brutto - okamžité hodinové hodnoty
  - **roční maximum: 11204 MW dne 27. 01. 2010 v 17:00 při 50,04 Hz**
  - **roční minimum: 4578 MW dne 01. 08. 2010 v 06:00 při 50,03 Hz**
    - **Spotřeba brutto je definována (historicky) jako: výroba ± saldo - čerpání.**
- Kmitočet - 1 minutové hodnoty
  - **roční maximum: 50,145 Hz dne 29. 01. 2010 v 06:01**
  - **roční minimum: 49,859 Hz dne 19. 01. 2010 v 20:01**
    - **Kmitočet je celosystémový parametr propojených soustav ENTSO-E. Dopad na jeho hodnoty mají zejména velké poruchy v přenosových soustavách.**
- Odchylka salda ACE - 1 minutové hodnoty
  - **roční maximum: 951 MW dne 5. 1. 2010 v 9:02**
  - **roční minimum: - 738 MW dne 23. 12. 2010 v 06:01**
    - **ACE (Area Control Error) je vypočítáváno ze skutečné odchylky salda předávaných výkonů korigované na odchylku kmitočtu. Kladné odchylky ACE (neplánovaný import) souvisejí většinou s výpadky výroby velkých bloků, záporné odchylky (neplánovaný export) souvisejí zejména s odstavováním čerpání PVE.**

Měsíční extrémy





Frekvence v ES

Kmitočet (dle měření TRIS)

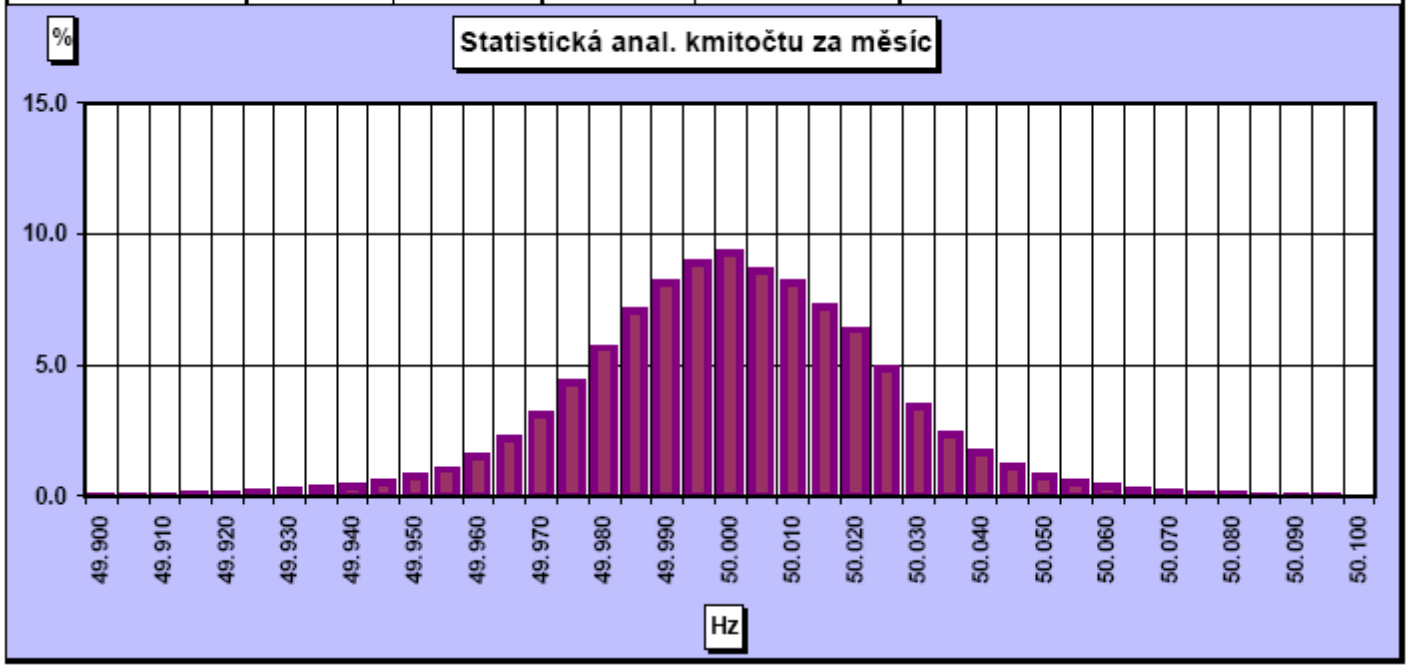
31 dní

kmitočet (Hz)	% z celkové doby 2010	% z celkové doby 2009	počet hodin 2010	počet hodin 2009
vyšší	0.0	0.0	0.0	0.0
50.100 - 50.150	0.0	0.0	0.0	0.0
50.051 - 50.100	2.0	2.8	15.0	20.9
49.950 - 50.050	96.4	95.4	717.0	709.8
49.900 - 49.950	1.6	1.8	12.0	13.3
49.850 - 49.900	0.0	0.0	0.0	0.0
nižší	0.0	0.0	0.0	0.0
celkem	100.0	100.0	744.0	744.0

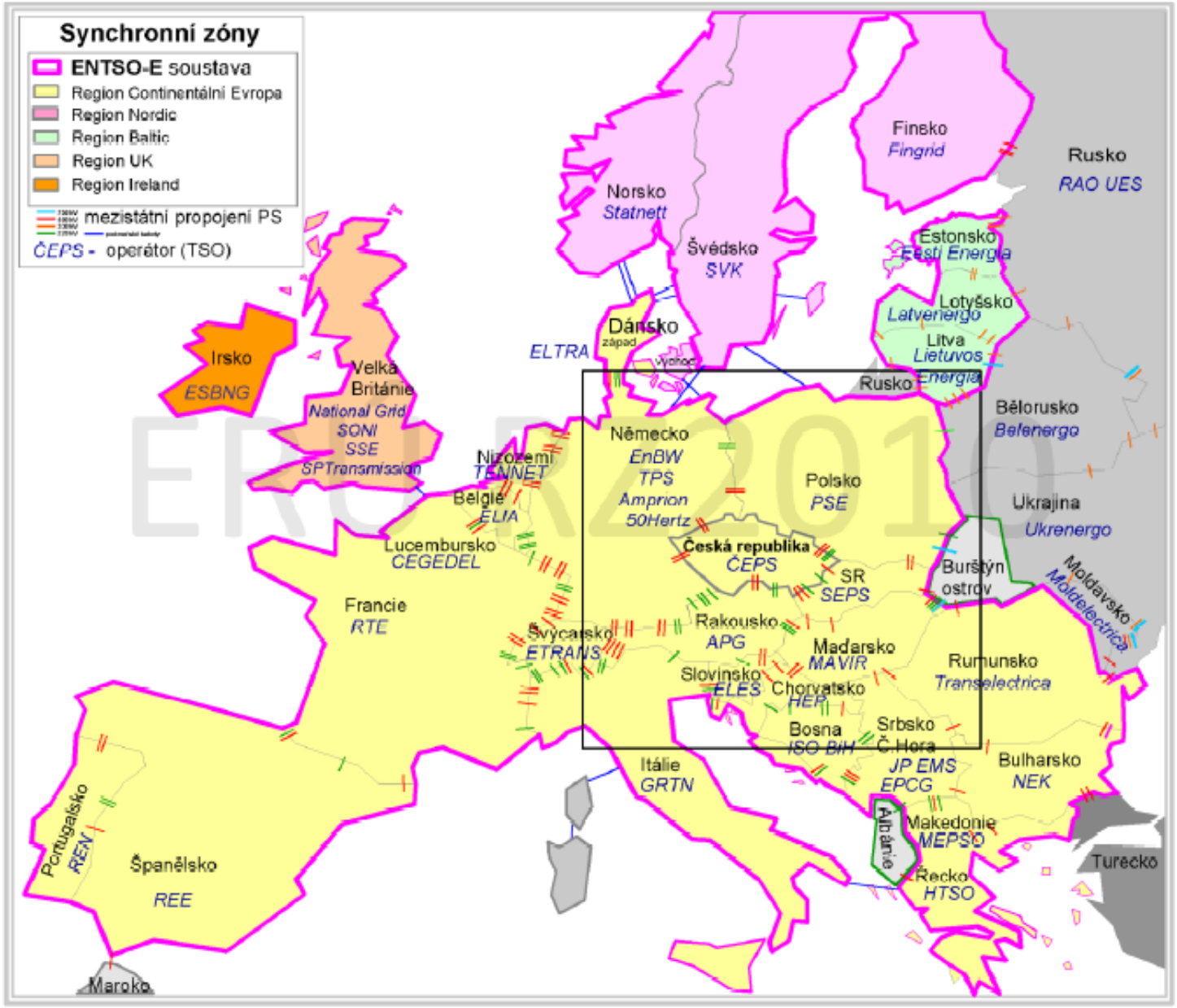
Statistické vyhodnocení provozu soustavy v 03/2010

