



TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH  
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY  
Katedra elektroenergetiky



# Rozvoj elektroenergetiky na Slovensku

Dr. h. c. prof. Ing. Michal Kolcun, PhD.

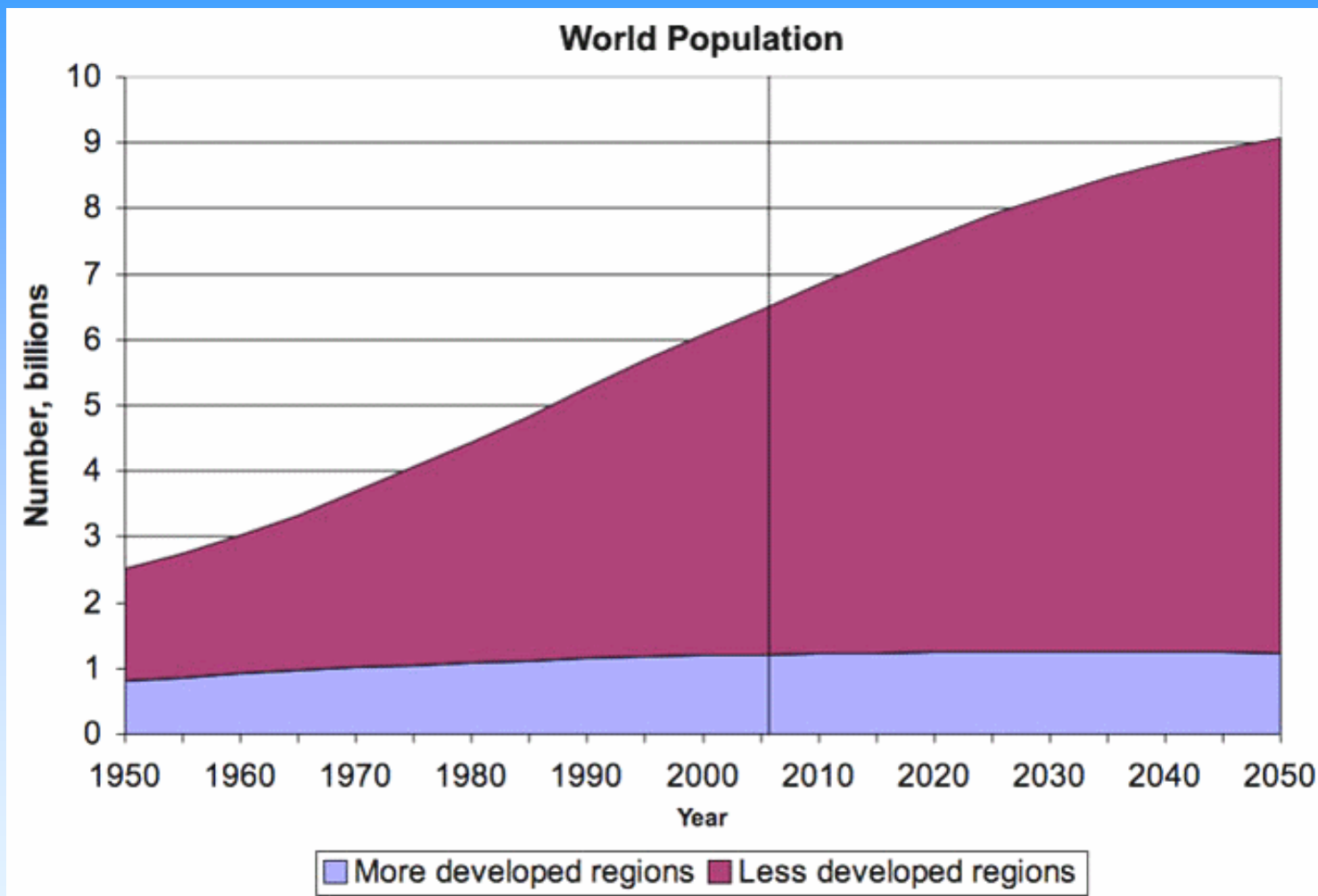
Šarpanec, 8. novembra 2012

# Obsah

- *Úvod*
- *Spotreba energie*
- *Výroba elektrickej energie*
- *Budúcnosť elektrární*
  - Jadrové elektrárne
  - Obnoviteľné zdroje energie
- *Záver*

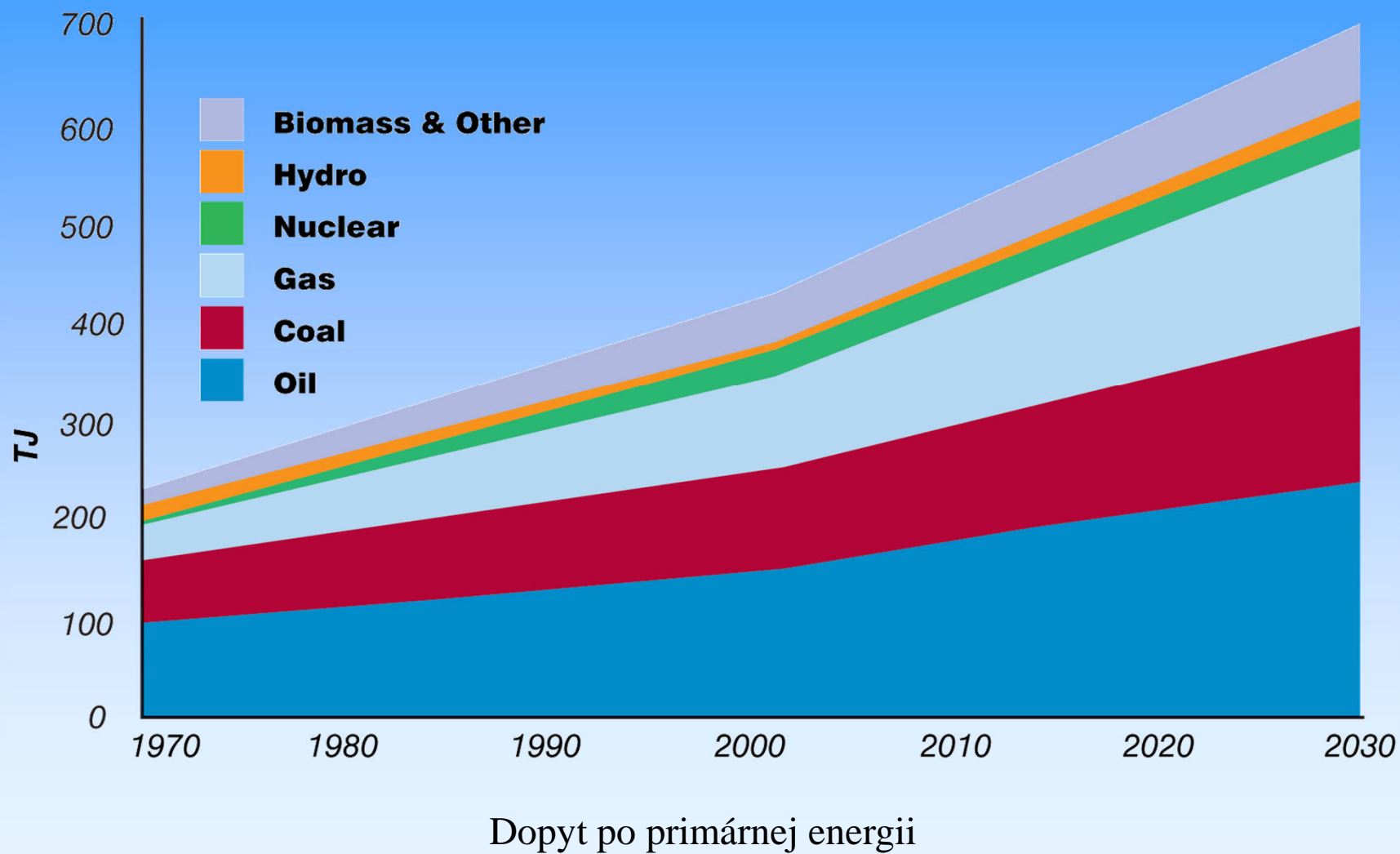


# Vývoj nárastu populácie vo svete

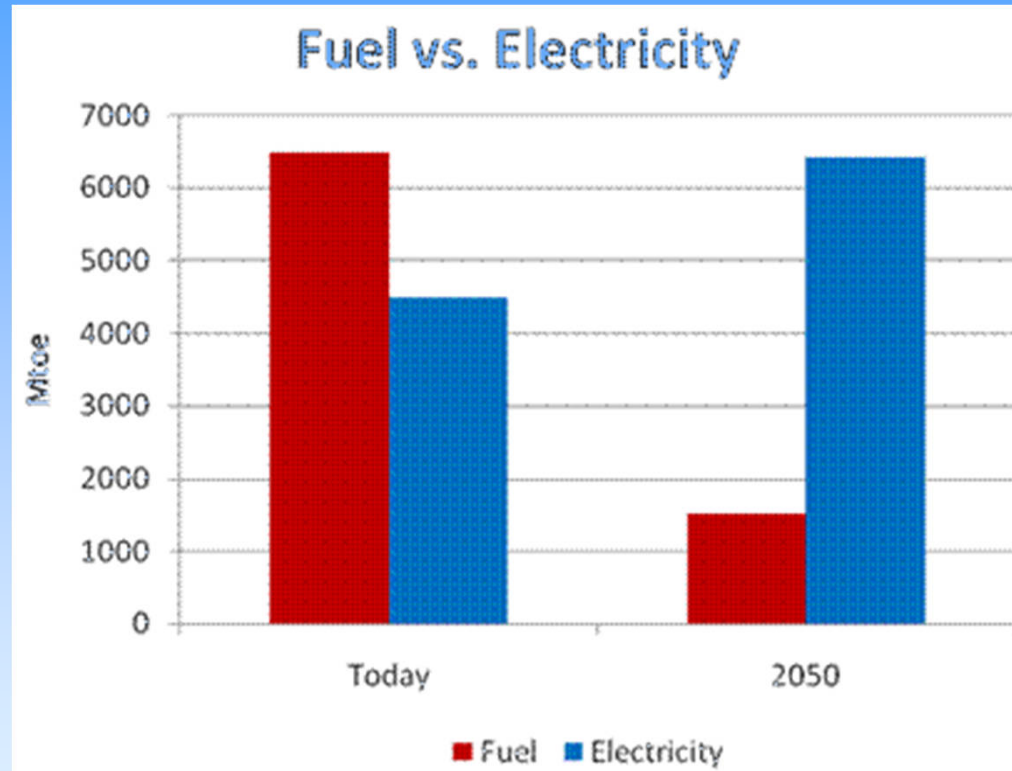


Svetová populácia rastie, ale tempo rastu je zaznamenané hlavne u menej rozvinutých krajín  
(zdroj: Organizácia spojených národov, World Population Prospects)

