



TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH  
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY



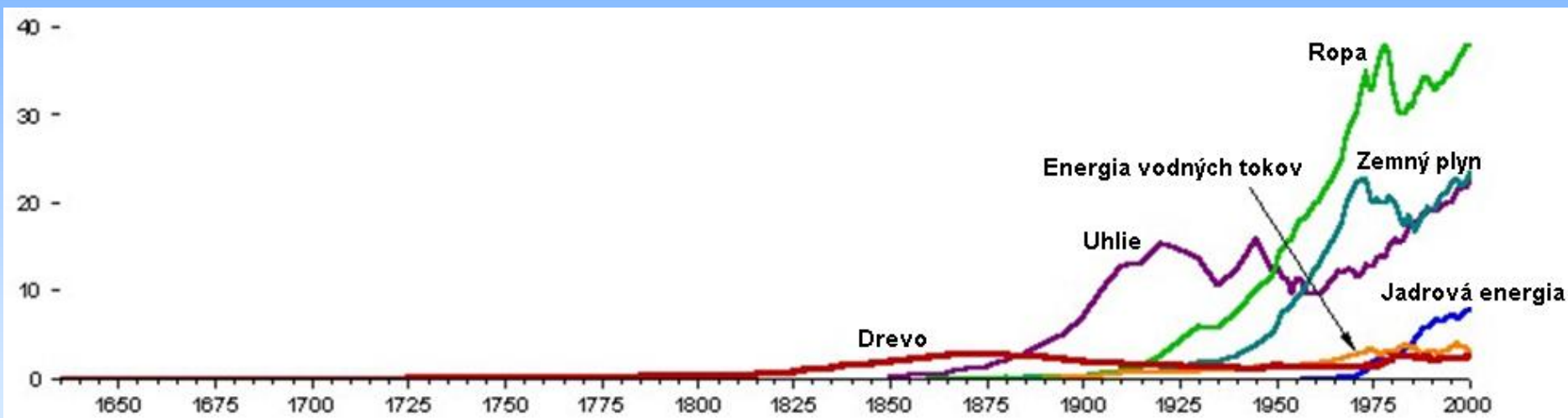
Katedra elektroenergetiky

# **Rozvoj slovenskej elektroenergetiky v kontexte európskeho priestoru**

prof. Ing. Michal Kolcun, PhD.