Soustava ES ČR pracovala s průměr. měsíčním kmitočtem

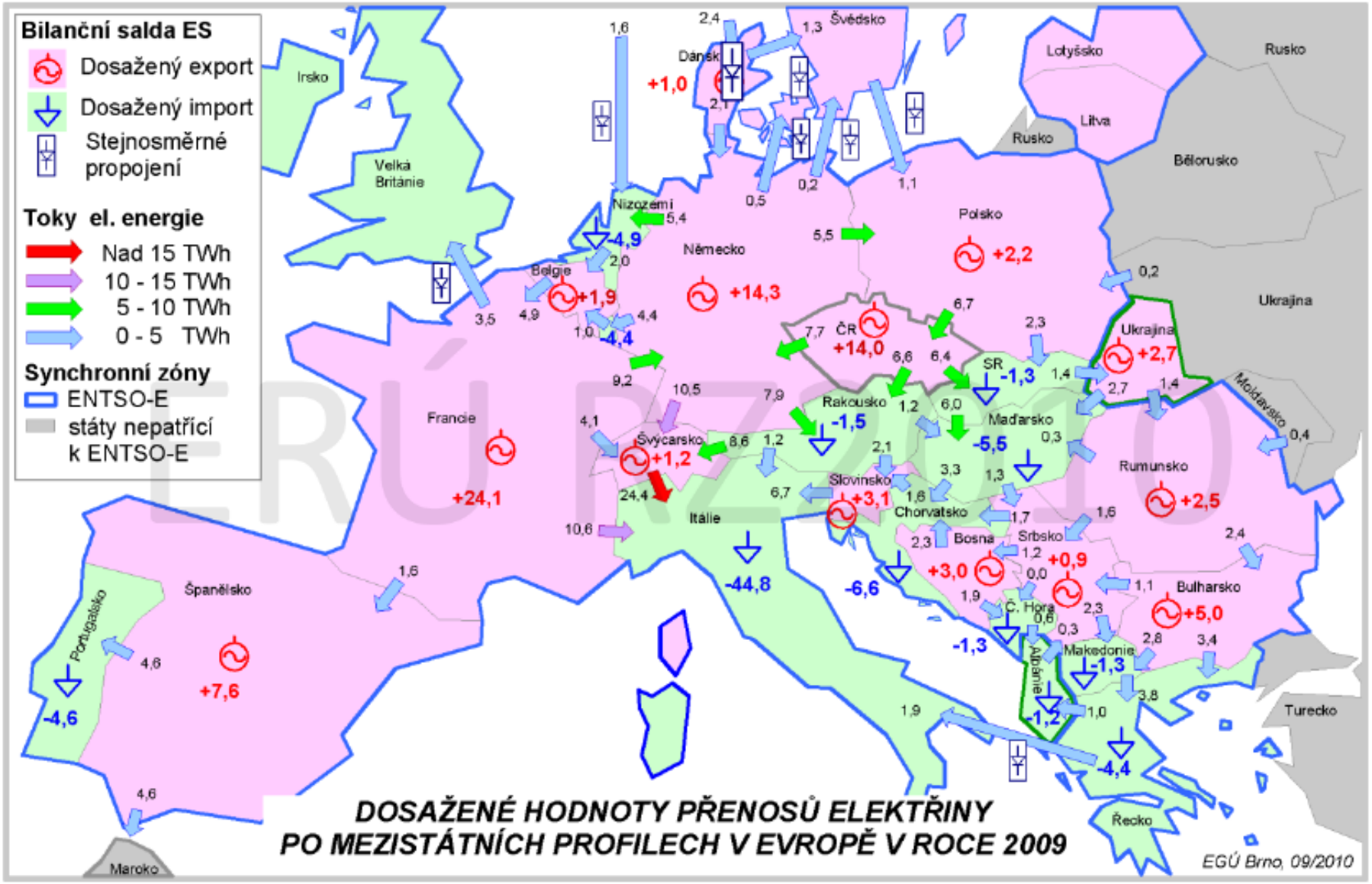
f = 49.999 Hz



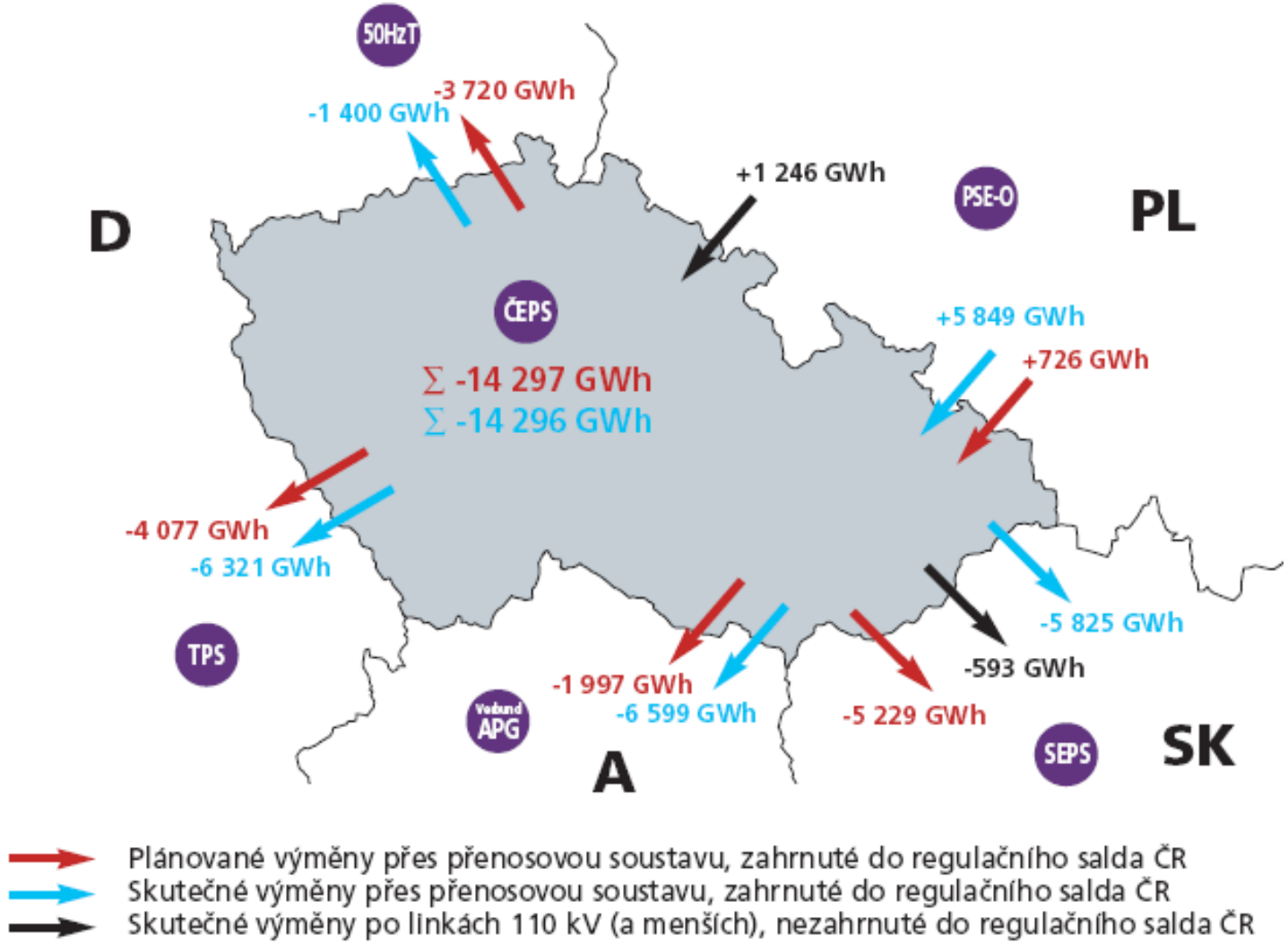
Propojené elektrizační soustavy v Evropě - 2010



Exporty, importy a fyzikální toky mezi ES Evropy



Přeshraniční toky (2009)



Plánované výměny přes přenosovou soustavu, zahrnuté do regulačního salda ČR
Skutečné výměny přes přenosovou soustavu, zahrnuté do regulačního salda ČR
Skutečné výměny po linkách 110 kV (a menších), nezahrnuté do regulačního salda ČR

ENTSO-E

- European Network of Transmission System Operators for Electricity
- 41 transmission system operators (TSOs)
- 34 European Countries
- 380 TWh of electricity exchange between member TSOs
- 532 million customers served by the represented power systems
- 880GW net generation capacity
- 3,200 TWh electricity consumption
- 305,000 km of transmission lines managed by the TSOs
- = UCTE + NORDEL + BALTSO + ATSOI + UKTSOA + ETSO