# Vývoj spotřeby energie vo svete

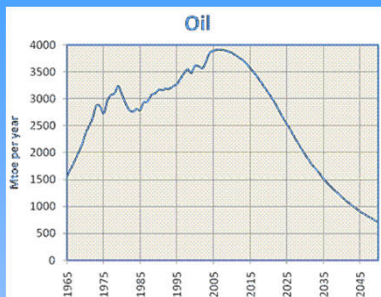


# Vývoj spotreby ropy a elektrickej energie

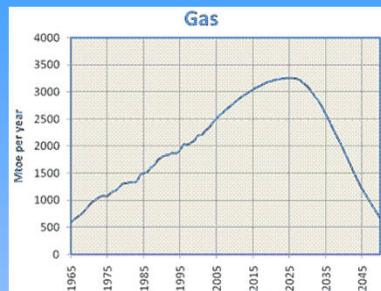


Využitie ropy a elektrickej energie dnes a v roku 2050

# Využívanie energetických zdrojov do roku 2050



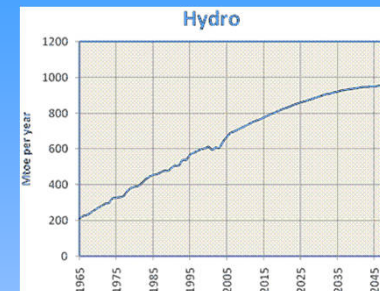
Ropa, 1965 do 2050



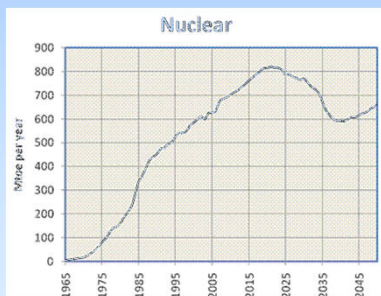
Plyn, 1965 do 2050



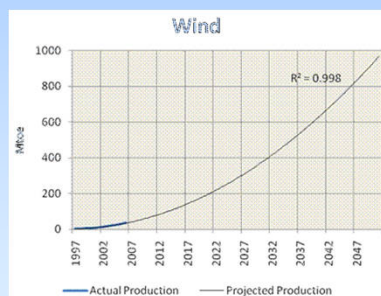
Uhlie, 1965 do 2050



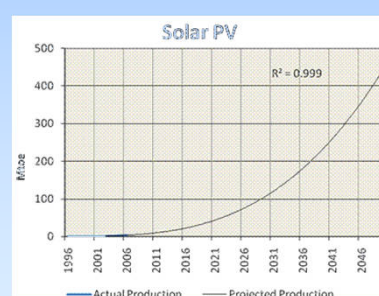
Voda, 1965 do 2050



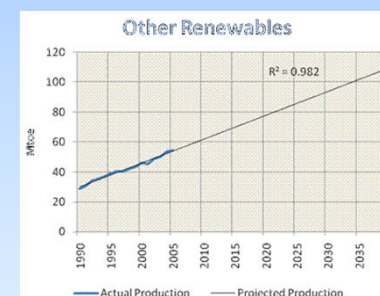
Jadro, 1965 do 2100



Vietor, 1997 do 2050



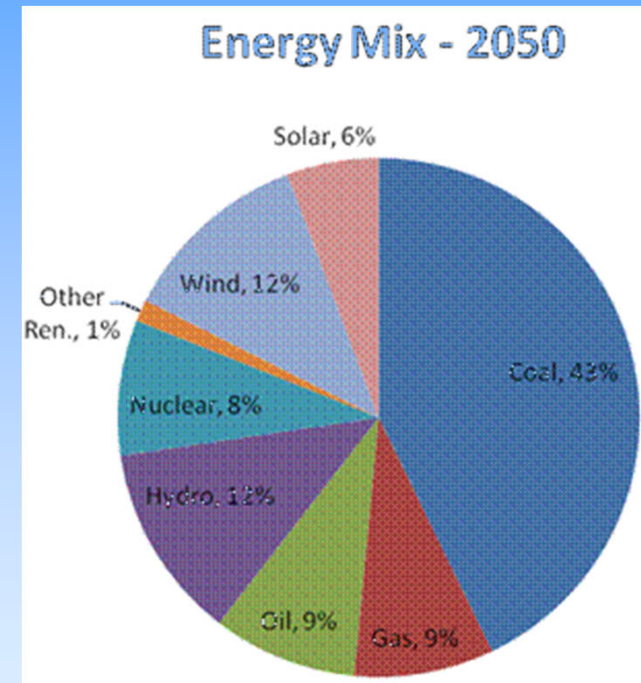
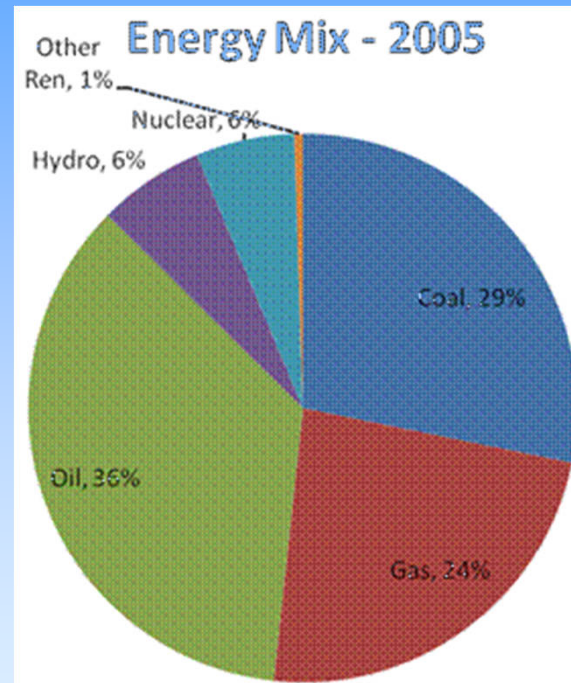
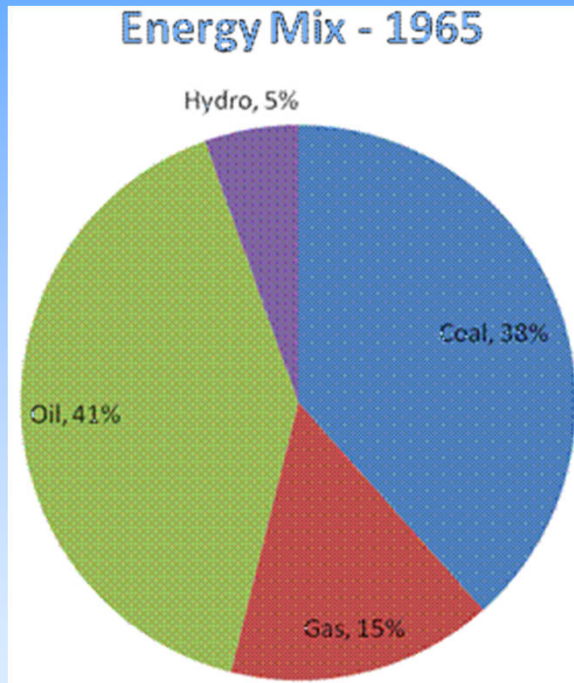
Slnko, 1996 do 2050



Iné OZE, 1990 do 2100

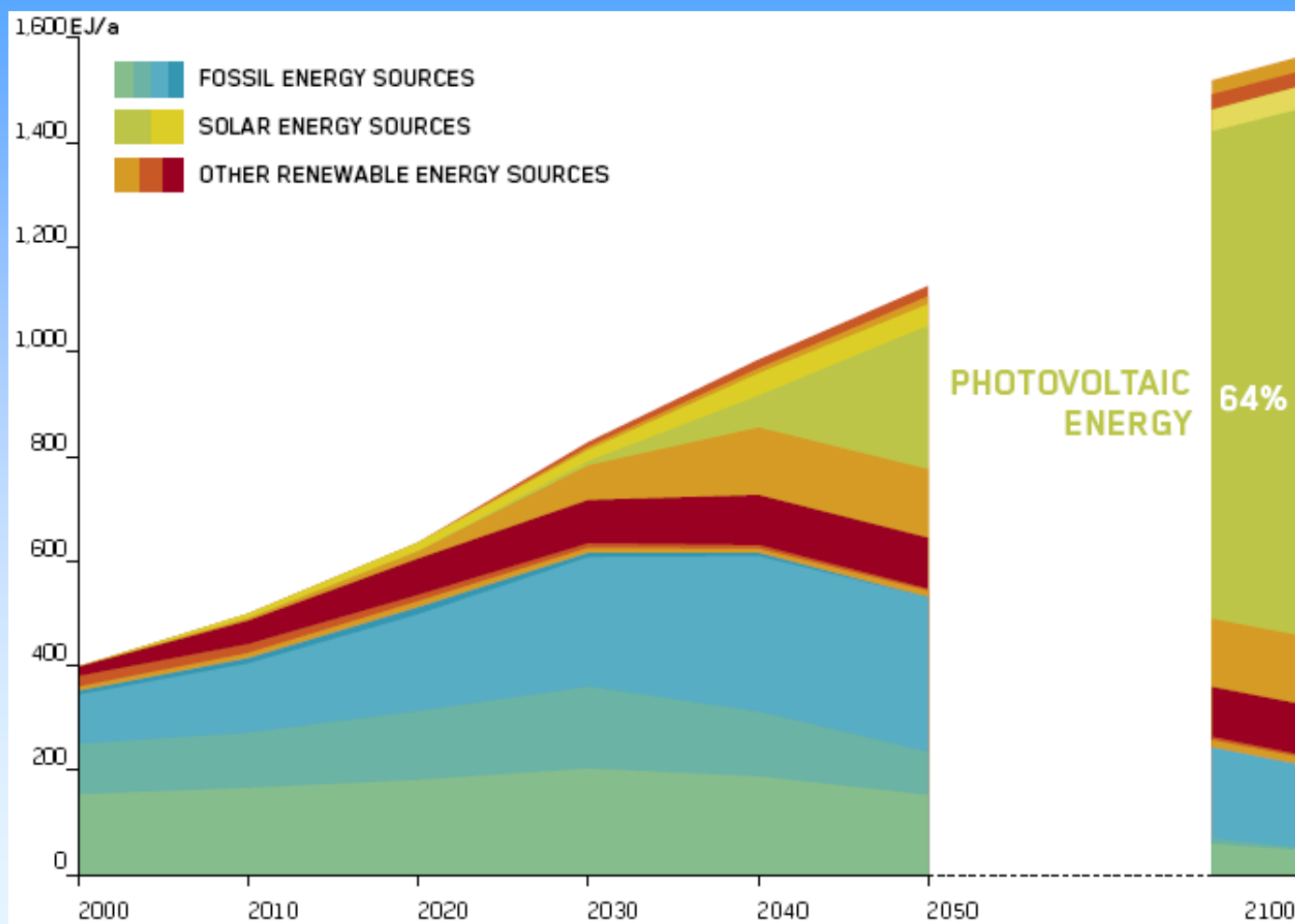


# Celkové využívanie energetických zdrojov



Využívanie energetických zdrojov v roku 1965, 2005 a v roku 2050

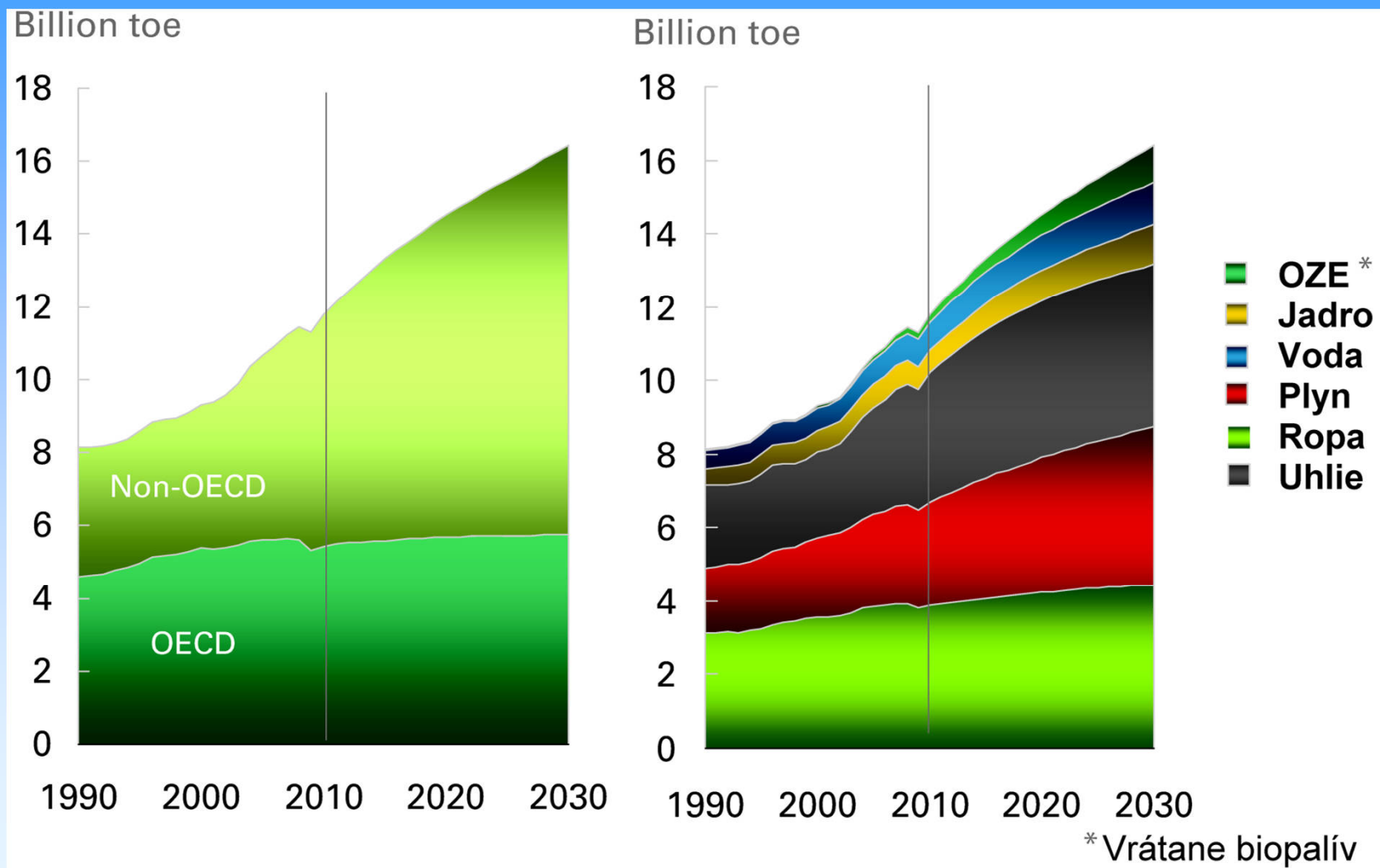
# Využívanie energetických zdrojov



Využívanie energetických zdrojov a predpoklad využívania do roku 2050/2100



# Vývoj rastu spotreby energií



Vývoj rastu spotreby energií podľa pôvodu zdroja (pozn.: toe = tona ekvivalentného oleja; 1 toe = 41,868 GJ = 11,63 MWh)

Zdroj: The Outlook for Renewables and BP Alternative Energy 2030

# Účinnosti premeny primárnych zdrojov energie na elektrickú energiu

<b>Technológia</b>	<b>Rozpätie účinnosti</b>
Fotovoltaika	<b>4-22%</b>
Vietor	<b>23-45%</b>
Voda	<b>&gt;90%</b>
Geotermálna energia	<b>10-20%</b>
Biomasa	<b>16-43%</b>
Plyn	<b>45-53%</b>
Uhlie	<b>32-45%</b>
Jadro	<b>30-36%</b>

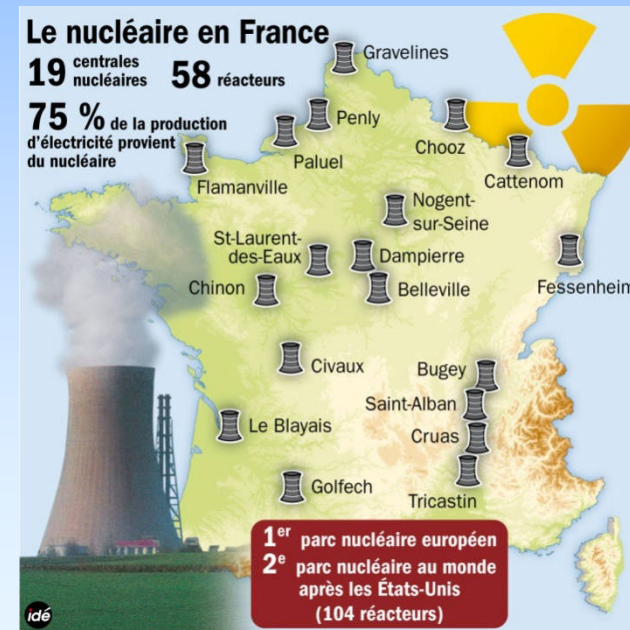
Účinnosti premeny primárnych zdrojov energie na elektrickú energiu

# JE vo Francúzsku

Francúzsky prezident Francois Hollande sľúbil pokračovať v jadrovom programe.



JE Cattenom na severovýchode Francúzska



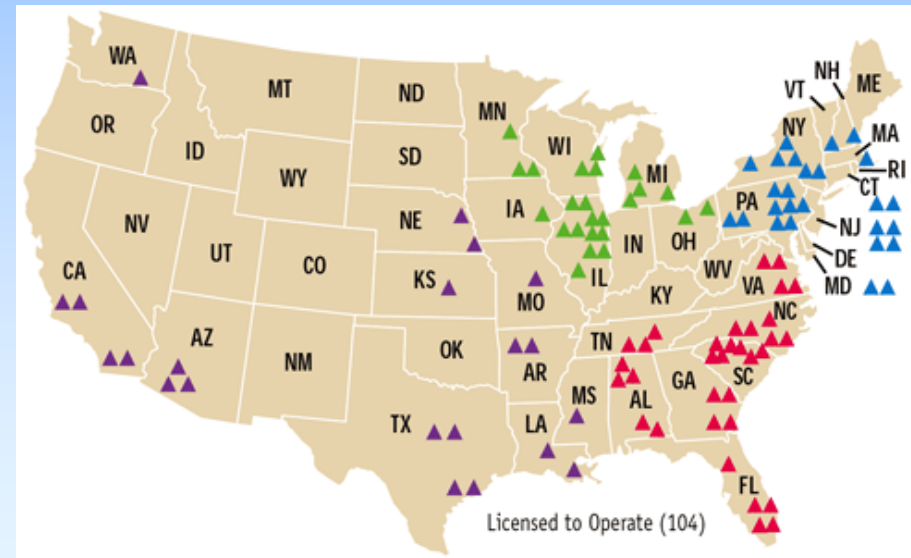
Rozloženie JE vo Francúzsku

# JE v USA

Americký prezident Barack Obama prisľúbil investovať ďalšie prostriedky na rozvoj jadrových elektrární.