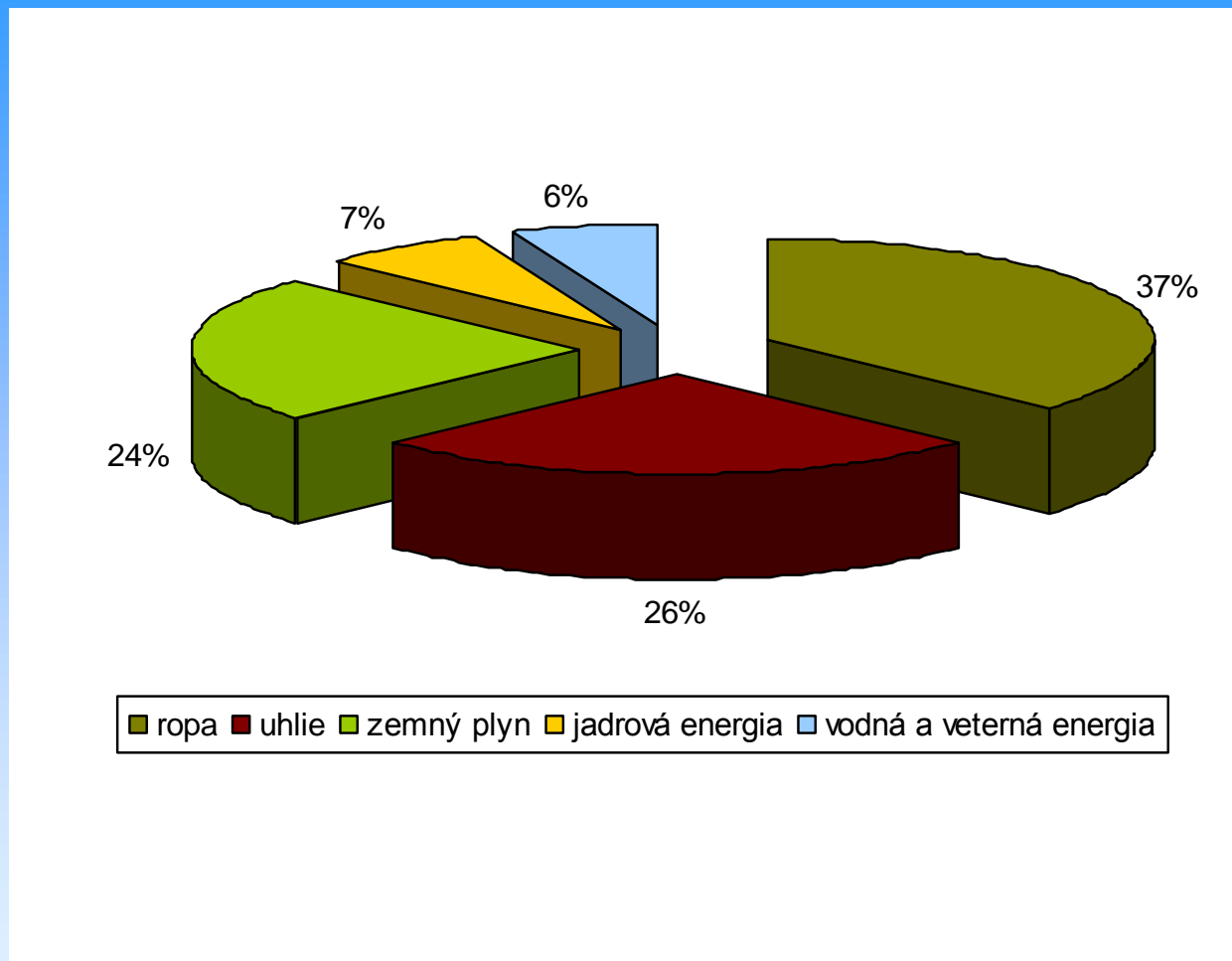
Šarpanec, 3. novembra 2011

# Úvod



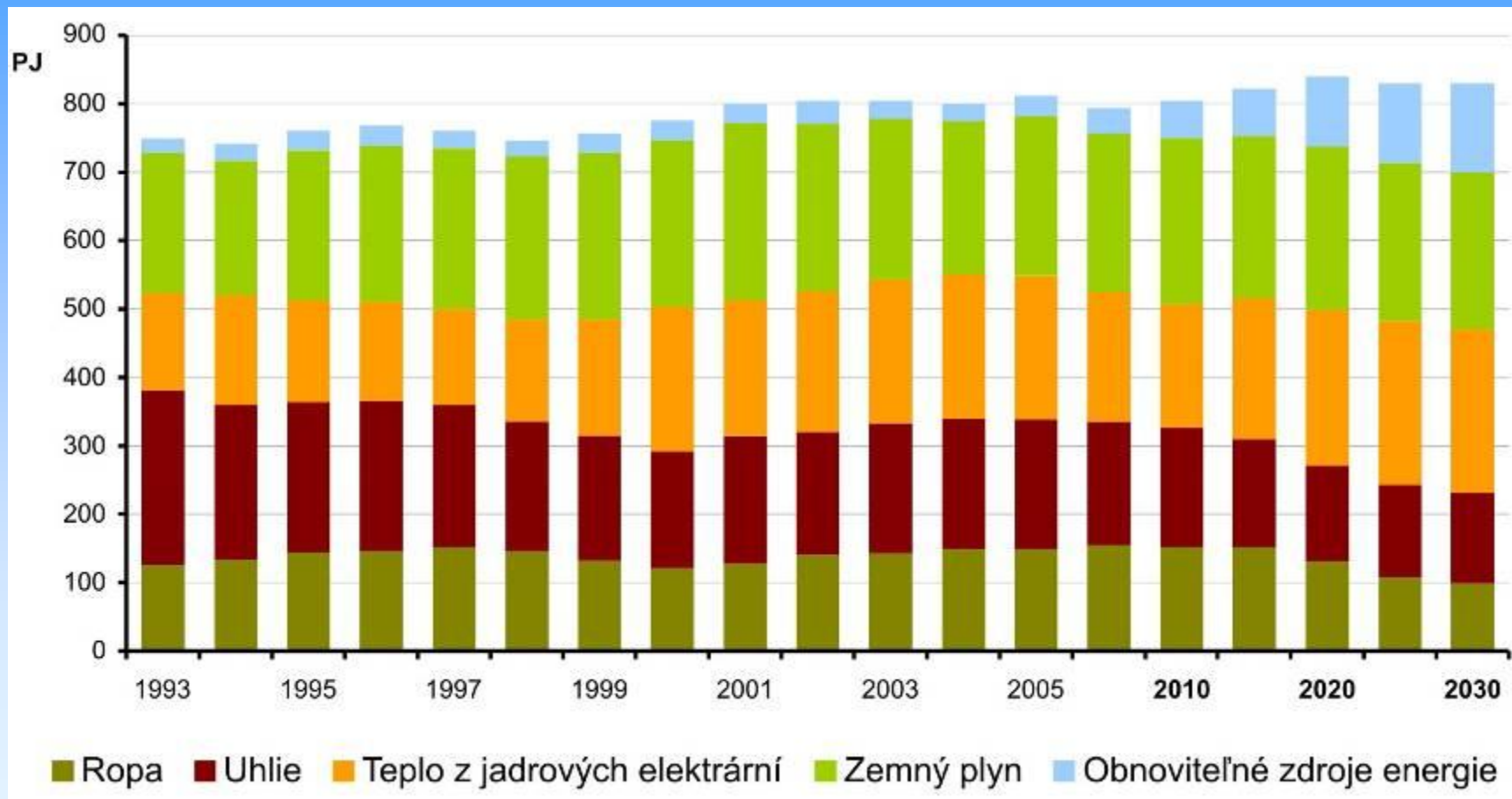
Vývoj rastu spotreby energií v USA v r. 1635 – 2000 (v biliardách BTU; (pozn.: 1 BTU = 1055 J; biliarda =  $10^{15}$ ))  
zdroj: <http://www.eia.doe.gov/emeu/aer/eh/intro.html>