UCTE

- The Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity
- od r. 1951 koordinuje provoz a rozvoj mezinárodních přenosových sítí vvn
- technická pravidla a doporučení k udržení frekvence 50 Hz, tj. udržení rovnováhy mezi výrobou a spotřebou elektřiny
- jeden z nejrozsáhlejších synchronně pracujících elektrických systémů na světě
- decentralizované řízení podle technických pravidel, bez „supercentra“
- 24 zemí, 34 PPS, 620 GWe, 220 000 km vedení, 450 mil. zákazníků
- 120 mezinárodních vedení 400 a 220 kV, 12 ss podmořských kabelů
- cíle
  - **zajistit spolehlivý a bezpečný provoz propojených PS**
  - **snížit náklady na přenos (koordinace el. toků, sdílení záložních výkonů)**
  - **podpora mezinárodního trhu s elektrickou energií (právně, technicky)**
  - **rozvoj trhu a propojení směrem na JV Evropy a dále**
- výhody
  - **optimalizace využití instalovaných kapacit**
  - **zvýšení spolehlivosti, snížení dopadu výpadků**
  - **lepší řízení frekvence, minimalizace rušení**
  - **napěťová stabilita**
  - **snížení nutné rezervy výkonu**
  - **poskytování vzájemné výpomoci v případě nouze**

ATSOI

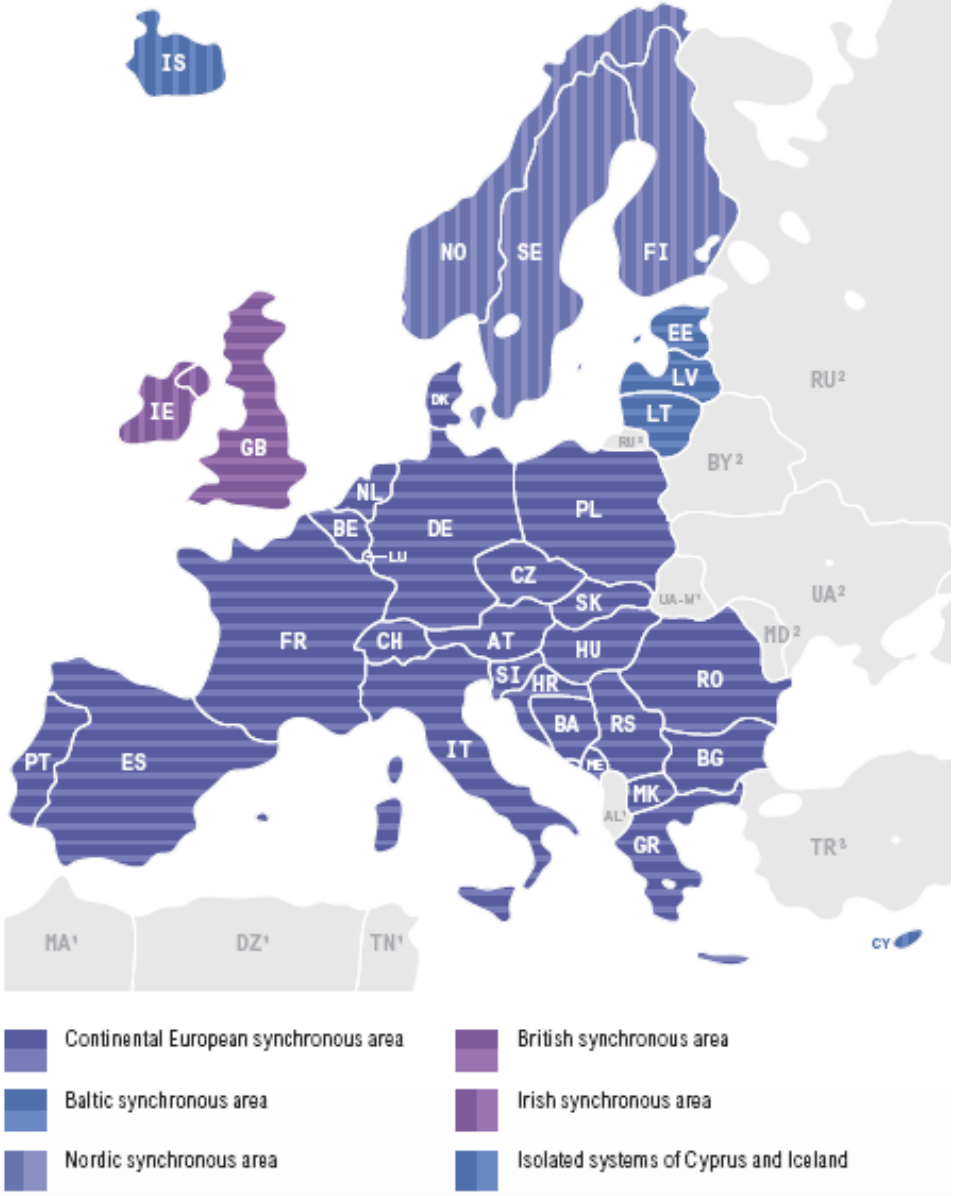
BALTSO

ETSO

NORDEL

UCTE

UKTSOA



¹ synchronous with the continental European system

² synchronous with the Baltic system

³ from September 2010 in trial synchronous operation with the continental European system

Struktura elektrizační soustavy

ATSOI - Association of the Transmission System Operators of Ireland

Association of the Transmission System Operators of Ireland was established for the coordinated activities between EirGrid and System Operator Norther Ireland (SONI).

BALTSO - Baltic Transmission System Operators

Founded on March 30, 2006 and was the cooperation organization of Estonian, Latvian and Lithuanian Transmission System Operators.

ETSO - European Transmission System Operators

Upon the emergence of the Internal Electricity Market (IEM) in the European Union, the leaders of ATSOI, UKTSOA, Nordel and UCTE recognised the need for an EU-wide harmonisation of network access and conditions for usage, especially for cross-border electricity trade.

Struktura elektrizační soustavy

NORDEL-

Founded in 1963 and was a body for co-operation between the transmission system operators in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden, whose objective was to create preconditions for a further development of an effective and harmonised Nordic electricity market.

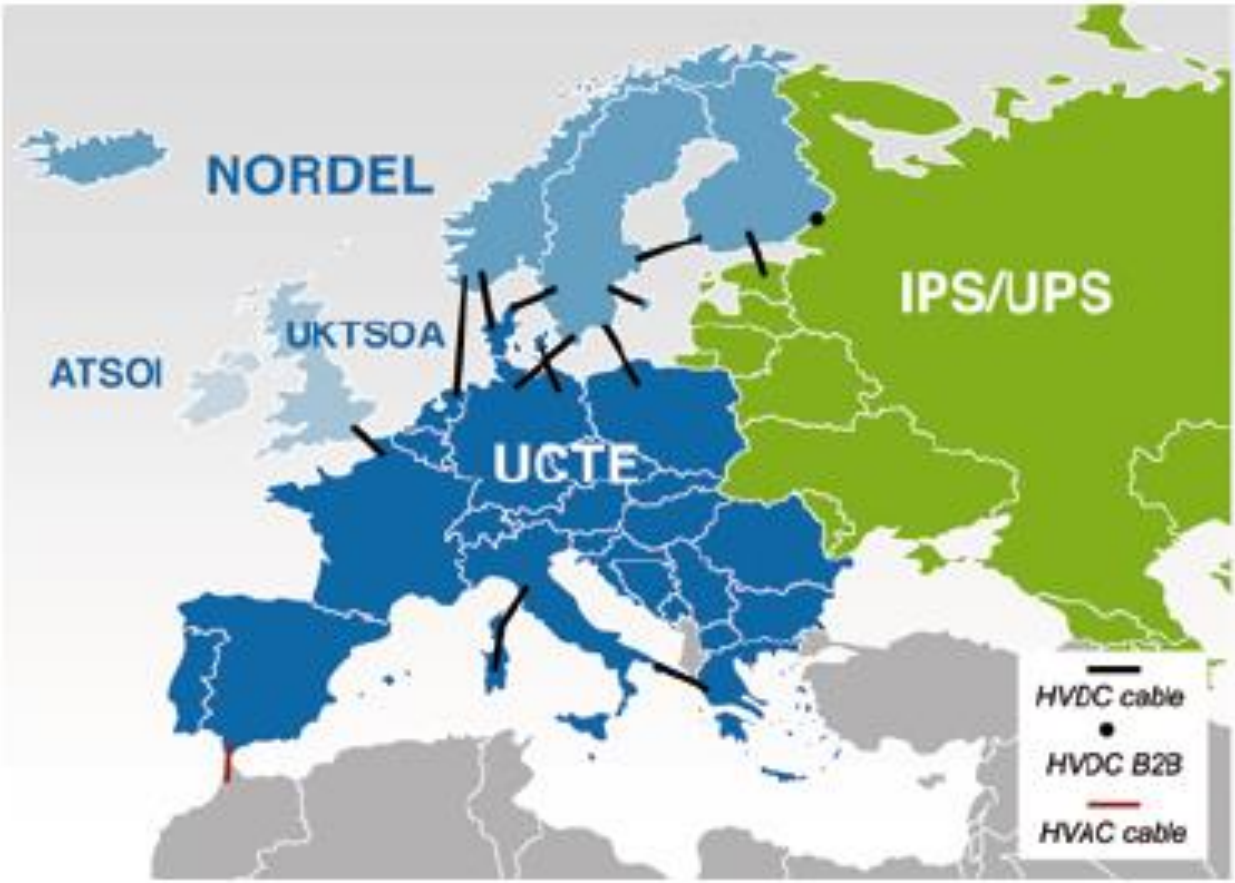
UCTE - Union for the Coordination of the Transmission of Electricity