JE Palo Verde 2 Reactor, Arizona



Rozloženie JE v USA

# JE vo Veľkej Británii

Britský premiér David Cameron chce nadviazať na podporu výstavby jadrových elektrární v spolupráci s Francúzskom.



Sellafield nuclear power station, GB

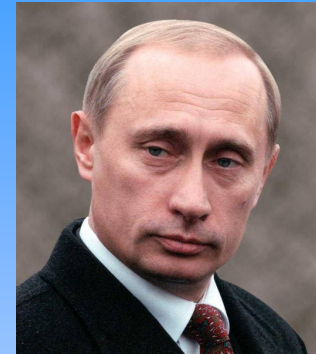


Rozloženie JE vo Veľkej Británii a výstavba nových JE do roku 2025



# JE v Rusku

V poslednom federálnom programe Ruska (FTP) sa uvádza, že Rusko počíta s 25 až 30% podielom v jadrovej energii do roku 2030, 45-50% v roku 2050 a 70-80% do konca storočia.



JE Kola, Rusko



JE Kalinin, Rusko



# JE v Číne

Čína, v súčasnosti s 14 reaktormi v prevádzke, nastupuje do ďalšej fázy výstavby nových jadrových elektrární. 26 reaktorov je práve vo výstavbe a niektoré z nich budú dané do prevádzky už toho roku 2012. Čína má za cieľ štvornásobiť výkon jadrových elektrární, ktoré doteraz mala do roku 2020.



Hu Jintao



JE Haiyang v provincii Shandong, Čína



Stavba reaktorovej nádoby a ochranného obalu, JE Haiyang, Čína

# Dostavba JE Mochovce 3,4

Tretí blok JE Mochovce by mali Slovenské elektrárne uviesť do prevádzky na konci roka 2012 a štvrtý blok o osem mesiacov neskôr. Dostavba Mochoviec by si mala vyžadovať zhruba 2,8 mld. eur. Po dokončení týchto jadrových blokov, všetky štyri mochovecké bloky pokryjú 45 % spotreby elektrickej energie na Slovensku. Na jadrových blokoch sa podieľa približne 300 slovenských dodávateľských spoločností.



Foto: SITA/Enel

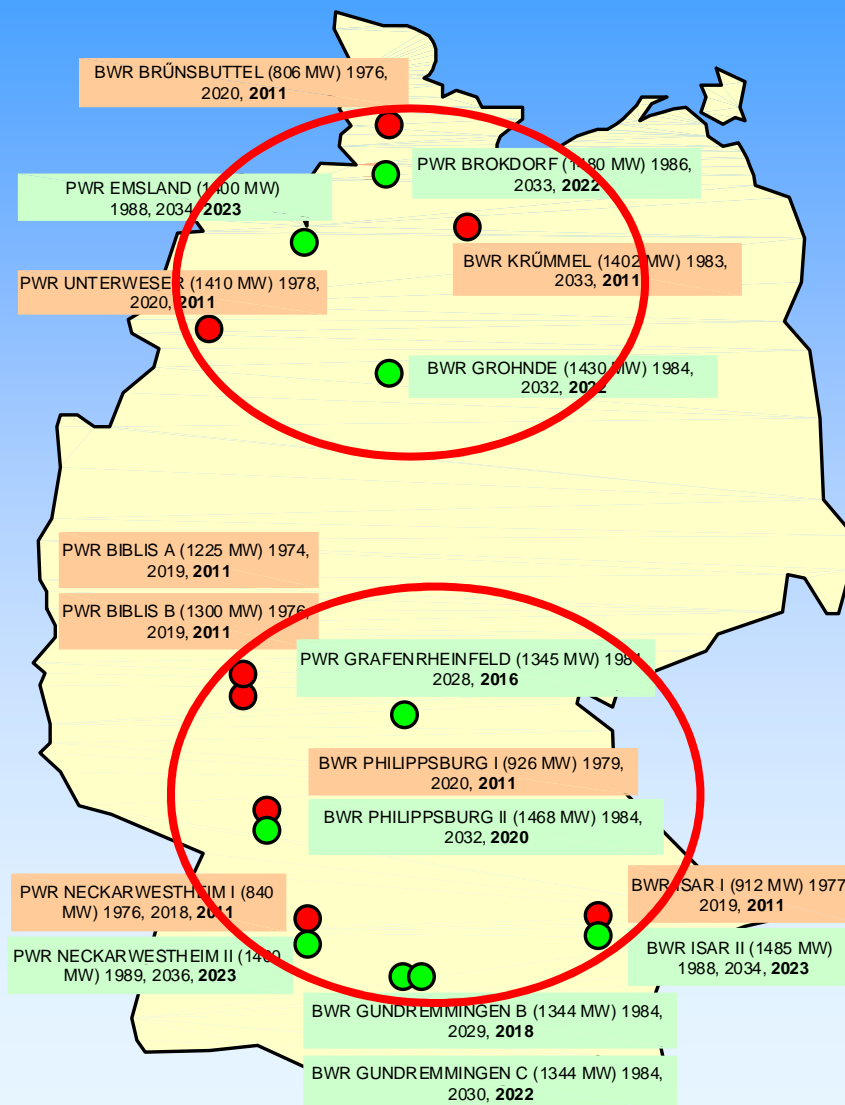


Foto: SITA

# Zatváranie JE v Nemecku do roku 2022

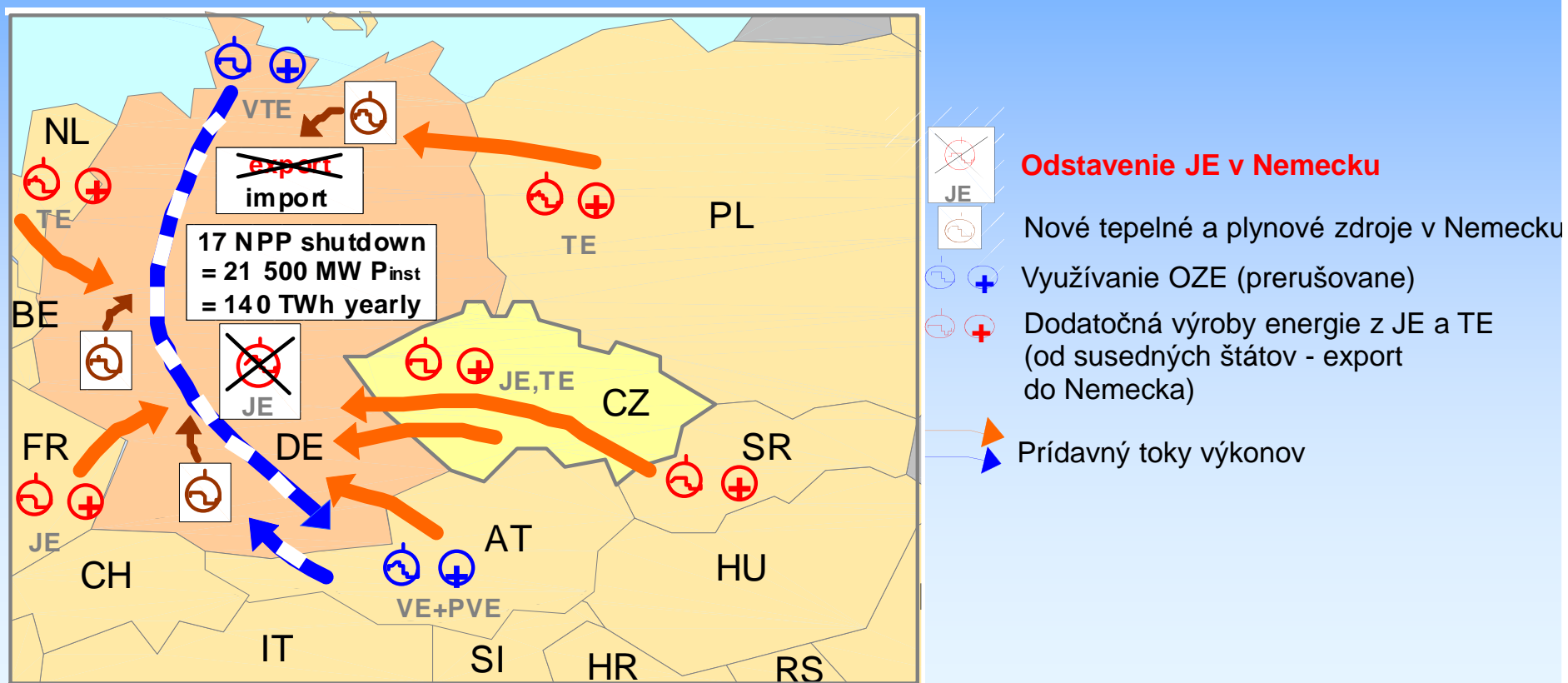
$\Sigma$  - 7 928  
MW Pinst

$\Sigma$  - 13 589  
MW Pinst

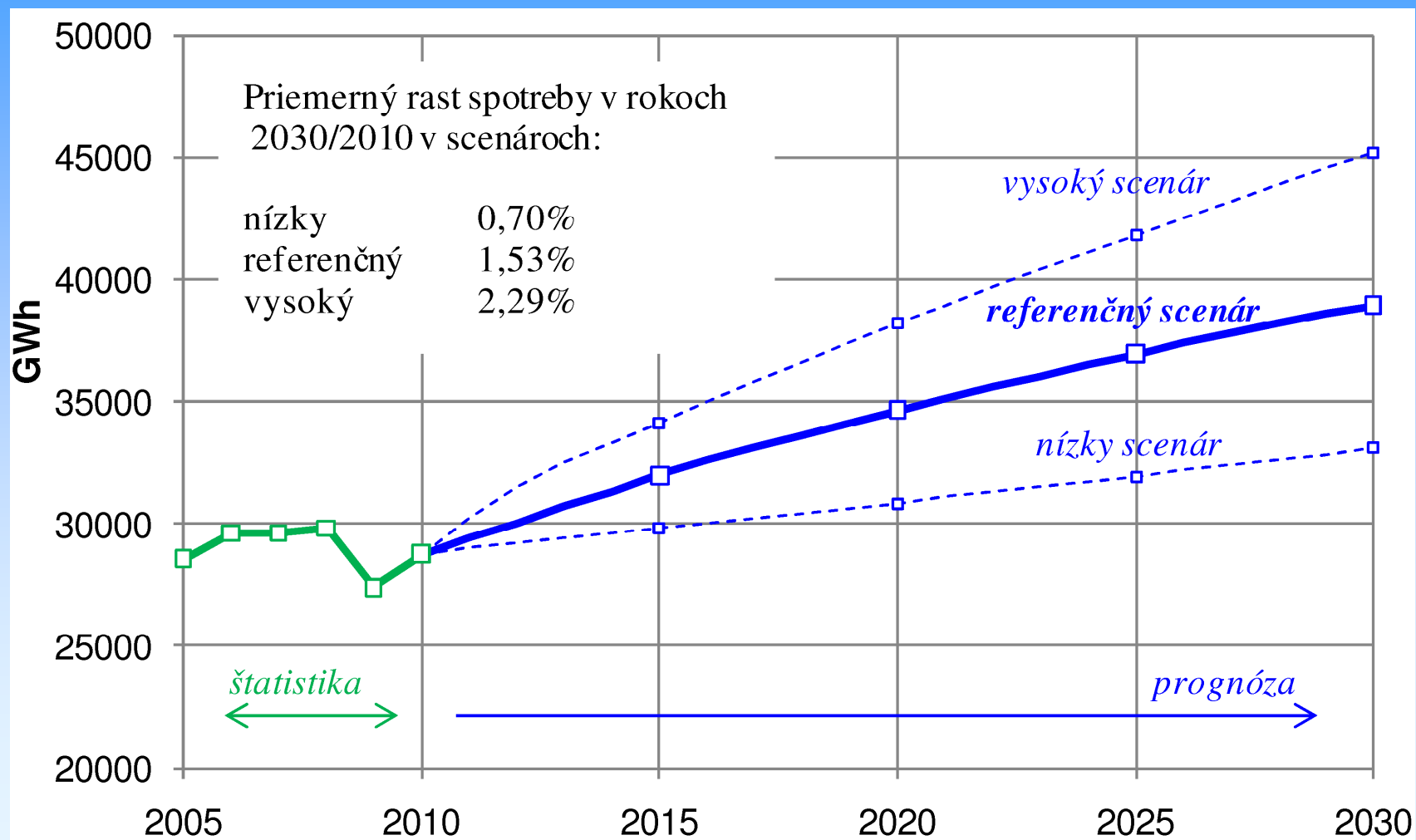


# Vplyv odstávky jadrových elektrární v Nemecku na smer tokov výkonov v strednej Európe

Potenciálne dopady odstavenia jadrových elektrární v Nemecku na smery tokov výkonov v strednej Európe sú zobrazené na obrázku nižšie:



# Prognóza vývoja celkovej spotreby elektriny na Slovensku



# Výroba a spotreba elektriny ES SR – rok 2011

<i>- GWh -</i>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>Index (%)</b>
Výroba	27 720	28 135	101,50
Dovoz (saldo)	1 041	727	69,79
Spotreba	28 761	28 862	100,35

Bilancia výroby a spotreby elektriny v rokoch 2010 a 2011 (brutto v GWh)

<i>- GWh -</i>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Import	13 580	9 412	8 994	7 334	11 227
Export	11 855	8 891	7 682	6 293	10 500
Saldo (imp)	1 725	521	1 312	1 041	727

Cezhraničné prenosy elektriny v rokoch 2007 až 2011 v GWh

	<b>Dátum</b>	<b>Hodina</b>	<b>Zaťaženie</b>	<b>2011-2010</b>
Maximum	1.2.	9:00	4 279 MW	- 63 MW
Minimum	25.4.	6:00	2 162 MW	- 22 MW

Maximálne a minimálne zaťaženie v roku 2011



# Rozvoj energetickej zdrojovej základne SR

Rok	2015	2020	2025
<b>Bezuhlíkové technológie</b>	<b>26 090</b>	<b>29 653</b>	<b>30 708</b>
z toho OZE včítane veľkých vodných elektrární	6 147	7 227	8 283
z toho Jadrové elektrárne	19 943	22 426	22 426
<b>Fosílna elektrárne</b>	<b>9 810</b>	<b>8 226</b>	<b>7 344</b>
<b>Spolu (bez PVE)</b>	<b>35 900</b>	<b>37 879</b>	<b>38 052</b>