# Súčasnú pokrytie svetovej potreby energie

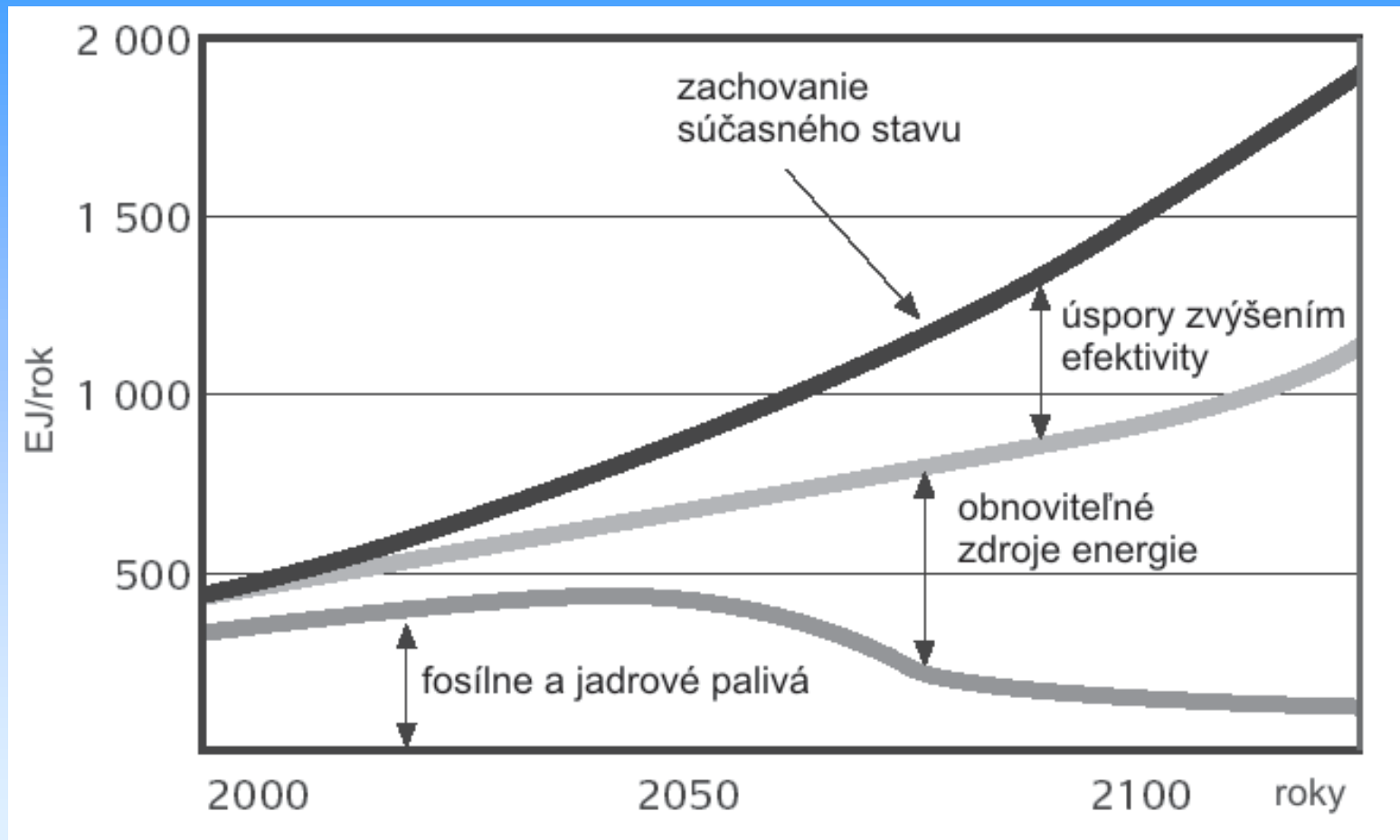


Medzinárodný úrad pre energiu predpokladá do r. 2030 nárast svetového dopytu po energii o 55%