- Since 1951, the Union for the Coordination of Production and Transmission of Electricity (UCPTE) had coordinated synchronous operations through meetings of experts and managers from at first a small number of interconnected companies at the interface of Switzerland, France and recommendations helped ensure reliable supply of electricity in Continental Europe. In 1999, UCTE re-defined itself as an association of TSOs in the context of the Internal Energy Market.
- 500 million people in one of the biggest electrical synchronous interconnections worldwide.
- In its final year of existence, UCTE represented 29 transmission system operators of 24 countries in continental Europe.

UKTSOA - UK Transmission System Operators Association

The United Kingdom Transmission System Operators Association was established for the coordinated activities between the TSOs of the United Kingdom.

Propojené soustavy v Evropě



UCTE
Capacity: 631 GW
Peak load: 390 GW
Consumption: 2530 TWh
Population: 450 m

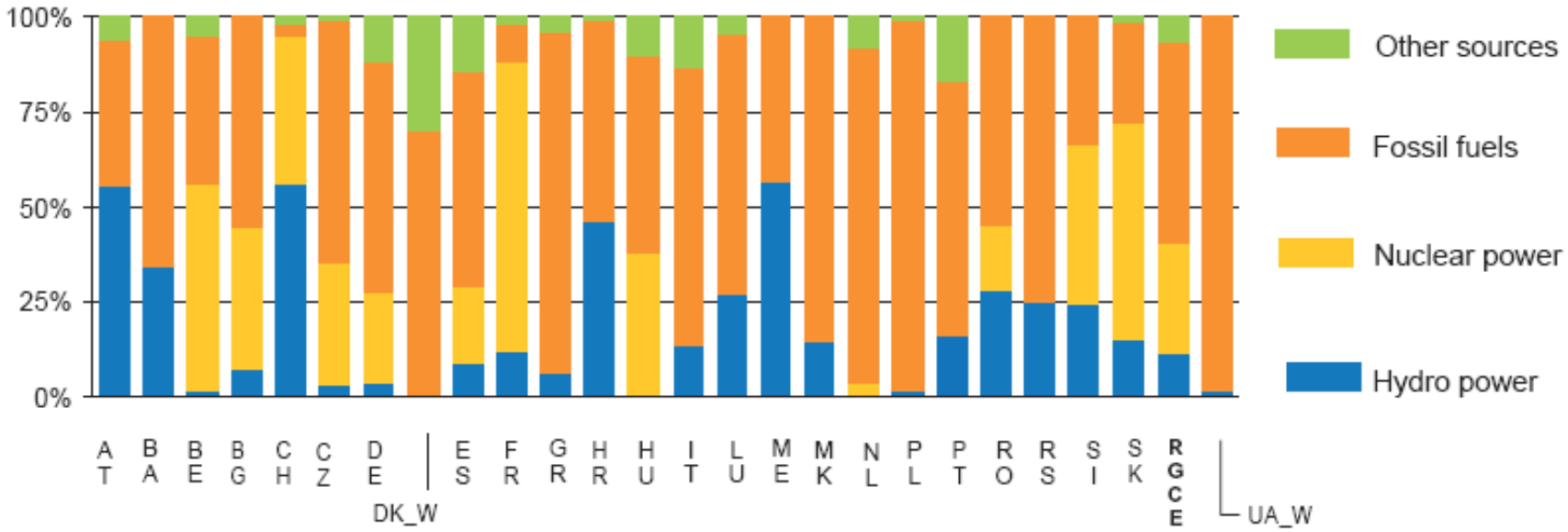
IPS/UPS
Capacity: 337 GW
Peak load: 215 GW
Consumption: 1285 TWh
Population: 280 m

NORDEL
Capacity: 94 GW
Peak load: 66 GW
Consumption: 405 TWh
Population: 24 m

ATSOI / UKTSOA
Capacity: 85 GW
Peak load: 66 GW
Consumption: 400 TWh
Population: 65 m

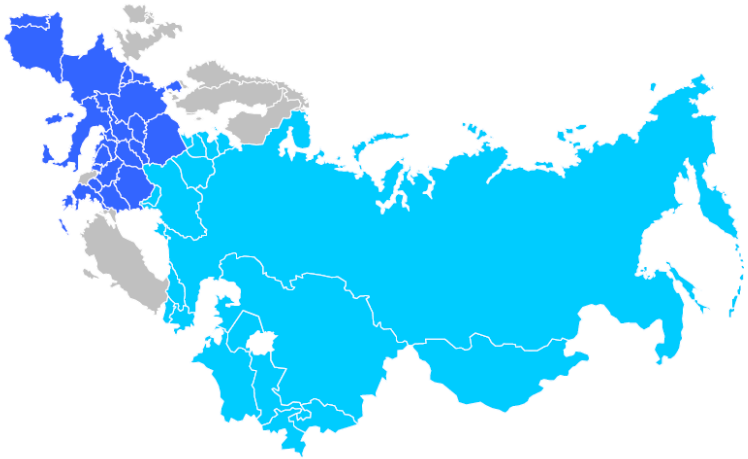
Regional Group Continental Europe (UCTE)

- **roční výroba (bez VS)**



UCTE

- 1995 – synchronizace CENTREL (PL, CZ, SK, H)
- 2003 – připojení Bulharska a Rumunska
- 2003 – připojení Burštýnského ostrova (Ukrajina)
- 2004 – opětovná synchronizace až s Řeckem (oddělení 1991, Jugoslávie)
- budoucnost?
  - **připojení Turecka**
  - **propojení Tuniska a Libye → Sýrie a Libanon**
    → „středomořský kruh“
  - **propojení UCTE a IPS/UPS (bývalý SSSR)**
    → systém 900 GW Pinst, 800 mil. zákazníků, 10 časových pásem