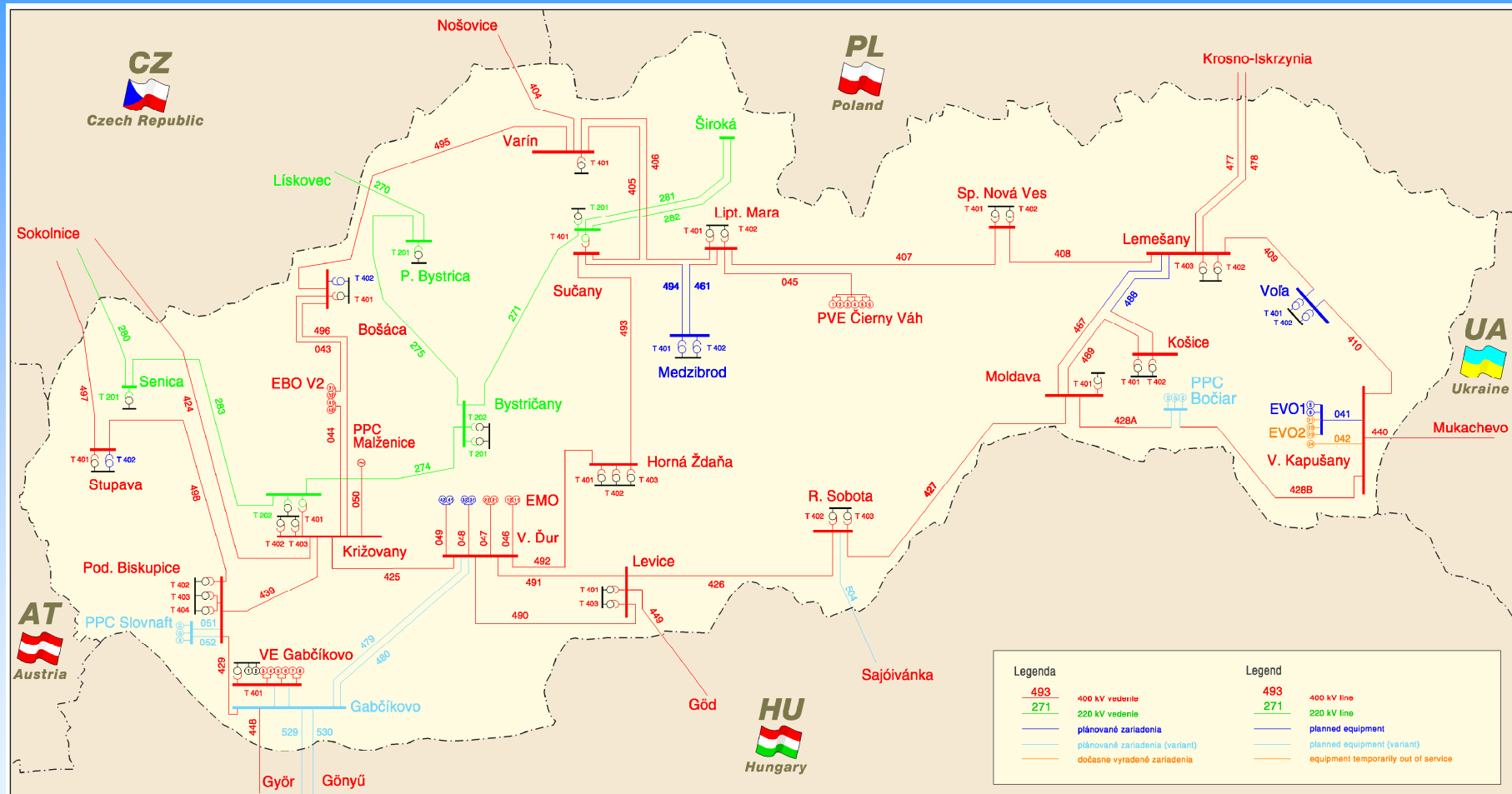
## Prognózovaný vývoj disponibilnej výroby elektriny v SR [GWh]

Na základe uvedenej bilancie prejaveneho záujmu o realizáciu zdrojov na fosílna palivá sa dá konštatovať, že do roku 2025:

- Celý prejavovaný záujem o realizáciu nových fosílnych zdrojov je nad očakávanú potrebu nových výkonov pre zabezpečenie prognózy vývoja spotreby elektriny pri referenčnom scenári, ktorý zohľadňuje dôsledky hospodárskej krízy. Výstavba nových fosílnych zdrojov elektriny jednoznačne vysoko presahuje očakávanú potrebu.
- Prakticky celý záujem na realizáciu nových výkonov sa sústreďuje do obdobia okolo roku 2015, keď pri dokončení JE Mochovce a zvyšovaní výkonov JE sa očakáva prebytková bilancia. Ďalšie zdroje budú zvyšovať prevahu vývozu nad dovozom, čo zvlášť pri dovážaných fosílnych palivách a ekologických dopadoch nie je optimálne riešenie.
- Príprava a výstavba nového jadrového zdroja by mala byť previazaná s ukončením prevádzky V2 Jaslovské Bohunice, pričom jej životnosť pri dodržaní spoľahlivosti a bezpečnosti by mala byť čo najdlhšia.
- V období po roku 2012 výroba elektriny z fosílnych zdrojov výrazne zdražie v dôsledku povinného nákupu limitov CO<sub>2</sub> na celý rozsah produkcie.
- Doterajší vývoj v oblasti výstavby výrobných zdrojov prostredníctvom udeľovania Osvedčení o súlade investičného zámeru s dlhodobou energetickou politikou v zmysle Zákona 656/2004 Z. z. sa začína javiť ako málo účinný, nakoľko tento systém negarantuje koordináciu medzi očakávaným vývojom spotreby elektriny v SR a záujmami investorov v oblasti výstavby zdrojov elektriny.

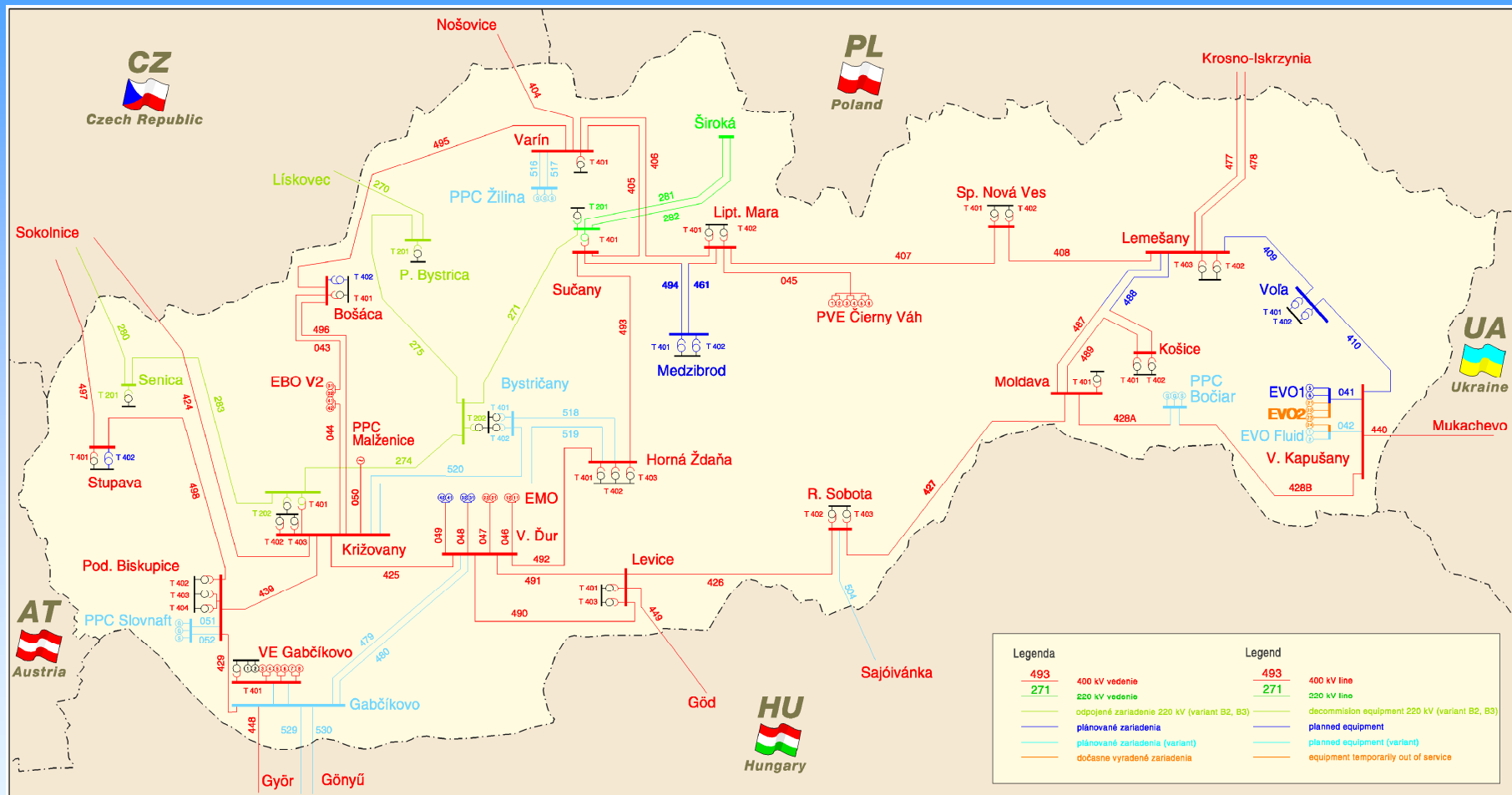
Zdroj: <http://www.sepsas.sk/>

# Schéma prenosovej sústavy SR – rok 2016



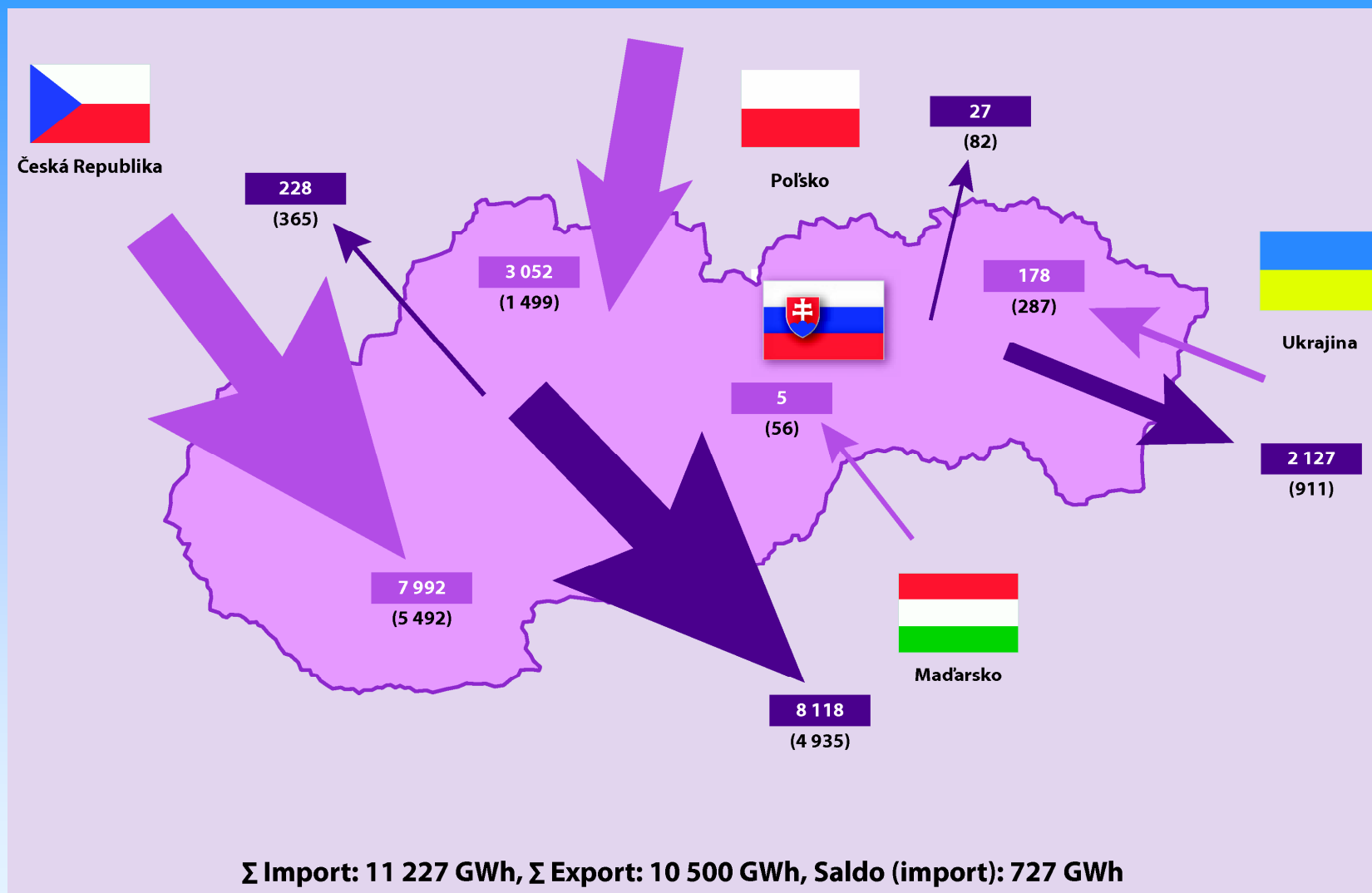
Program rozvoja SEPS, a.s.

# Schéma prenosovej sústavy SR – rok 2021



Program rozvoja SEPS, a.s.