# Vývoj spotřeby primárních energetických zdrojů v SR

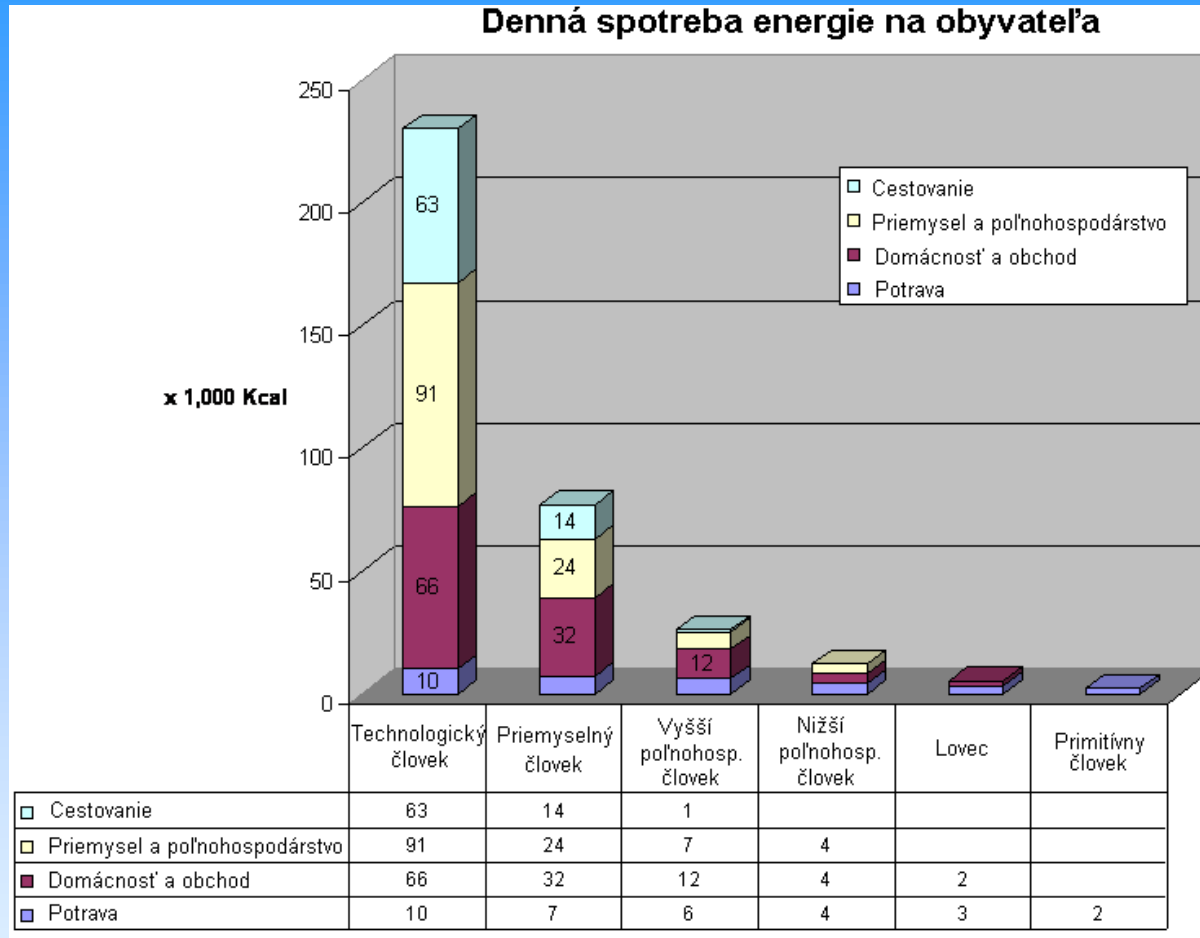


# Scenár vývoja spotreby energie



Scenár vývoja spotreby energie za predpokladu zásadného uplatnenia úspor energie a technológií na báze obnoviteľných zdrojov energie podľa analýz WEC/IIASA, IPCC, WBGU, G8 a IEA.