UCTE

UCTE IPSUPS study

The Feasibility of Synchronous Interconnection between IPS/UPS and UCTE

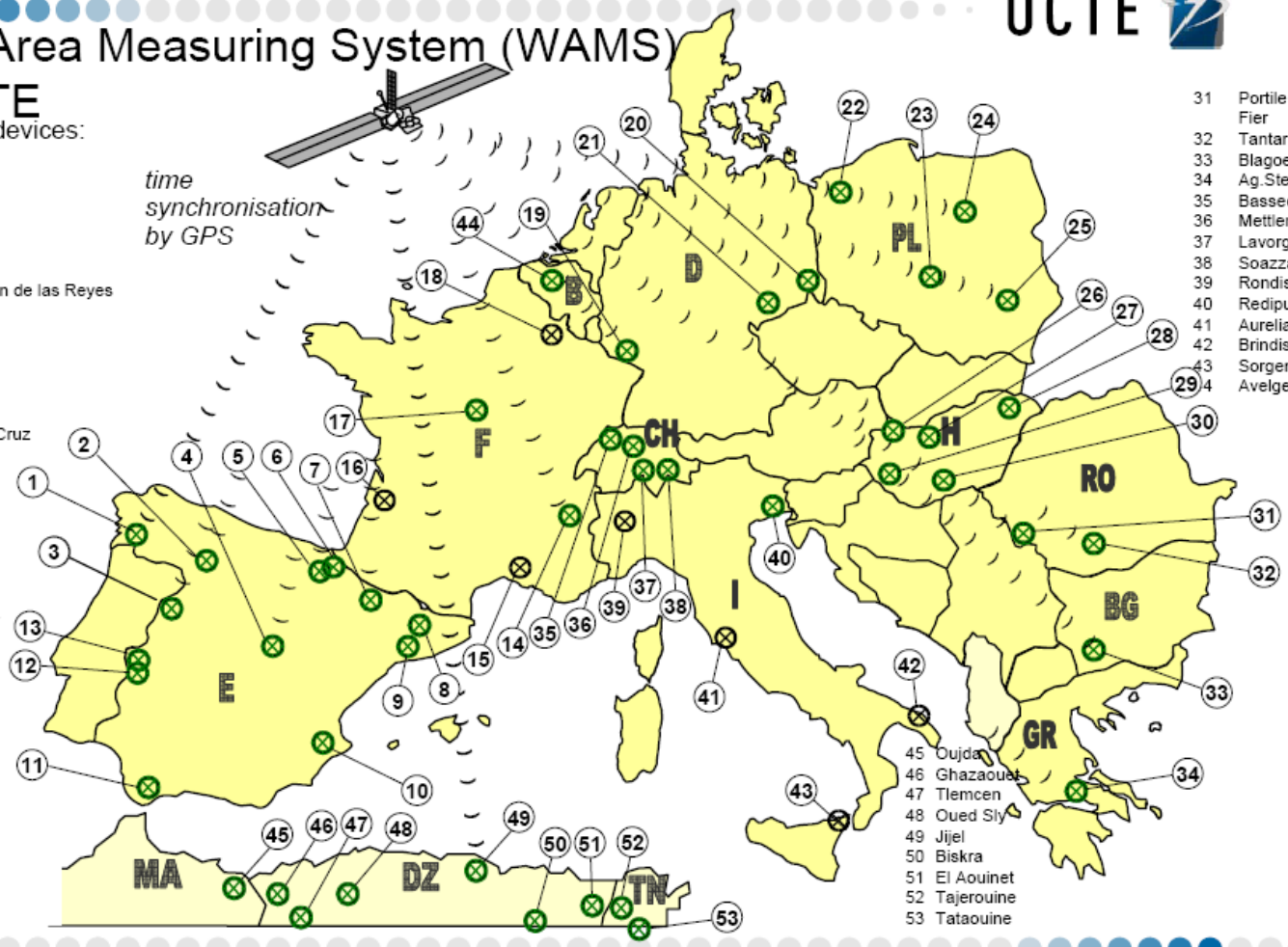
UCTE

Wide Area Measuring System (WAMS) in UCTE

measuring devices:

- ⊗ installed
- ⊗ planned

1 Cartelle
2 Montearenas
3 Aldeadavila
4 San Sebastian de las Reyes
5 Hernani
6 Arkale
7 Biescas
8 Vic
9 Rubi
10 Benejama
11 Puerto de la Cruz
12 Cedillo
13 Saucelle
14 Albertville
15 Tavel
16 Saucats
17 Tabarderie
18 Lonny
19 Uchtelfangen
20 Hagenwerder
21 Röhrsdorf
22 Krajnik
23 Wielopole
24 Rogowiec
25 Polaniec
26 Györ
27 Göd
28 Sajoszöged
29 Heviz
30 Paks



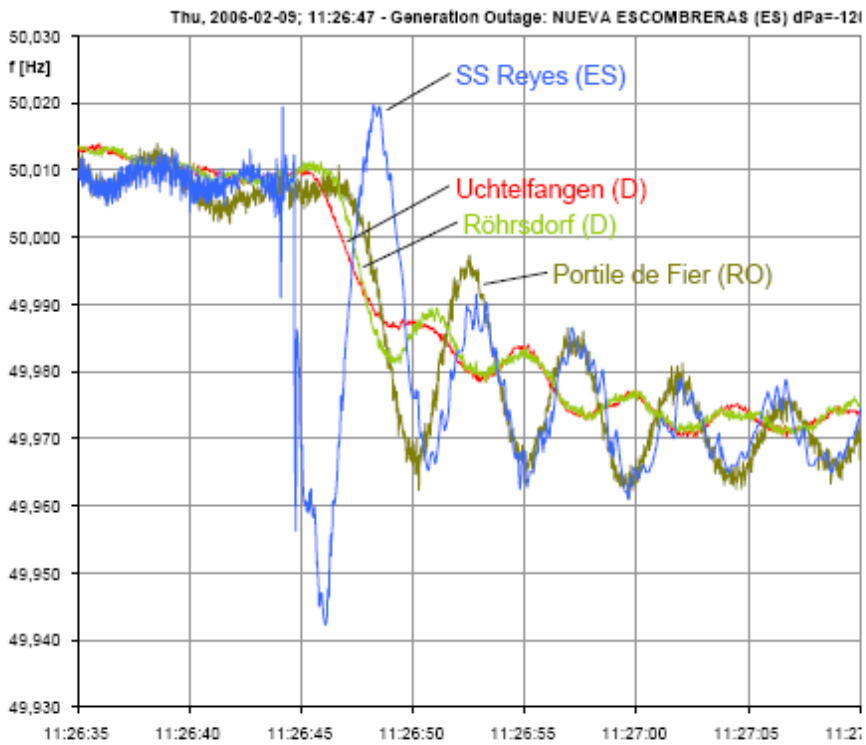
31 Portile de Fier
32 Tantareni
33 Blagoevgrad
34 Ag.Stefanos
35 Bassecourt
36 Mettlen
37 Lavorgo
38 Soazza
39 Rondissone
40 Redipuglia
41 Aurelia
42 Brindisi
43 Sorgente
44 Avelgem