# Riadenie ES SR

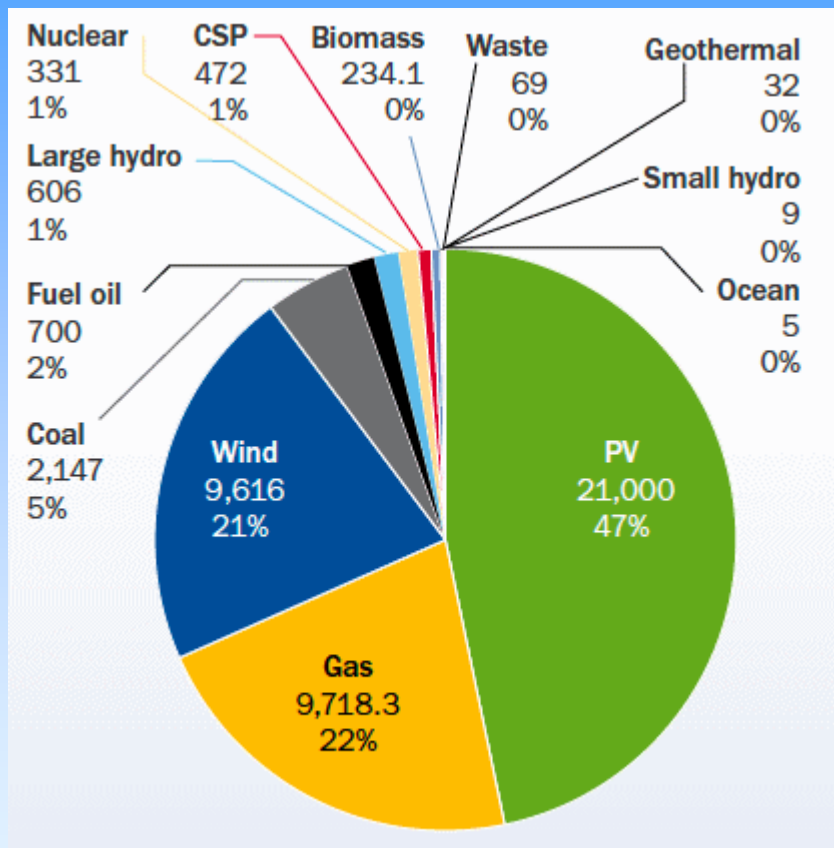


Namerané cezhraničné prenosy elektriny ES SR (GWh) (v zátvorke sú údaje za rok 2010)

# 10 najväčších výrobcov energie z OZE (TWh/rok)

Poradie	Krajina	Rok	Celkovo	Voda	Vietor	Biomasa	FV	Geotermál	Iné zdroje
-	EU	2009	834,5						
1	Čína	2010	764,5	549	40,2	3	0,14		
2	USA	2010	436,4	272,1	70,8	54,3	0,808	15,2	
3	Brazília	2010	429,6	387,1	1,37	21,3			
4	Kanada	2010	360,2	363,2	2,5		0,017		
5	Rusko	2010	167,4	163,2	0,007			0,48	0,41
6	India	2010	132,3	104,4	14,7				
7	Nórsko	2009	117,7	125	0,977	0,2			
8	Nemecko	2011	121,9	19,5	46,5	31,9	19	0,018	
9	Japonsko	2010	102,8	75,2	1,75		0,002	3,03	
10	Španielsko	2010	90,42	38	42,98	2,17	7,28		

# Zvyšovanie inštalovaných výkonov OZE v Európe za rok 2011

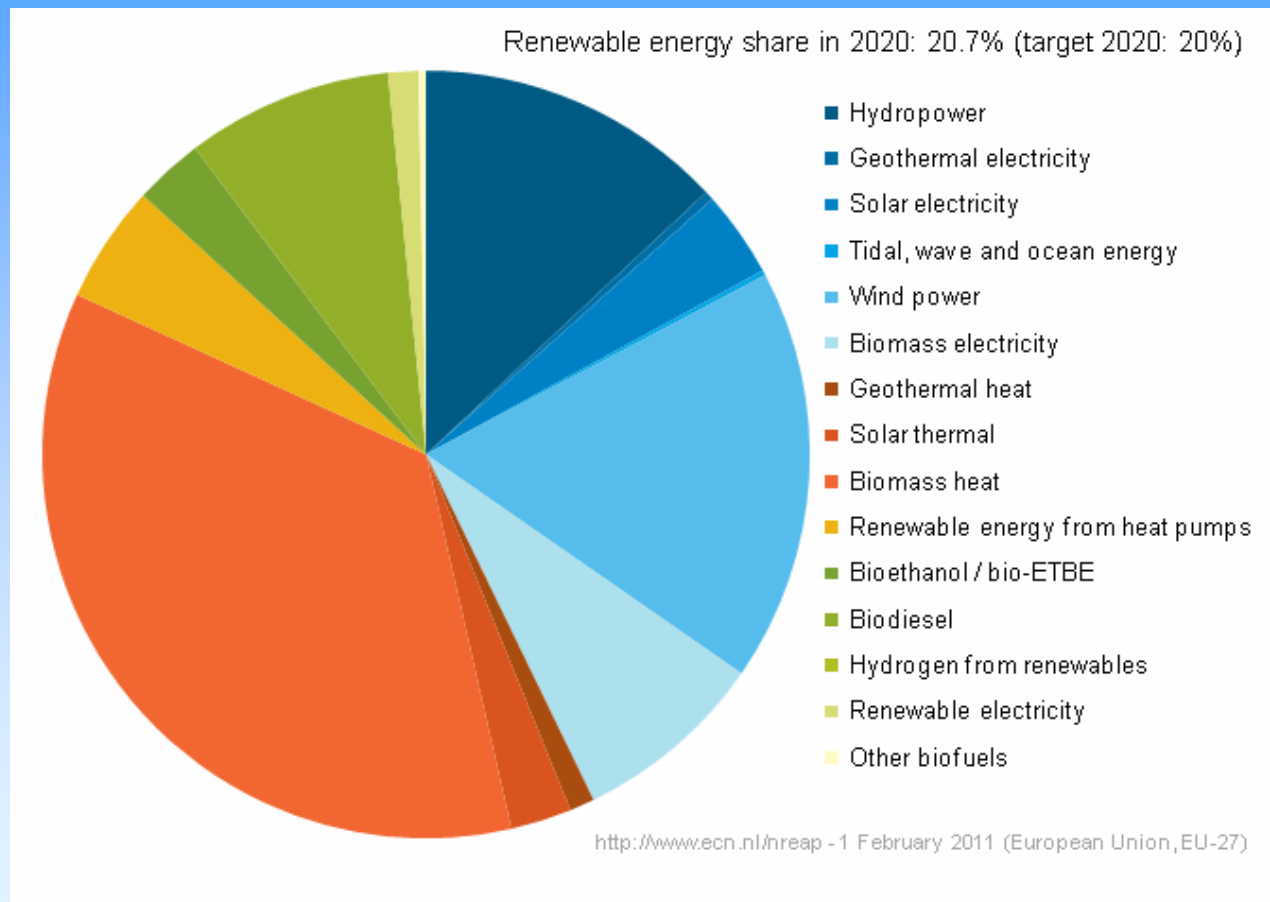


Tento graf ukazuje celkový prehľad inštalovaného výkonu OZE novovybudovaných výrobní za rok 2011.

- Celkový nárast inštalovaného výkonu *veterných elektrární* za rok 2011 v EÚ bol 9,616 MW, čo je cca 21,4% podiel na novoinštalovaných OZE;
- Celkový nárast inštalovaného výkonu všetkých druhov OZE v EÚ za rok 2011 bol 71,3%, čo predstavuje 44,939 MW novoinštalovaných OZE;
- Najväčší nárast inštalovaného výkonu zaznamenala *fotovoltaika* s cca 47% nárastom.



# Skladba OZE v Európe v roku 2020



Proporcionálne rozloženie skladby OZE v EÚ v roku 2020

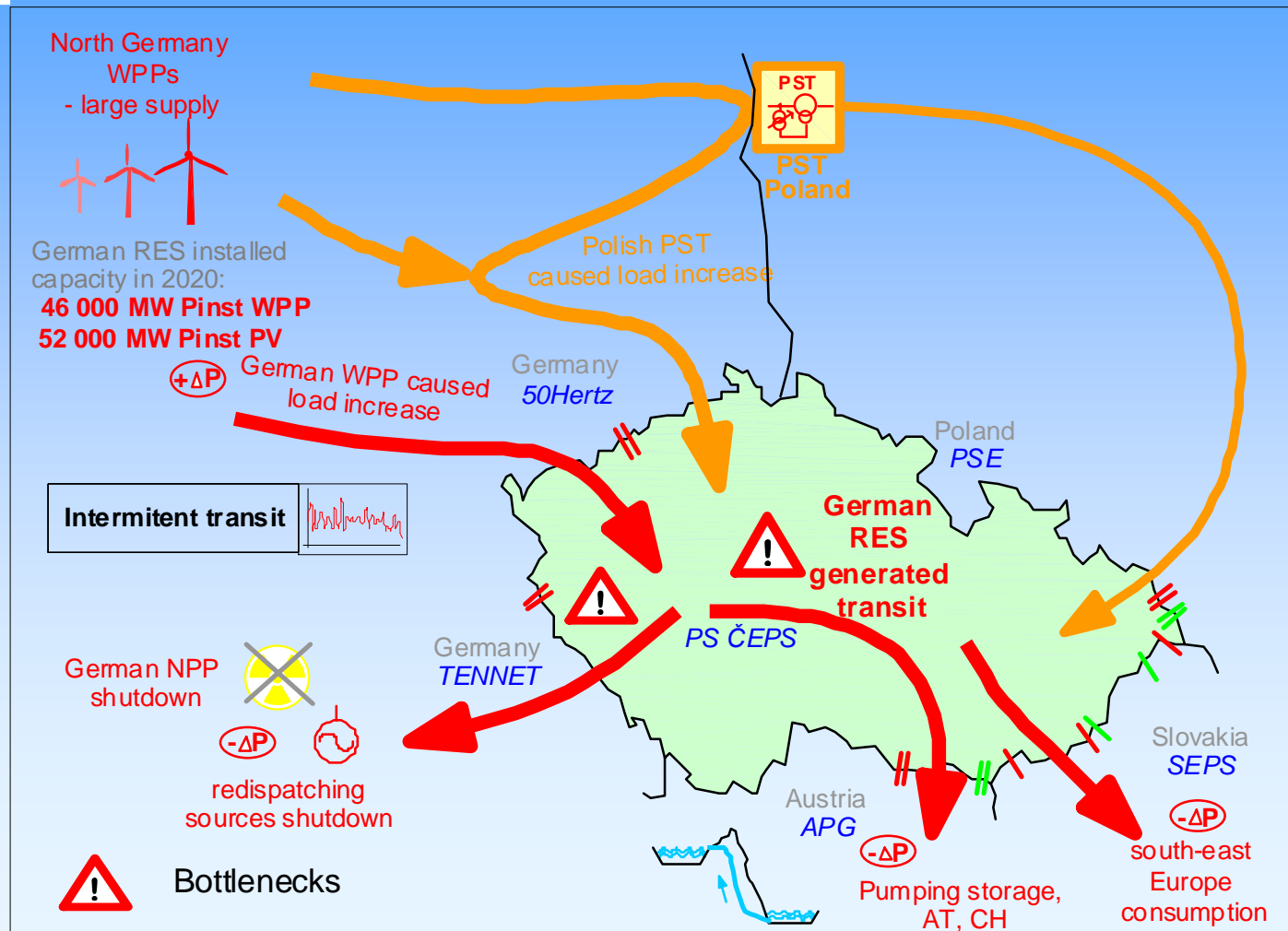
# Inštalácie veterných elektrární v Európe

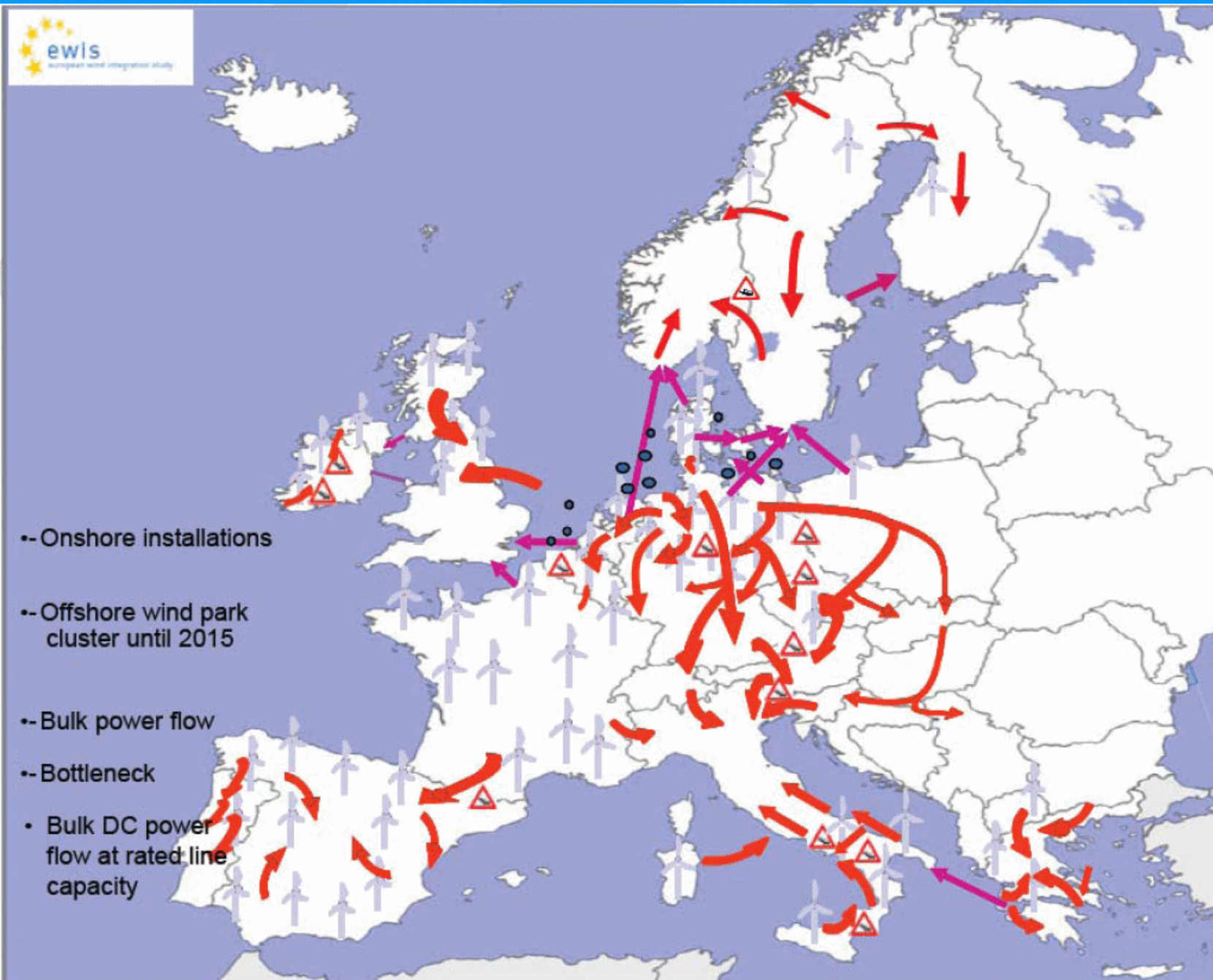
Wind power installed in Europe by end of 2010 (cumulative)