45 Oujda
46 Ghazaouet
47 Tlemcen
48 Oued Sly
49 Jijel
50 Biskra
51 El Aouinet
52 Tajerouine
53 Tataouine

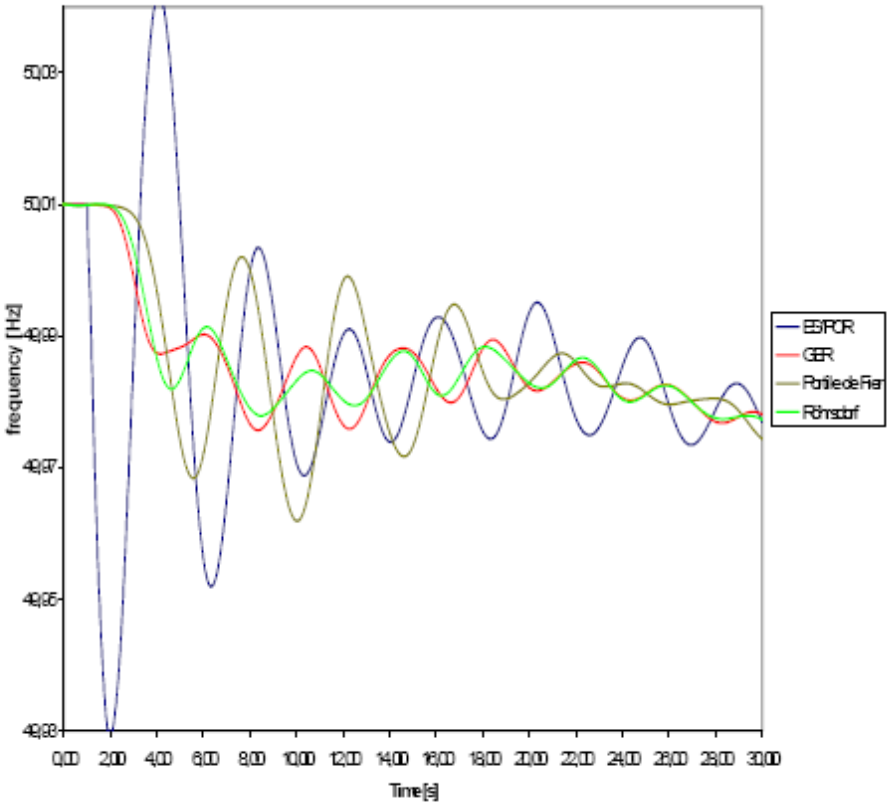
UCTE

- **výpadek 1200 MW ve Španělsku 9.9.2006**

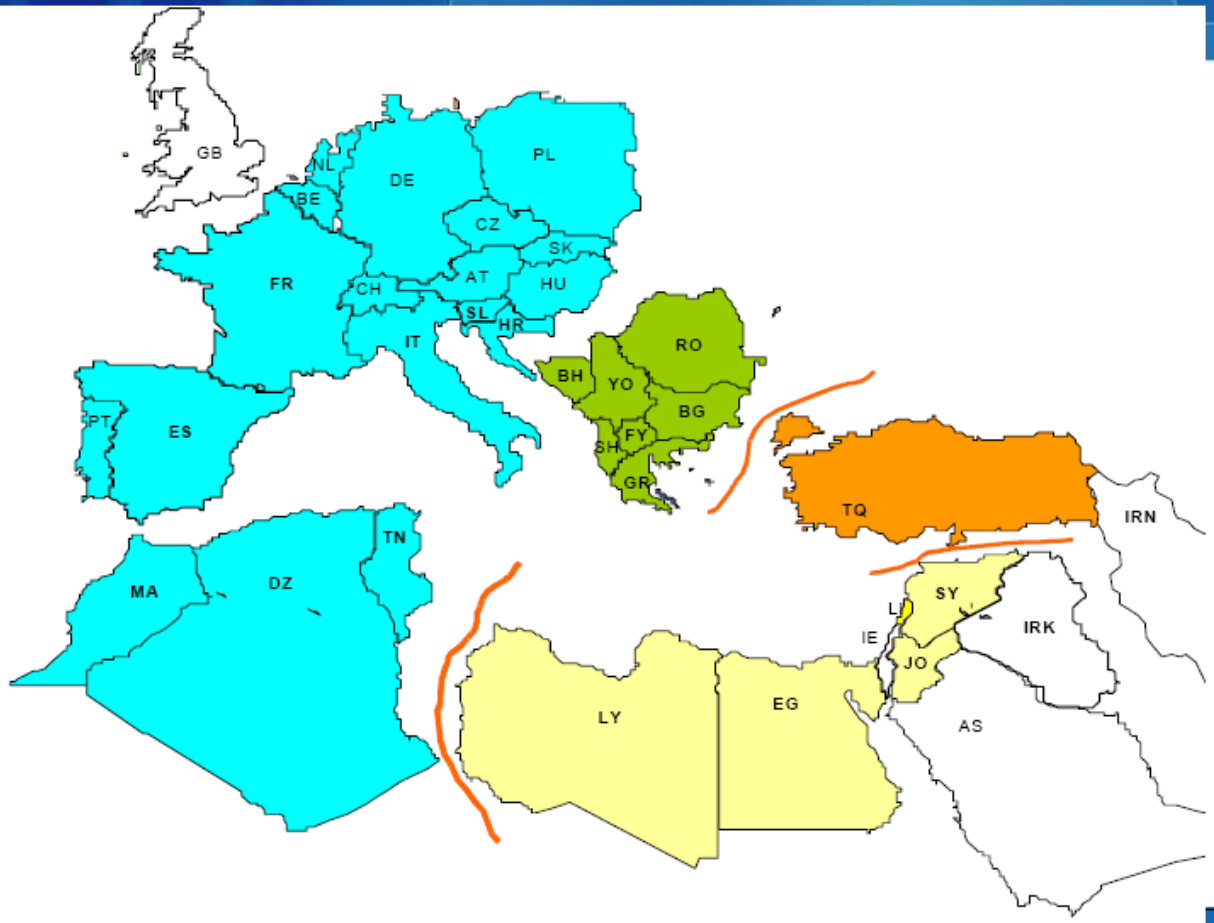
recordings



simulations with study model



TUNISIA-LIBYA



Dotvoření kruhu okolo Středozemního moře vyžaduje nové technologie. Řešením je výstavba HVDC pomocí podmořských kabelů.

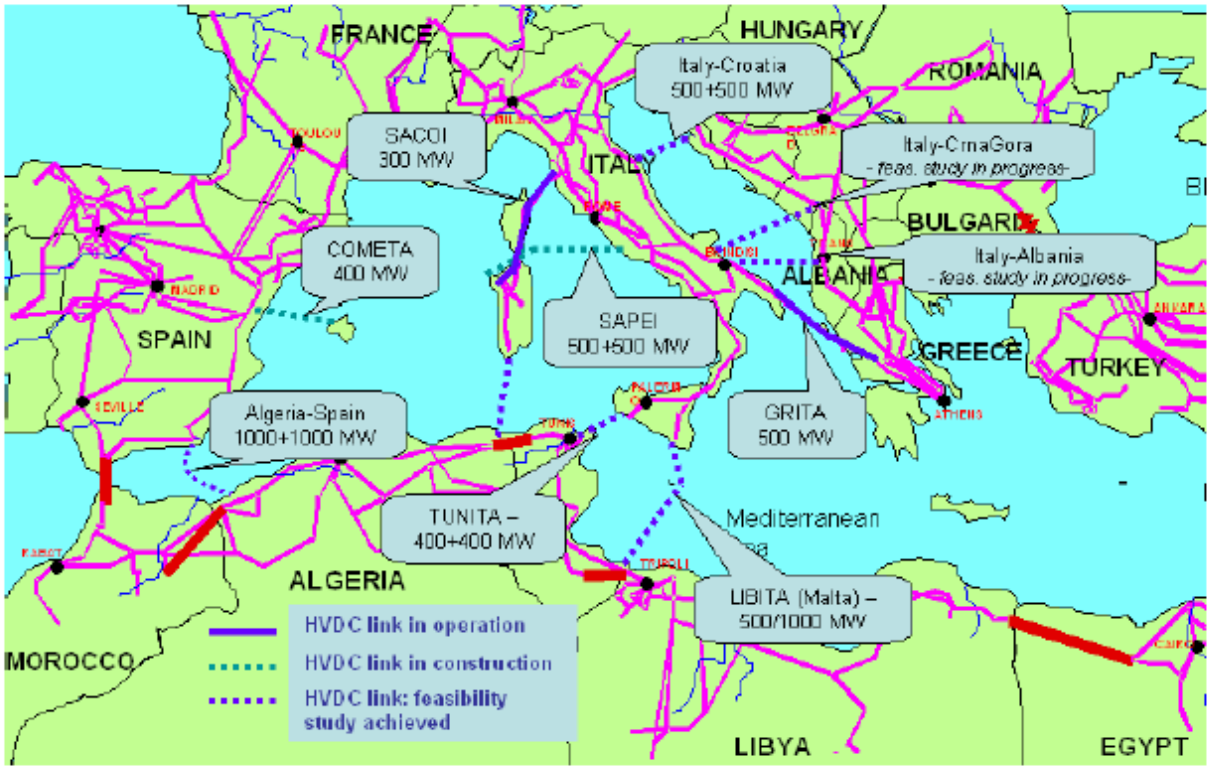


Fig. 1 Existing and future HVDC links in the Mediterranean basin

HVDC AND POWER ELECTRONICS

V současné době je v Japonsku v provozu 6 HVDC v přenosovém systému
- Shin Shinano frequency converter No.1 v provozu již 30 let, 2009 naplánována rekonstrukce
- Higashi Shimizu frequency converter station, stavba 1994-2000, 2006 plný komerční provoz
- Hokkaido-Honshu HVDC Link, v provozu od 1979, modernizace 2008

Japonské HVDC můžeme rozdělit do tří skupin
(1) BTB pro konverzi frekvence
Japonský elektroenergetický systém se skládá:

z východního	50 Hz	76 GW se 3 společnostmi
ze středozápadního	60Hz	96 GW se 6 společnostmi

Tyto dva systémy jsou propojeny ze třemi FCs, 1000 MW celkem
Sakuma, Shin Shinano and Higashi Shimizu.
(2) Podmořské kabelové spojení DC Hokkaido-Honshu a Kii kanál kabel caa 50 km.
HVDC přenos pracuje především z ekonomických důvodů
(3) BTB aby se vyhnulo velkému kruhovému toku Minami Fukumitsu.

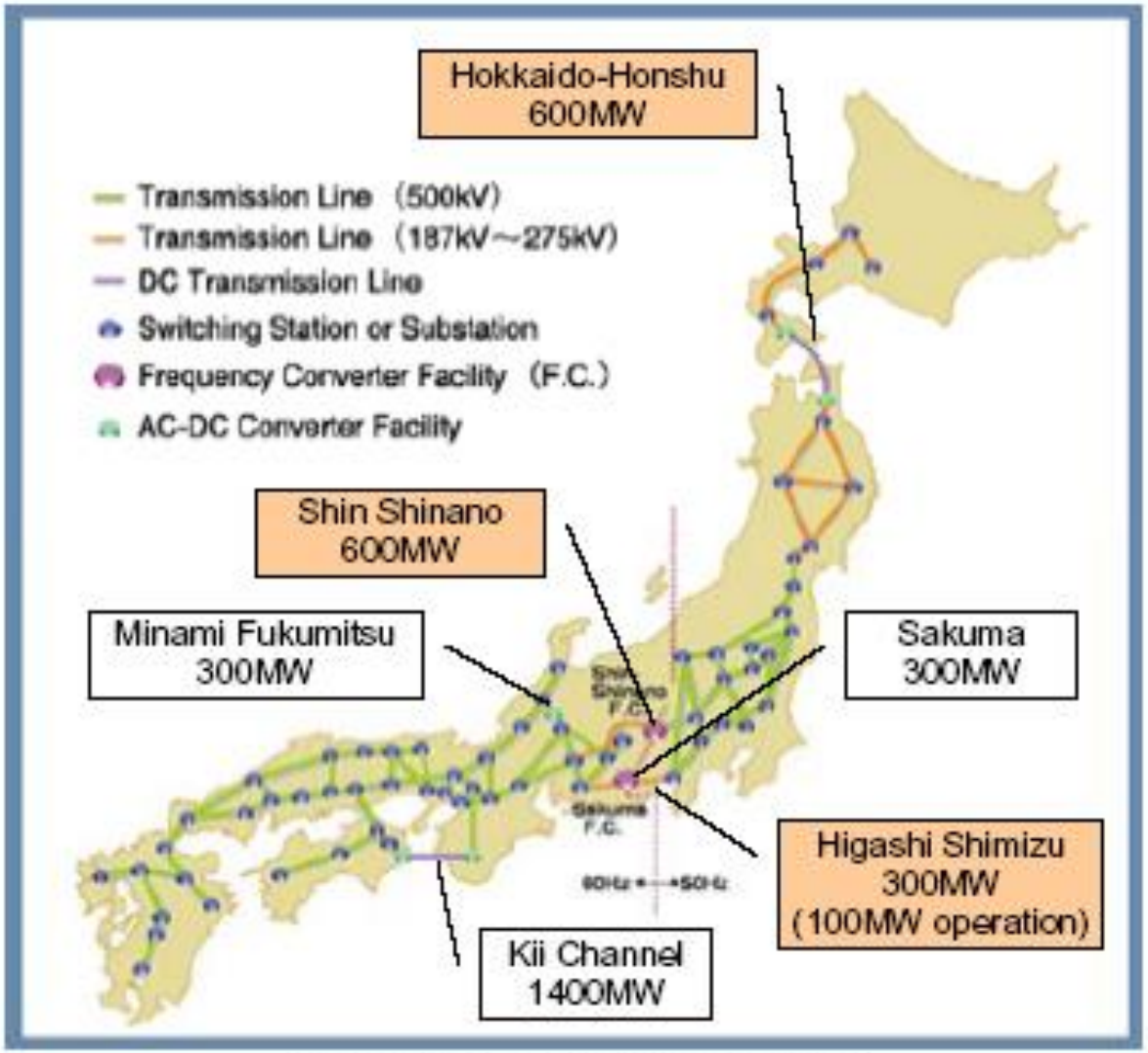


Fig. 1 HVDC schemes in Japan

První New Zealand HVDC bipole link byl zprovozněn v roce 1965 rated +/- 250 kV and 600 MW ještě s rtuťovými lampami (MAV) mezi Benmore and Haywards.
Mezi 1987 a 1992 došlo k rekonstrukci

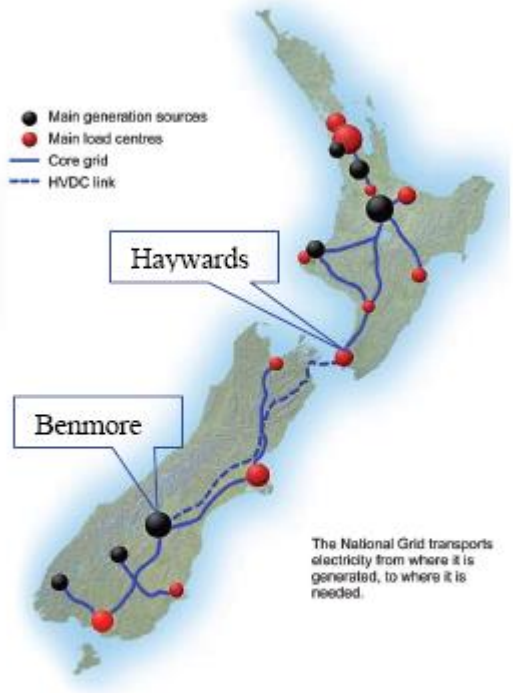


Figure 1 New Zealand Hybrid HVDC link between Benmore and Haywards

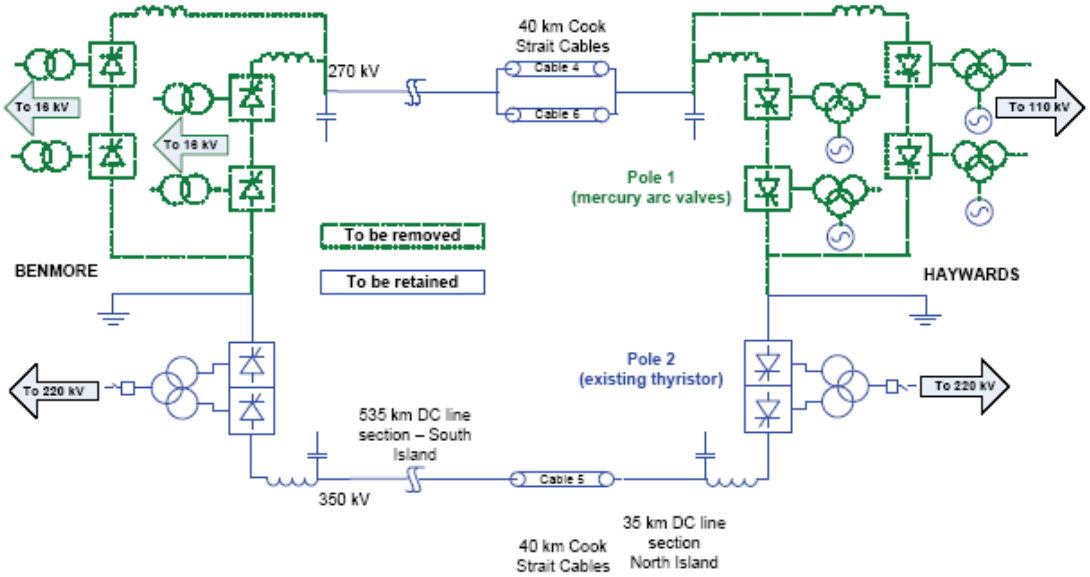


Figure 2 New Zealand Hybrid HVDC link (Established in 1992)

Stát Baja California Sur (BCS) je jedním z 32 států v Mexico, je tam boom spotřeby, v roce 2005 tam byla spičková spotřeba 266 MW, pro rok 2010 se odhaduje spotřeba 340 MW.
Soustava BCS je nepropojena s ostatními státy.
Pro HVDC se vybrala hladina 230 kV.

Fig. 1 Schematic diagram for the BCS grid and portion of the Northwestern Area

The HVDC model chosen for the study has the following characteristics:

- Maximum voltage ±150 kV
- Base power 373 MVA
- Direct current 1 233 A
- DC Cable Size 1000 mm^2, Cu

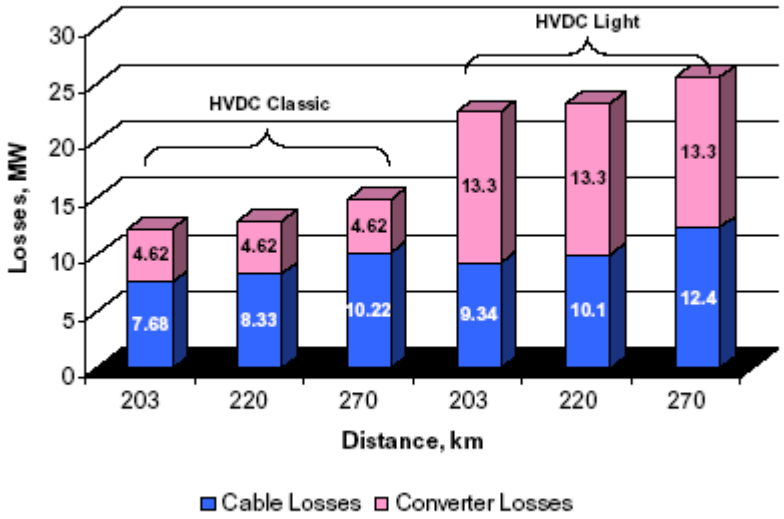


Fig. 6 Comparison of power losses between HVDC Light and Classic

HVDC spojení v jižní části Afriky, protože se jedná o velké vzdálenosti jsou diskutována různá řešení DC i AC. Eskom v JAR má naplánováno spojení s 2000 MW o napětí 500 kV Bipole HVDC s dynamickým řízením pro udržování stability Mpumalanga – Cape (North-South).