# Hlavné smery tokov výkonov v dôsledku:

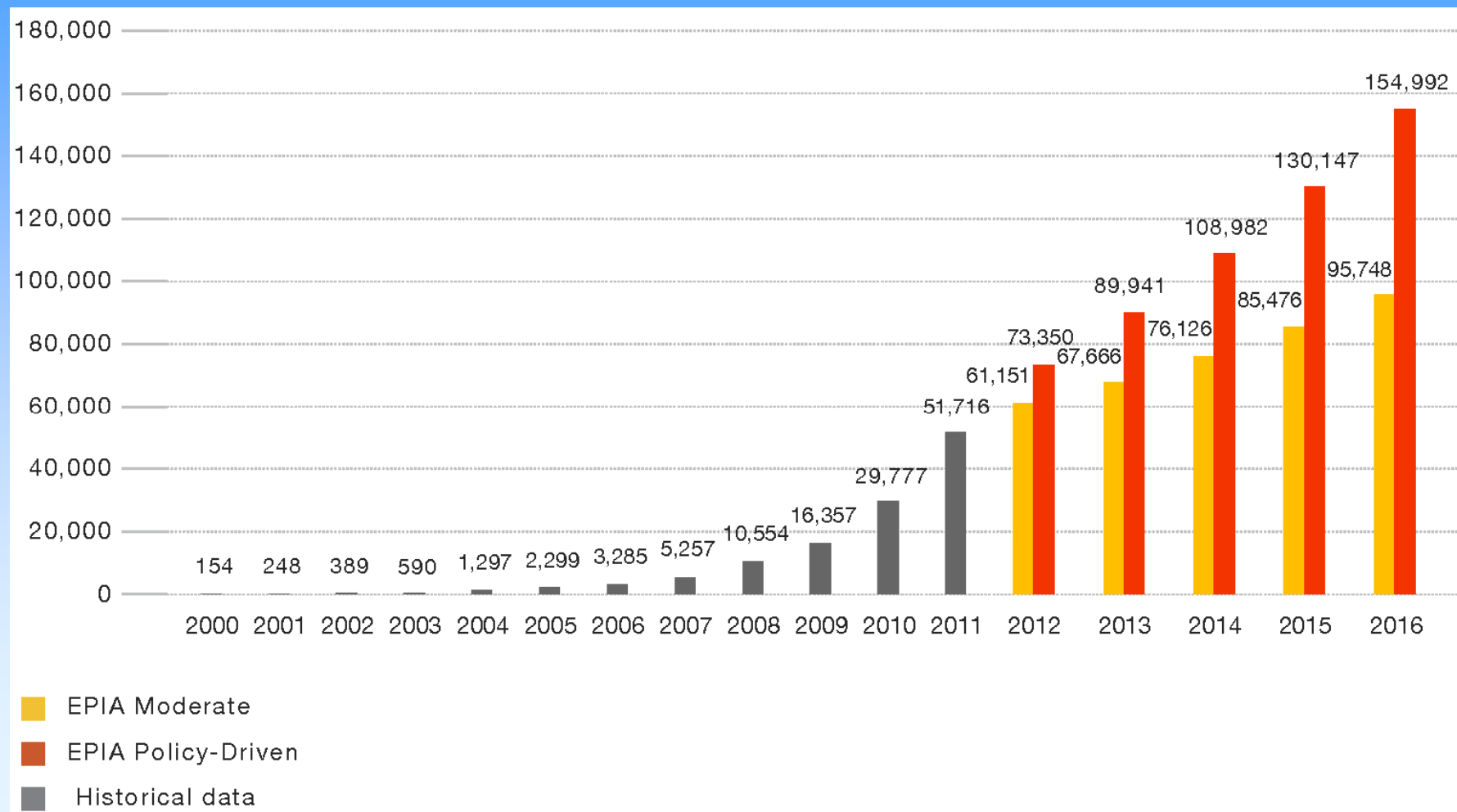
- veľkej výroby z OZE v Nemecku
- zatvárania jadrových elektrární v Nemecku
- inštalácia PST na hraničnom profile Poľsko-Nemecko





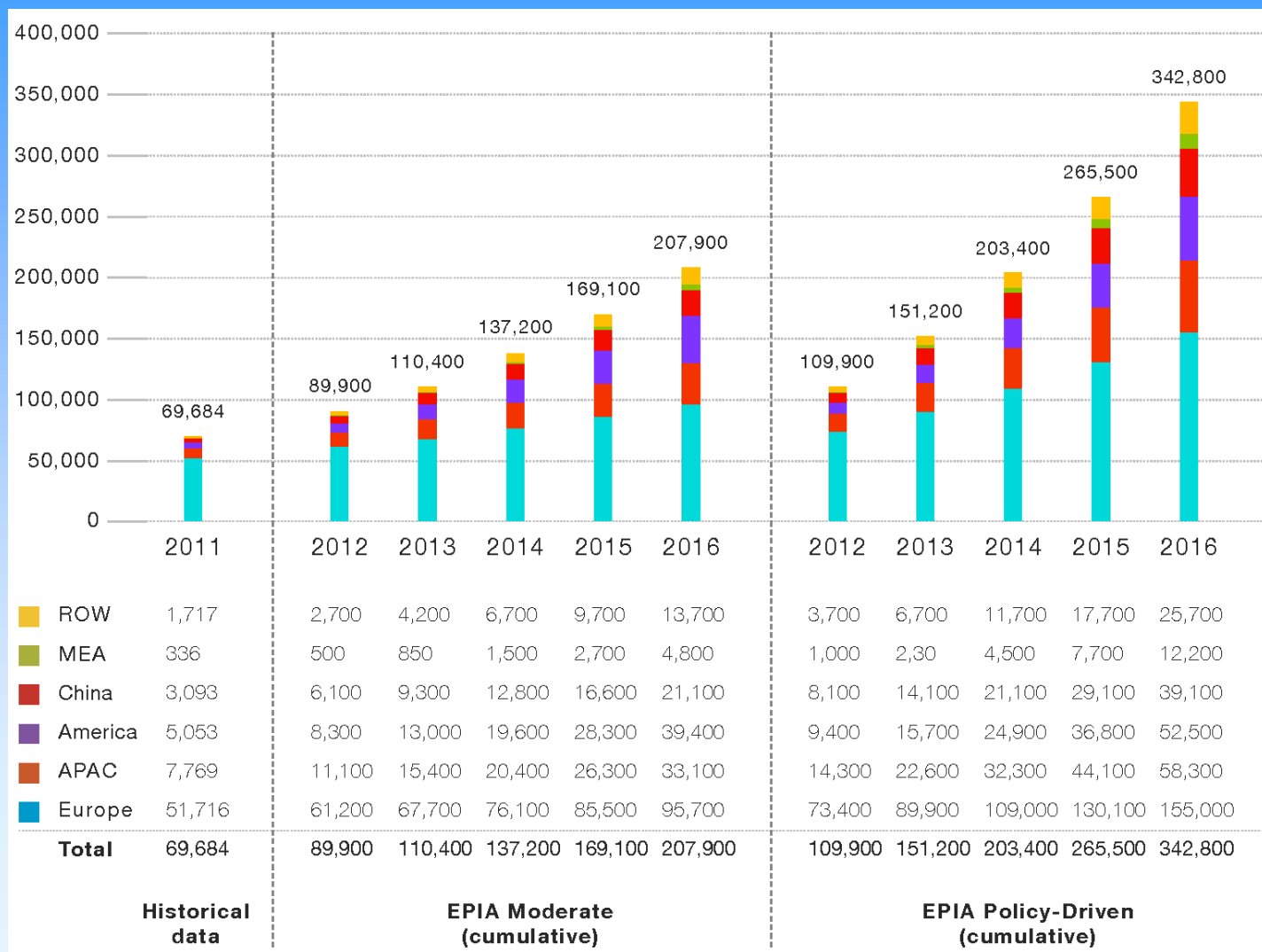
**Ilustrácia očakávaných výkonových tokov v roku 2015 vplyvom VTE**

# Prognóza inštalovaného výkonu FV v Európe do roku 2016



Scenár vývoja inštalovaného výkonu v Európe do roku 2016 – Mierny vývoj a s podporou dotácií (MW)

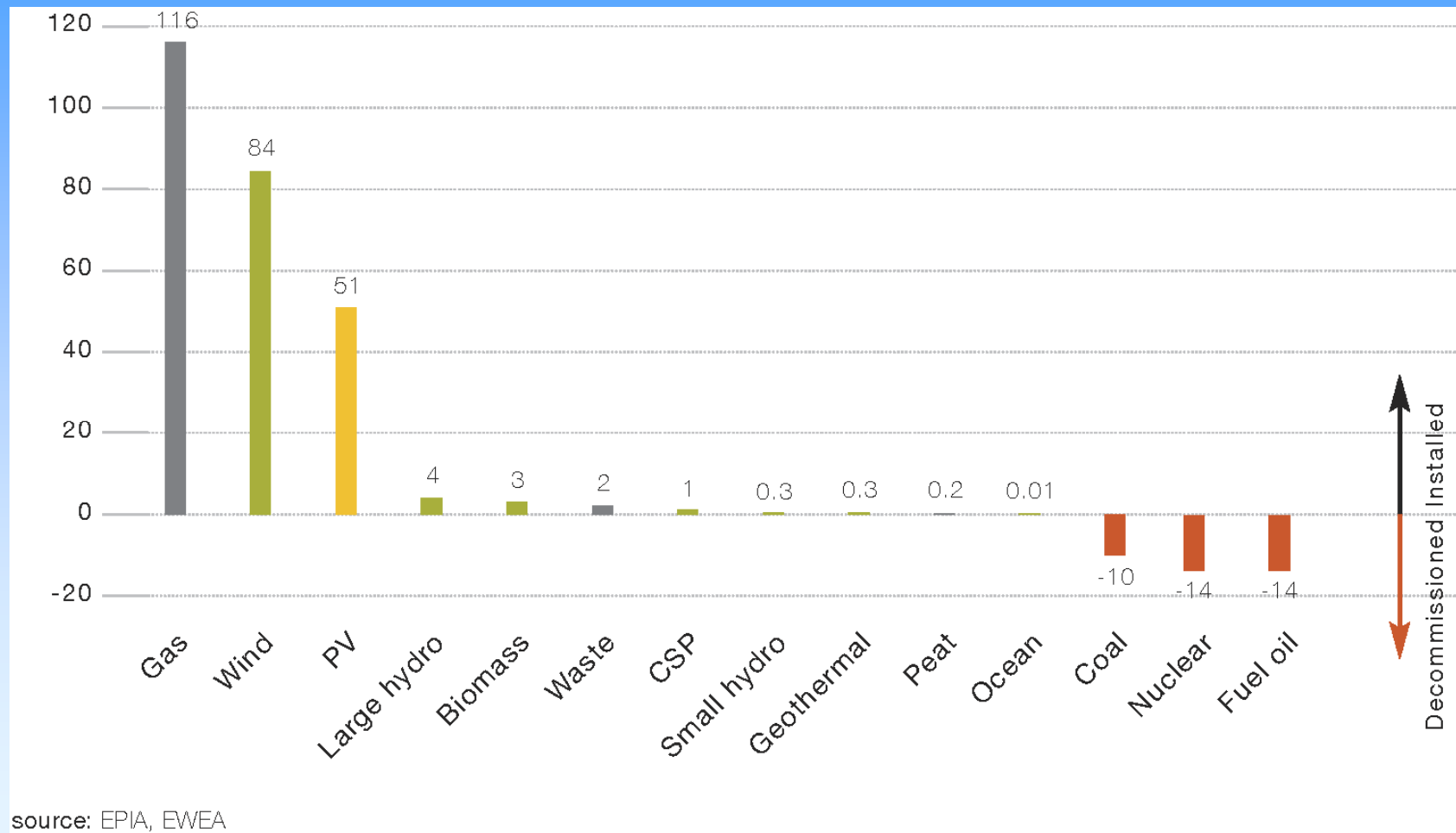
# Odhad inštalovaného výkonu FV vo svete do roku 2016



Vývoj celosvetového inštalovaného výkonu FV podľa regiónov 2011-2016 (MW)