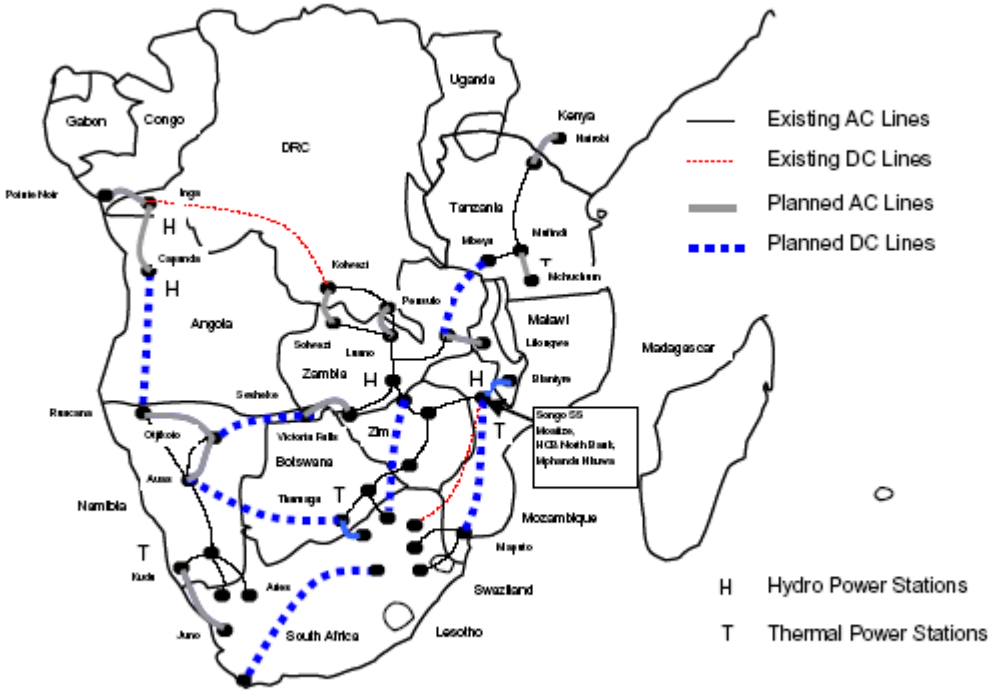


Figure 1: Possible dc interconnectors in the SAPP

HVDC spojení v jižní části Afriky, protože se jedná o velké vzdálenosti jsou diskutována různá řešení DC i AC. Eskom v JAR má naplánováno spojení s 2000 MW o napětí 500 kV Bipole HVDC s dynamickým řízením pro udržování stability Mpumalanga – Cape (North-South).

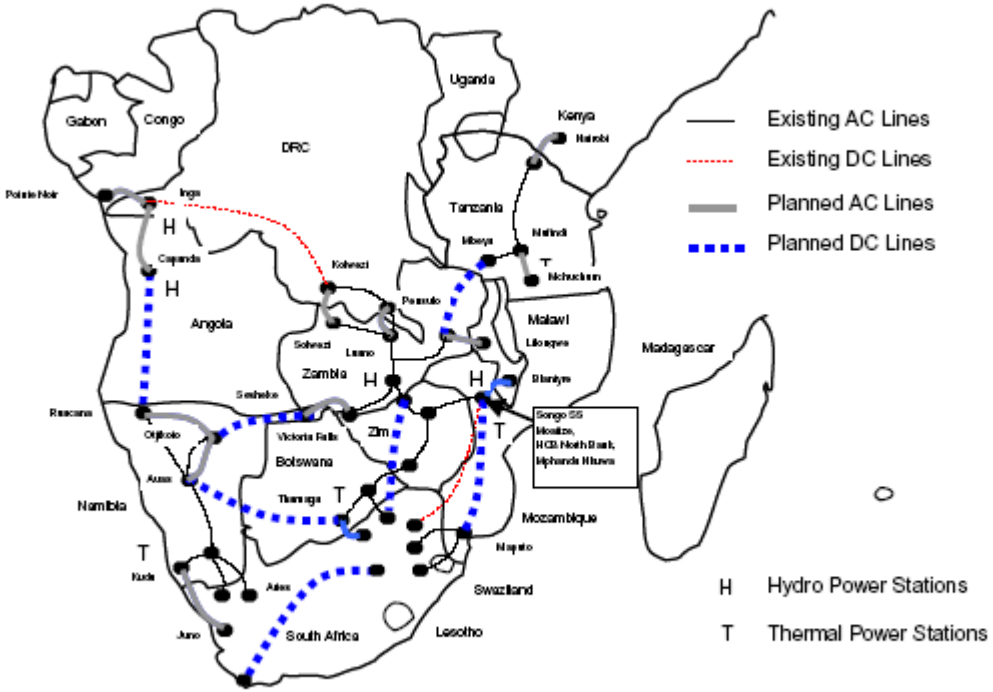


Figure 1: Possible dc interconnectors in the SAPP

Elektrárna Itaipu má celkem 18 strojů po 700 MW , polovina je na 60 Hz a a druhá část je na 50 Hz .50 Hz část patřící Paraguayi je převedena na DC a s HVDC je odvedena do oblasti velkých aglomerací na pobřeží. Stejnosměrný systém pomáhá udržovat stabilitu v brazilské 60Hz síti.

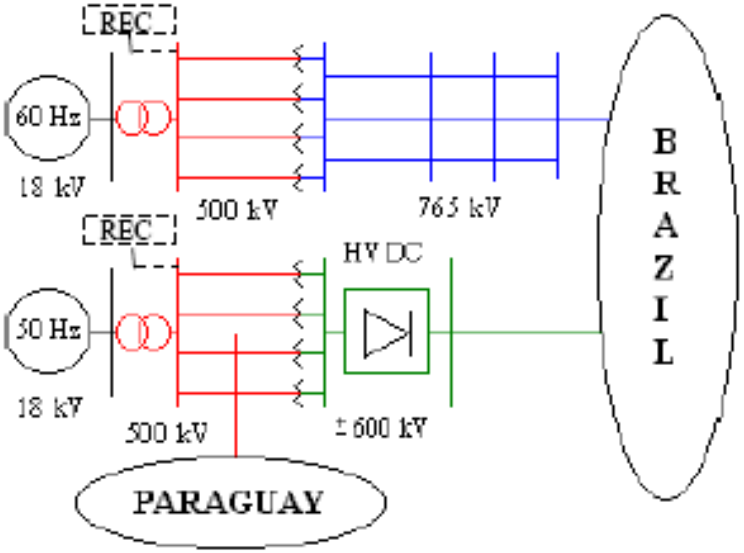


Figure 1 – Itaipu's Transmission System.

V současné době je navrhuje mezinárodní spojení mezi Kuwaitem, Saudi Arabia (60Hz) , Bahrainem a Quatarem.
Buduje se 600 MW spojka BTB

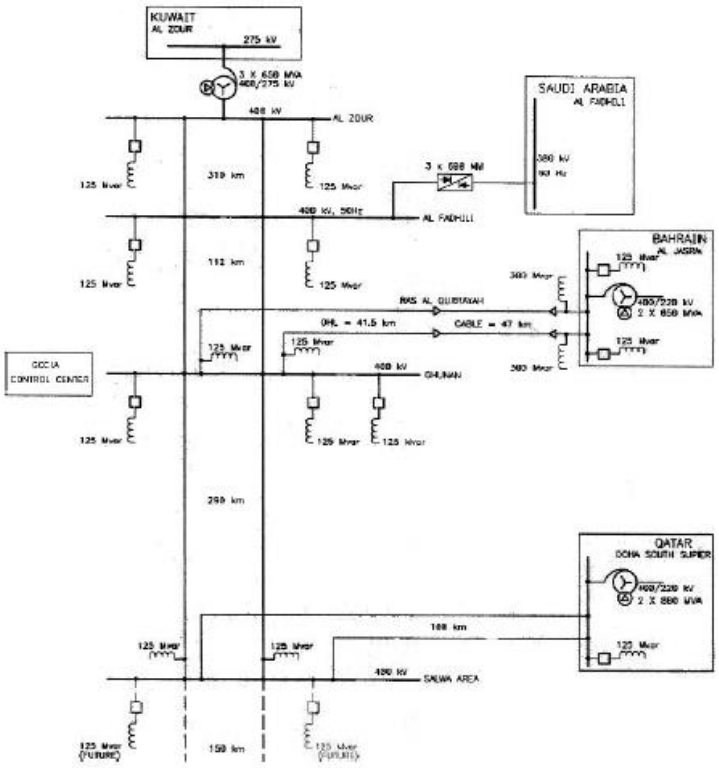


Figure 1 Route of the GCCIA inter-connector

V současné době se plánuje řada HVDC o napětí 800 kV
a tím vyvstává problém s testováním a normalizací zkoušek

Figure 8: Converter Transformer for Yunnan-Guangdong Project in test field

The converter equipment's withstand voltages and test values have been calculated based on IEC standards and are summarized in the following table:

test/ design values	Tranformer 800 kV valve side	Tranformer Bush. 800 kV valve side	DC Wall Bushing	800 kV DC Yard Equipment
switching impulse protective level	1344 kV	1344 kV	1344 kV	1330 kV
switching impulse withstand voltage	1600 kV	1760 kV	1600 kV	1600 kV
(ratio SIPL/SIWV)	1.19	1.31	1.19	1.20
lightning impulse protective level	1344 kV	1344 kV	1344 kV	1579 kV
lightning impulse withstand voltage	1800 kV	1980 kV	1800 kV	1950 kV
(ratio LIPL/LIWV)	1.34	1.47	1.34	1.23
ac withstand test voltage	905 kV	1054 kV	n.a.	n.a.
dc withstand test voltage	1250 kV	1455 kV	1200 kV	1200 kV
polarity reversal test voltage	965 kV	1124 kV	1000 kV	1000 kV