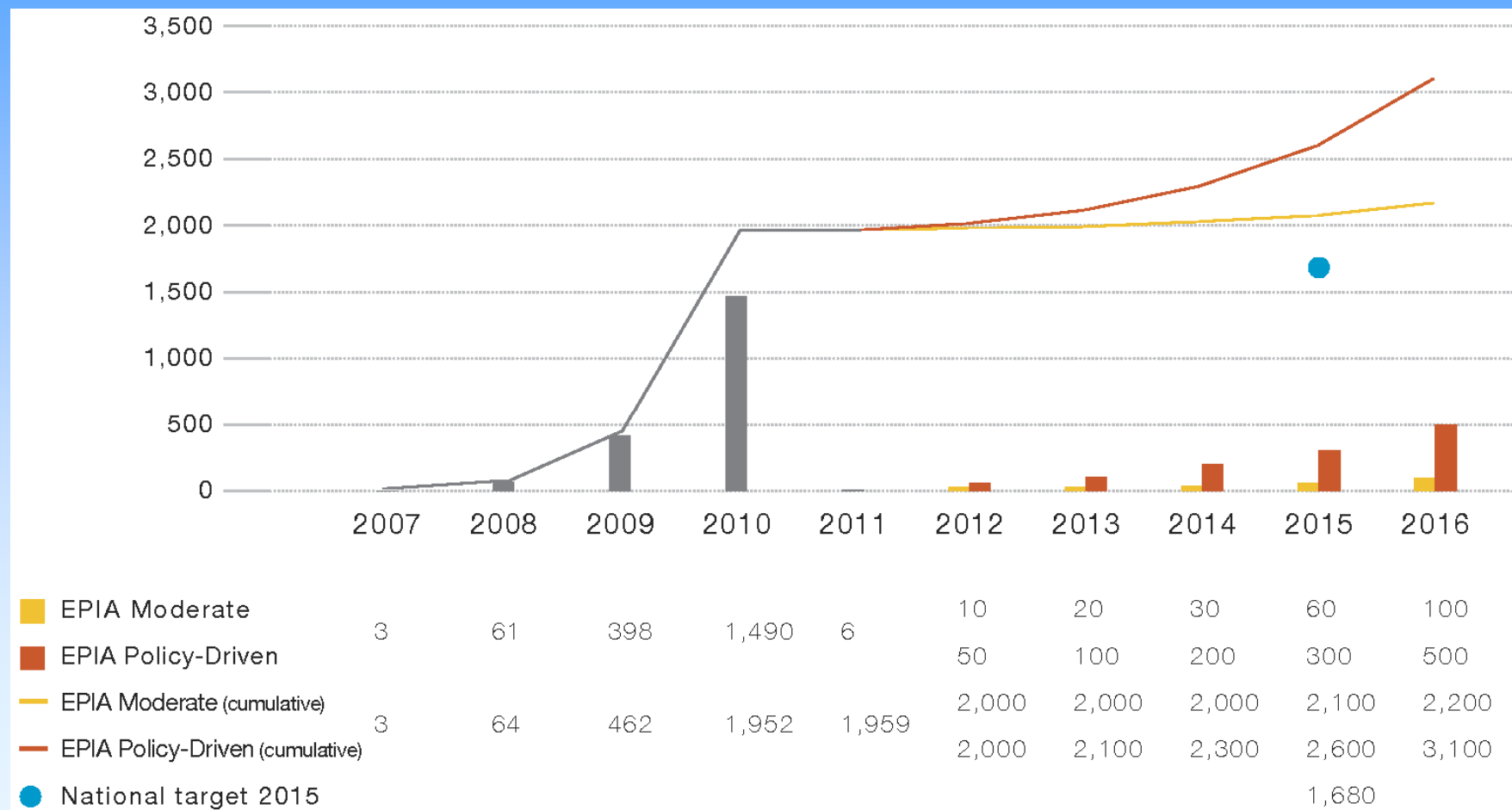


# Inštalovaný výkon zdrojov v EÚ-27 za posledných 10 rokov



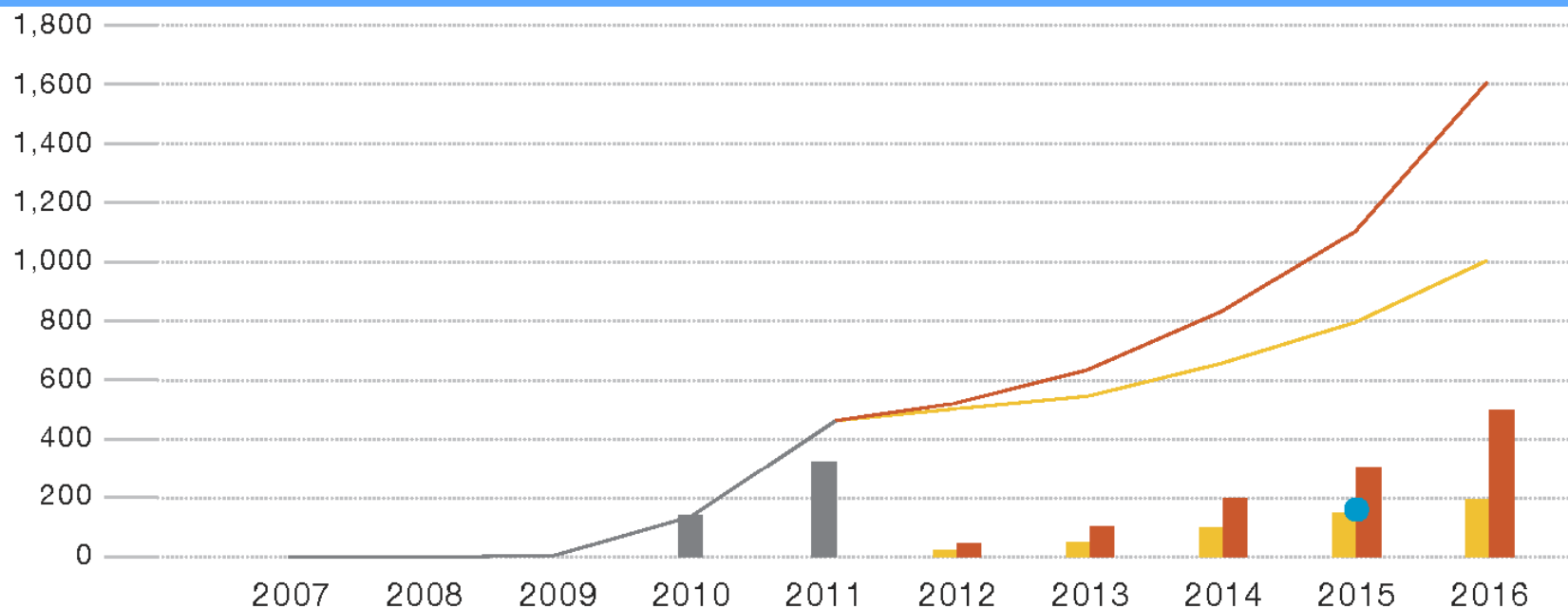
Čistá výrobná kapacita pridaná v EÚ-27 v rokoch 2000 - 2011 (GW)

# Scenár vývoja FV zdrojov v Českej Republike



Prognóza vývoja výstavby FV zdrojov v Českej Republike (MW)

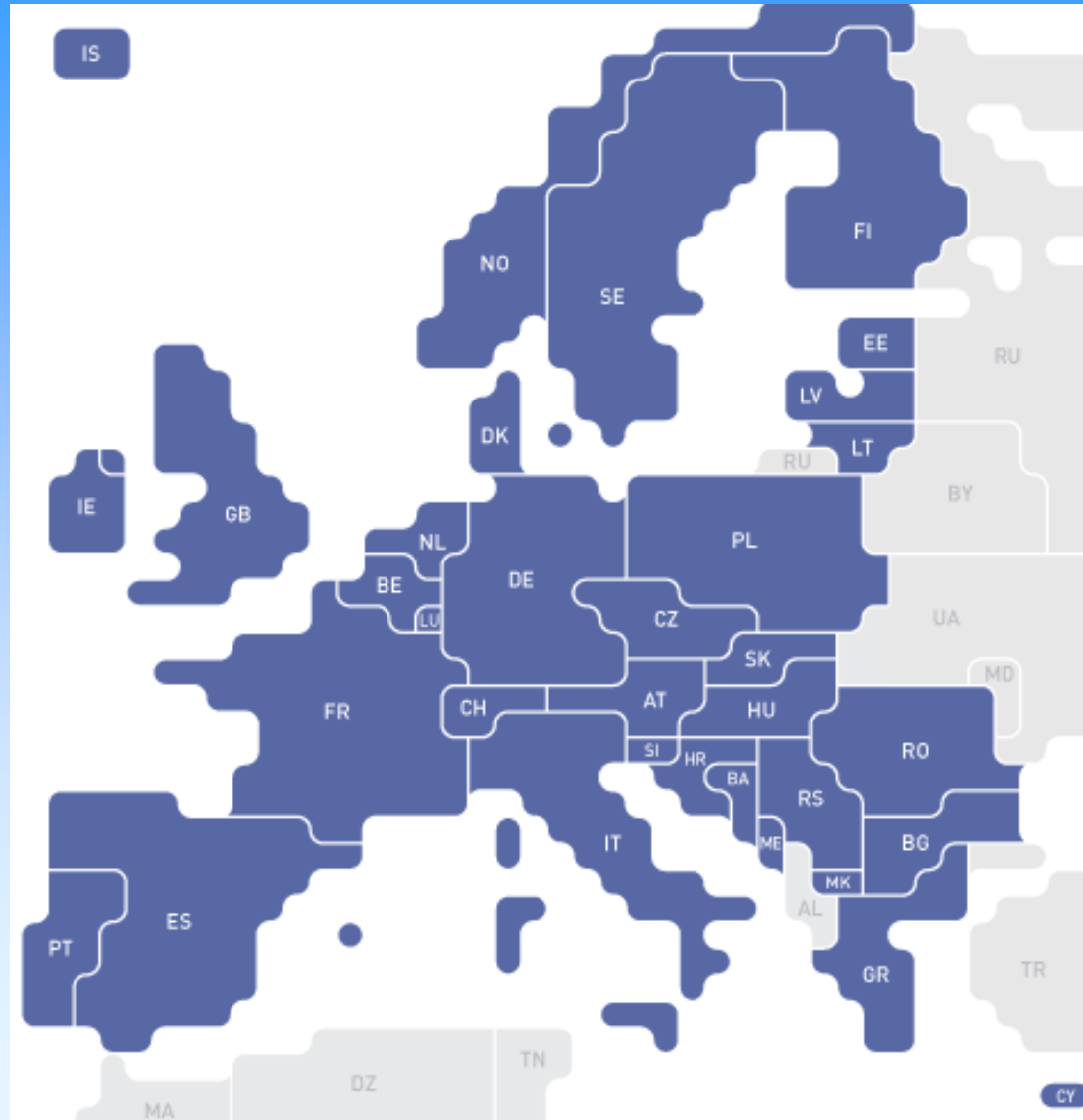
# Scenár vývoja FV zdrojov na Slovensku



	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
EPIA Moderate	0.3	0.3	0.1	145	321	30	50	100	150	200
EPIA Policy-Driven						50	100	200	300	500
EPIA Moderate (cumulative)	2	2	3	148	468	500	550	650	800	1,000
EPIA Policy-Driven (cumulative)						520	620	820	1,100	1,600
National target 2015									160	

Prognóza vývoja výstavby FV zdrojov na Slovensku (MW)

# Mapa oblastí ENTSO-E



Mapa oblastí ENTSO-E

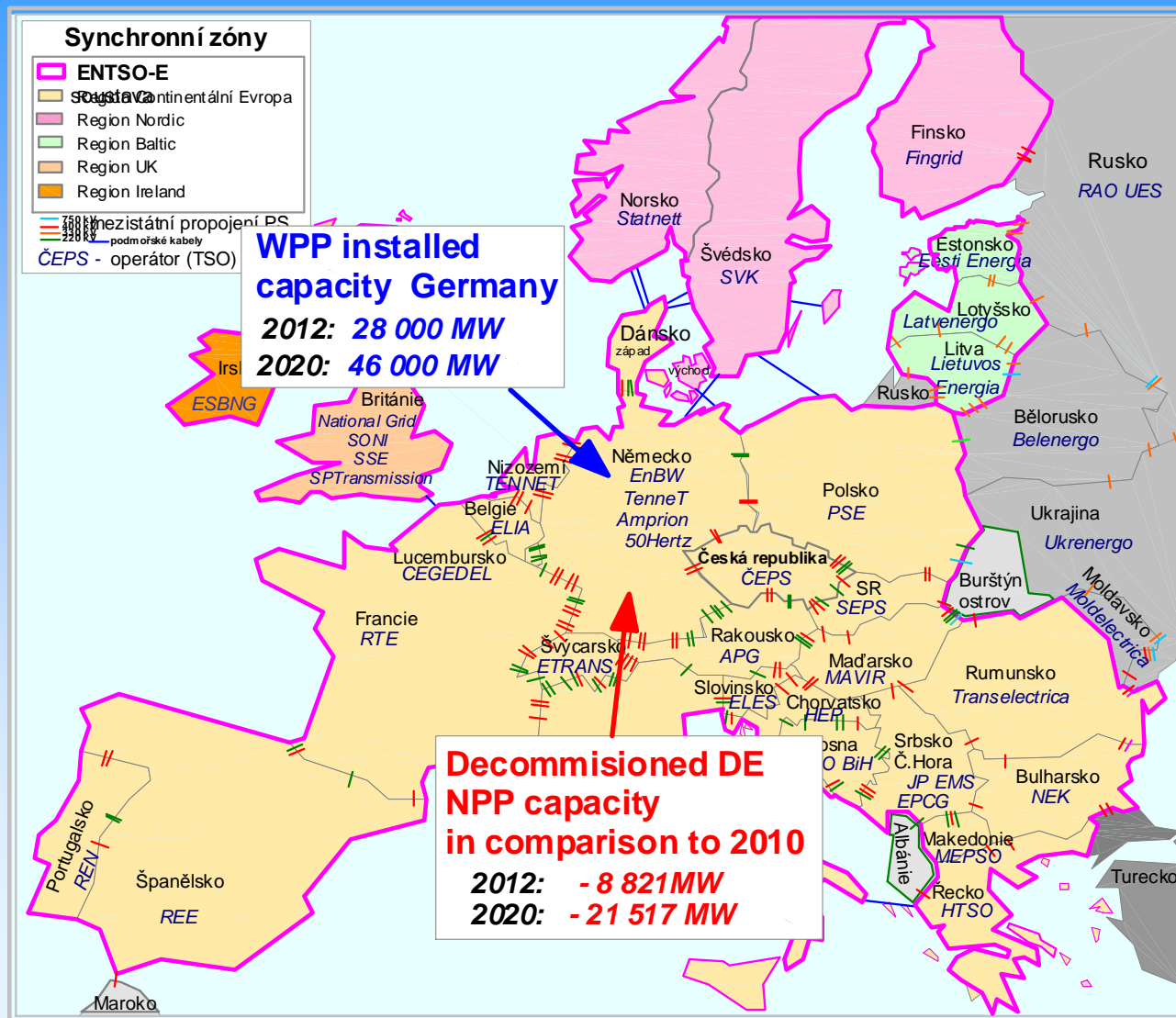
# Prehľad predpokladaného inštalovaného výkonu v ENTSO-E

[GW]	Scenario EU 2020				Scenario B				
	2011	2015	2016	2020	2011	2015	2016	2020	2025
<b>Nuclear Power</b>	135	138	136	145	135	138	136	146	154
<b>Fossil Fuels</b>	453	469	463	435	458	489	485	475	472
<b>Total RES Capacity</b>	288	386	411	512	278	355	372	440	489
<b>Non-RES Hydro Power Plants</b>	52	56	60	70	52	57	60	71	75
<b>Not Clearly Identifiable Energy Sources</b>	7	9	9	11	7	9	9	11	12
<b>NGC</b>	<b>936</b>	<b>1057</b>	<b>1079</b>	<b>1173</b>	<b>930</b>	<b>1048</b>	<b>1062</b>	<b>1143</b>	<b>1203</b>

Porovnanie celkového potrebného inštalovaného výkonu (NGC) pri scenári ENTSO-E a Scenáři B



# Spolupráca energetických sústav v Európe

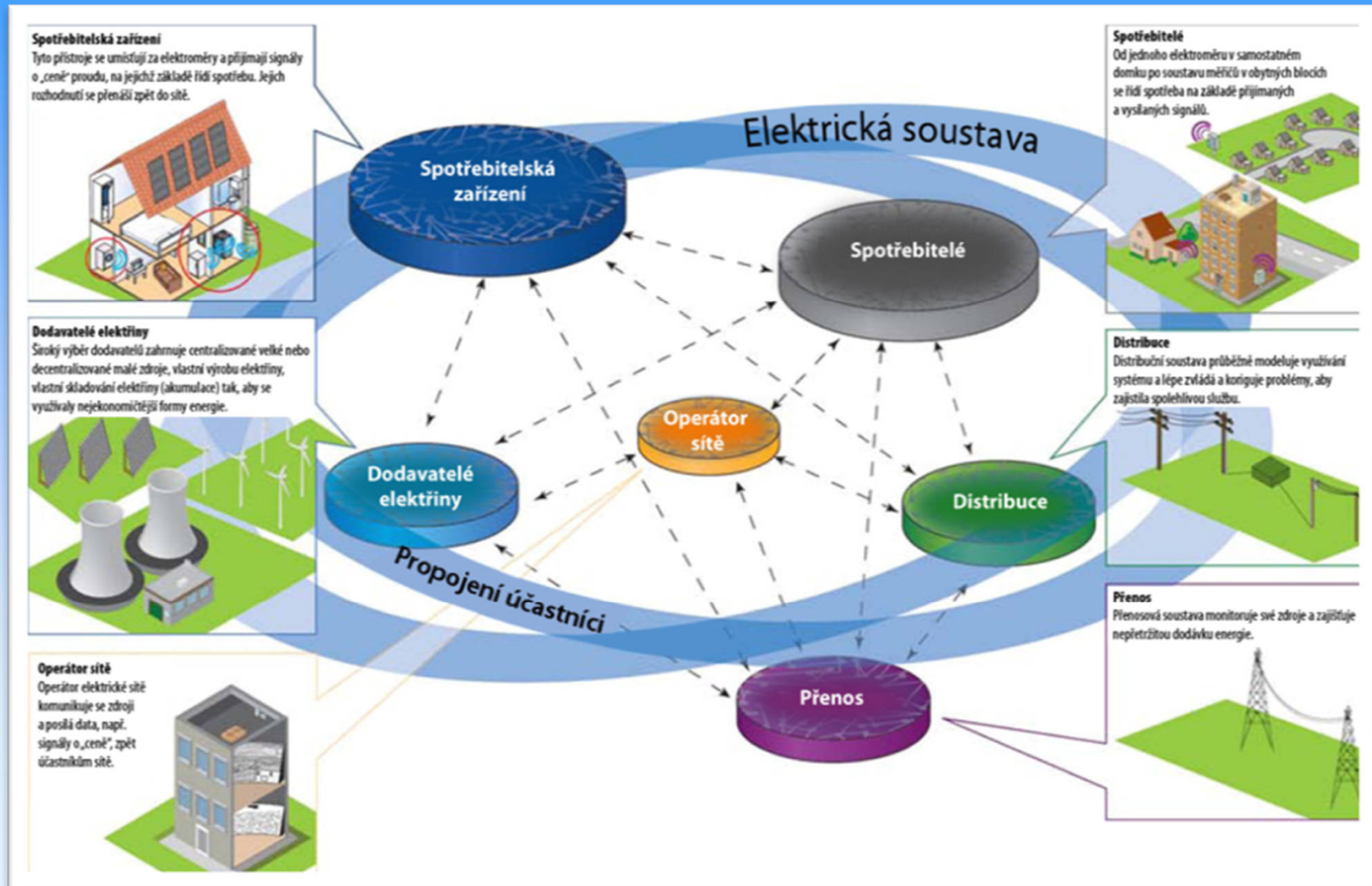


# Projekt DESERTEC (do r. 2050)



*Desertec* je koncept nadácie DESERTEC pre využívanie slnečnej energie na púšťach severnej Afriky a veternej energie na severozápade Európy. Počíta sa s vybudovaním inteligentnej siete elektrární a prenosového vedenia Sever – Juh.

# Smart Grids



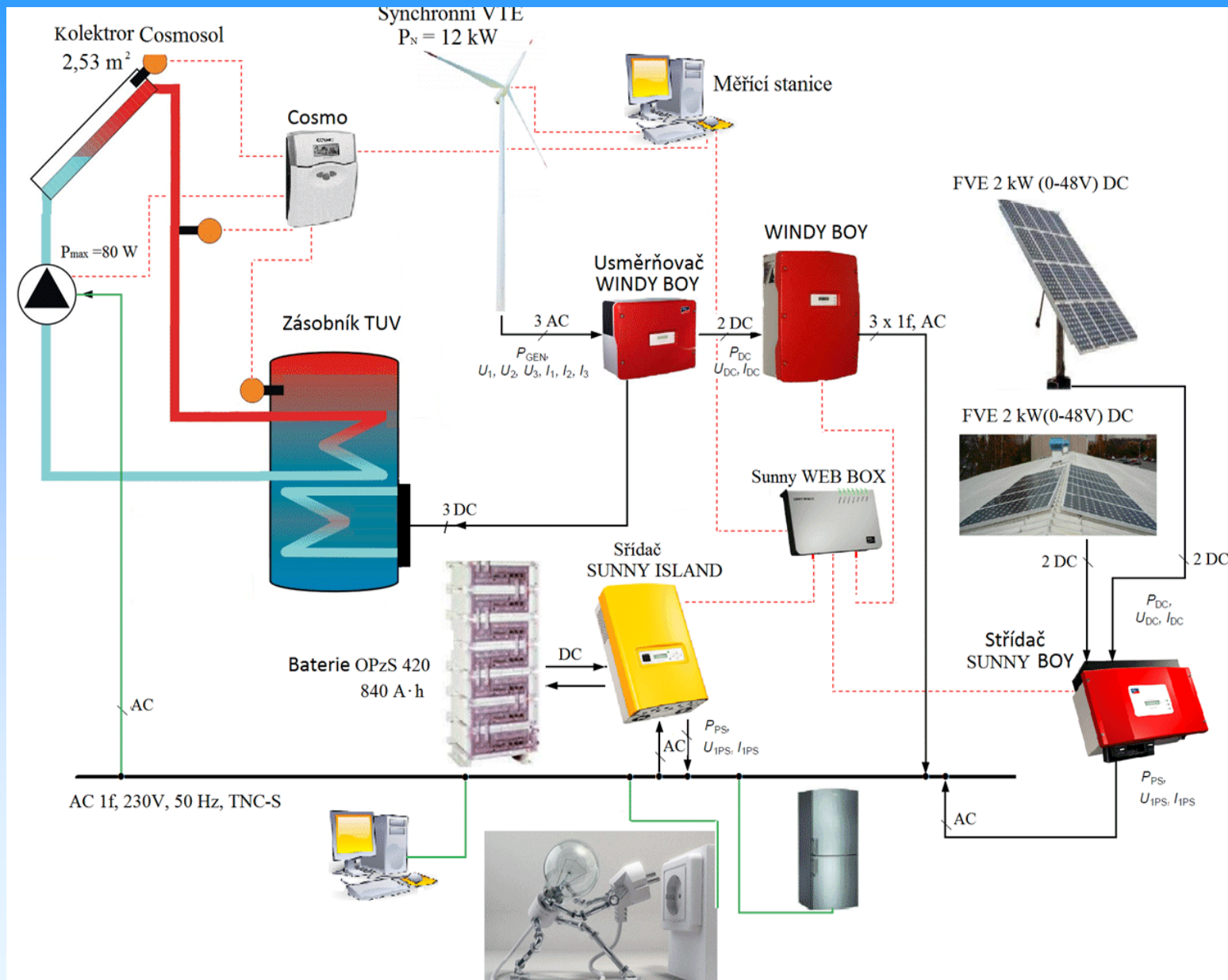


# Smart Grids



- 1 - Solárne panely**
- 2 - Hybridné auto napájané zo zásuvky**
- 3 - Inteligentné elektromery**
- 4 - Vysokorýchlostné spojenie**
- 5 - Zákazník má možnosť voľby: zvoliť typ a množstvo odoberanej energie**
- 6 - Inteligentné elektrospotrebiče: zapína/vypína prístroje podľa pokynov v sieti**

# Model inteligentného domu





# Budúcnosť elektromobilov na Slovensku – inteligentné nabíjanie

Budovaním batériových staníc (napr. projekt GreenWay Operator) alebo nabíjacích staníc (odlišné sadzby pre majiteľov elektromobilov) sa zvýši elektromobilita a podiel na trhu s elektromobilmi na Slovensku. (Spoločnosť RWE má v Európe 2000 dobíjacích staníc pre elektromobily).



Predpokladaný model elektromobilu vyrábaného na Slovensku (projekt Vlkanová, okres Banská Bystrica)

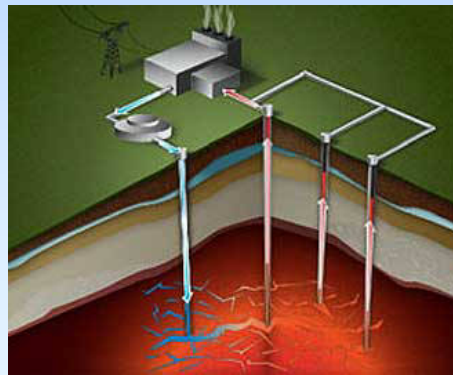


Elektromobil v Košiciach

# Záver

## *Budúcnosť elektroenergetiky:*

- s rastom populácie musí rásť aj výroba elektrickej energie,
- šetrenie energie využívaním efektívnejších metód premien energie, resp. vhodným riadením,
- využívanie obnoviteľných zdrojov energie podľa lokality (fotovoltaika v slnečných oblastiach, veterné parky v pobrežných oblastiach, biomasa v blízkosti zdrojov biomasy, geotermál, ...),

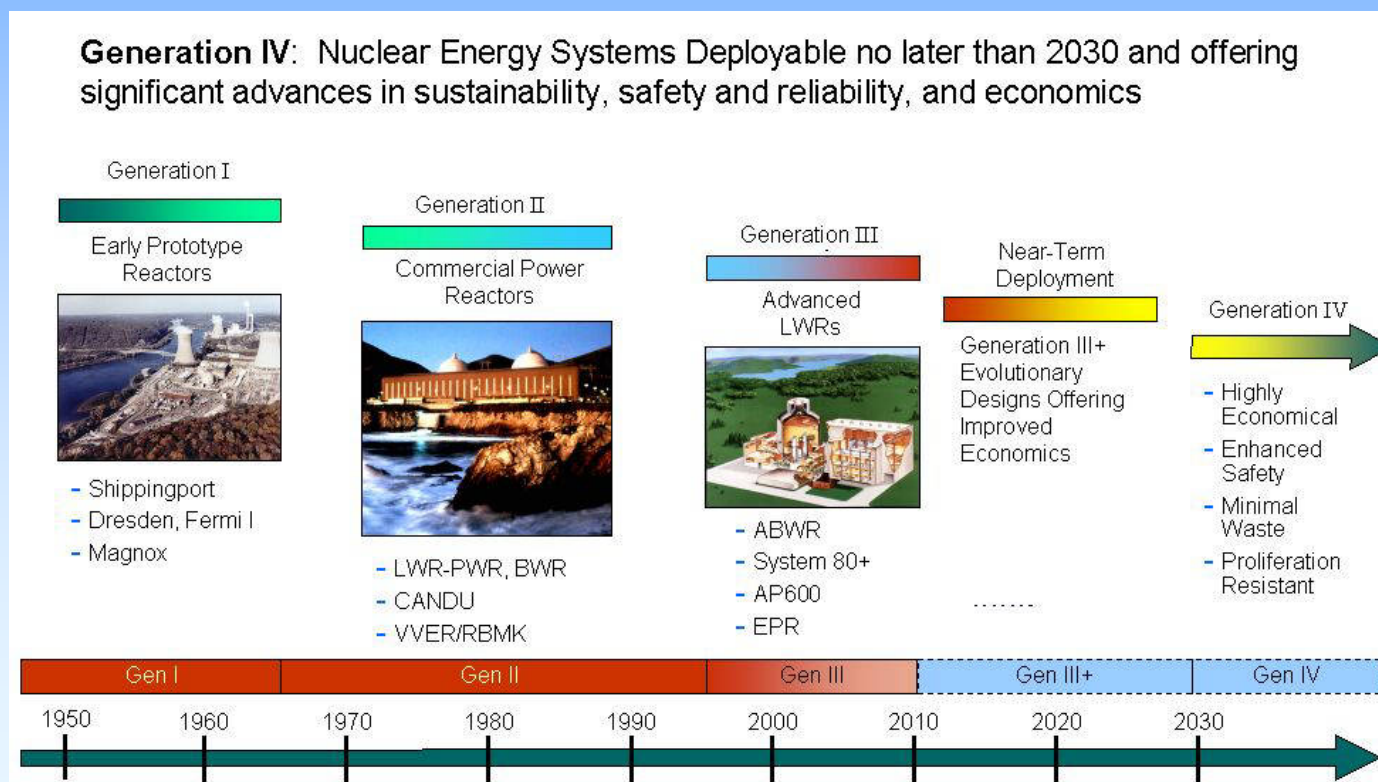


# Záver

- nasadenie jadrových reaktorov 4. generácie (r. 2030),

## *Hlavné výhody reaktorov 4. druhu:*

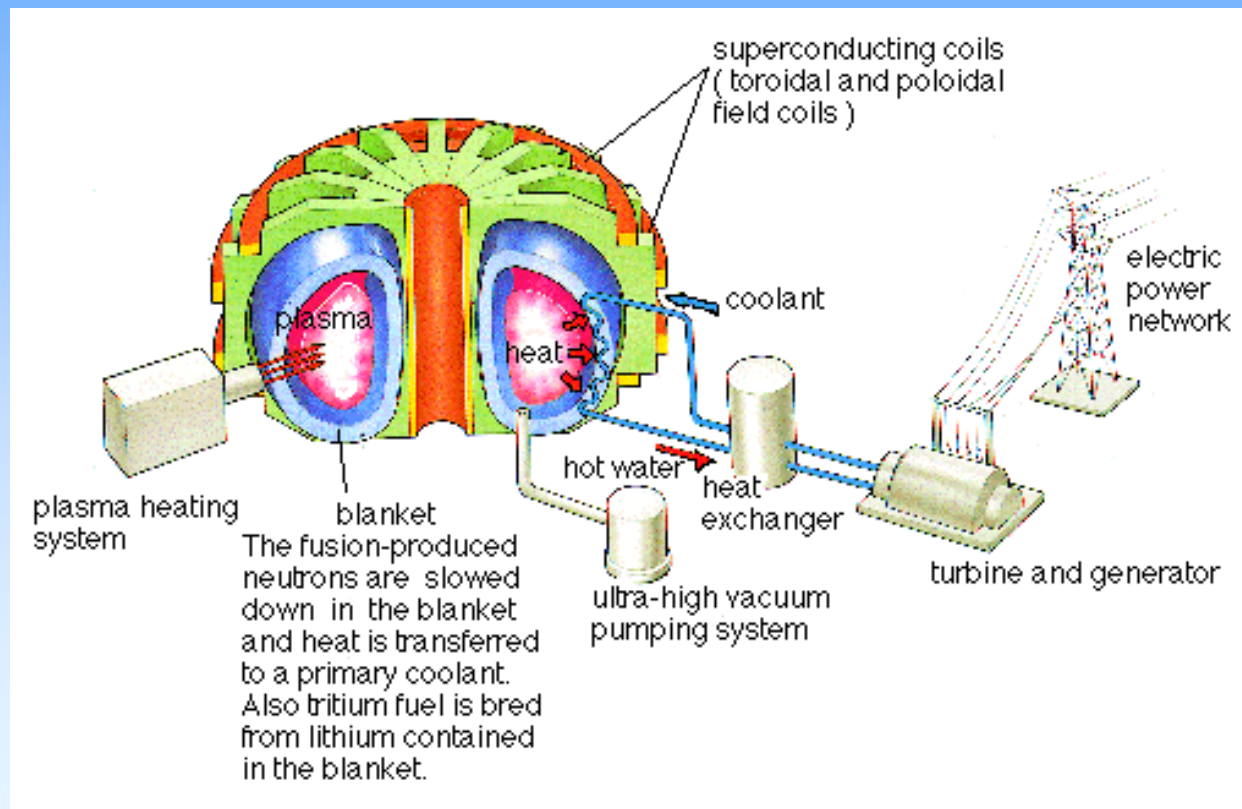
- 100-300-krát väčšie množstvo získanej energie z rovnakého objemu jadrového paliva
- Využitie už „vyhoreného“ paliva z jadrových elektrární pri výrobe elektriny
- Zvýšená prevádzková bezpečnosť





# Záver

- zvládnutie jadrovej fúzie (r. 2050),
  - Energia uvoľnená pri fúzných reakciách v plazme sa odoberá vo forme tepla cez plášť. Následne sa elektrická energia generuje v turbíne a generátore ako v bežnej parnej elektrárni.



Koncepcia fúznej elektrárne

# Záver

Budúcnosť slovenskej elektroenergetiky je v pokračovaní jadrového programu s primeraným zastúpením OZE.



**Ďakujem za pozornosť**