# Spotreba energie na obyvateľa



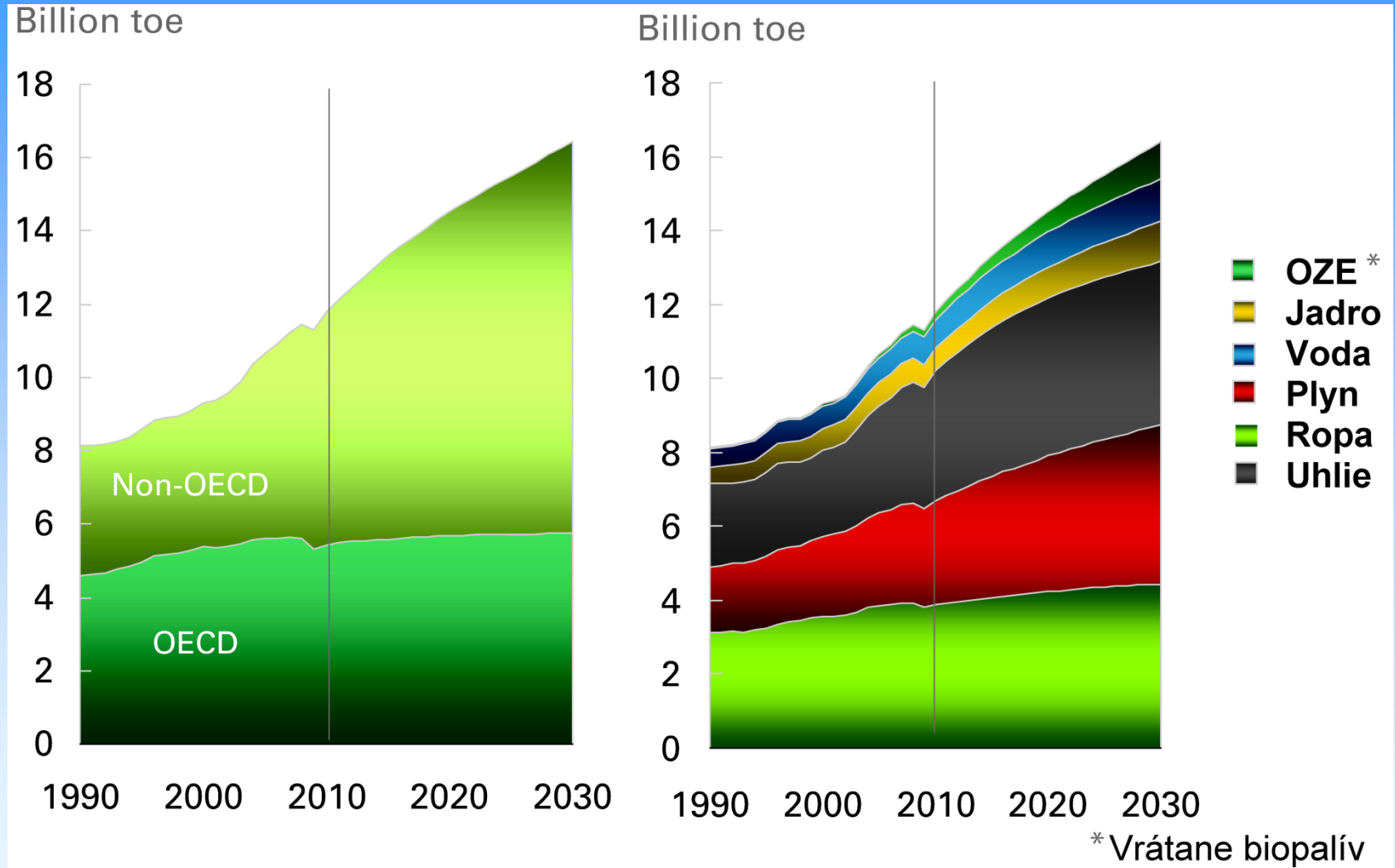
Odhadovaná denná spotreba energie na obyvateľa v rôznych historických obdobiach (1 kcal = 1000 cal  $\approx$  4 185 J)  
 Prebraté z knihy: E. Cook, "The Flow of Energy in an Industrial Society" Scientific American, 1971, strana 135.

Priemerný denný energetický príjem človeka je 9720 kJ (2313 kcal) u mužov a 6870 kJ (1632 kcal) u žien. Presné množstvo potrebnej energie sa u ľudí líši a závisí od ich základnej metabolickej úrovne a úrovne fyzickej aktivity.

# Zásoby fosílnych palív

	<b>Neodkryté množstvo</b>	<b>Ročná ťažiteľnosť</b>	<b>Vystačí na</b>
<b>Ropa</b>	142 425 mil.t.	3 452,2 mil.t.	41 rokov
<b>Plyn</b>	139 104 mil.t.	2 096,8 mil.t.	66 rokov
<b>Uhlie</b>	656 302 mil.t.	2 103,5 mil.t.	312 rokov
<b>Urán</b>	3 261 tis.t.	31 065 t.	104 rokov

# Vývoj rastu spotreby

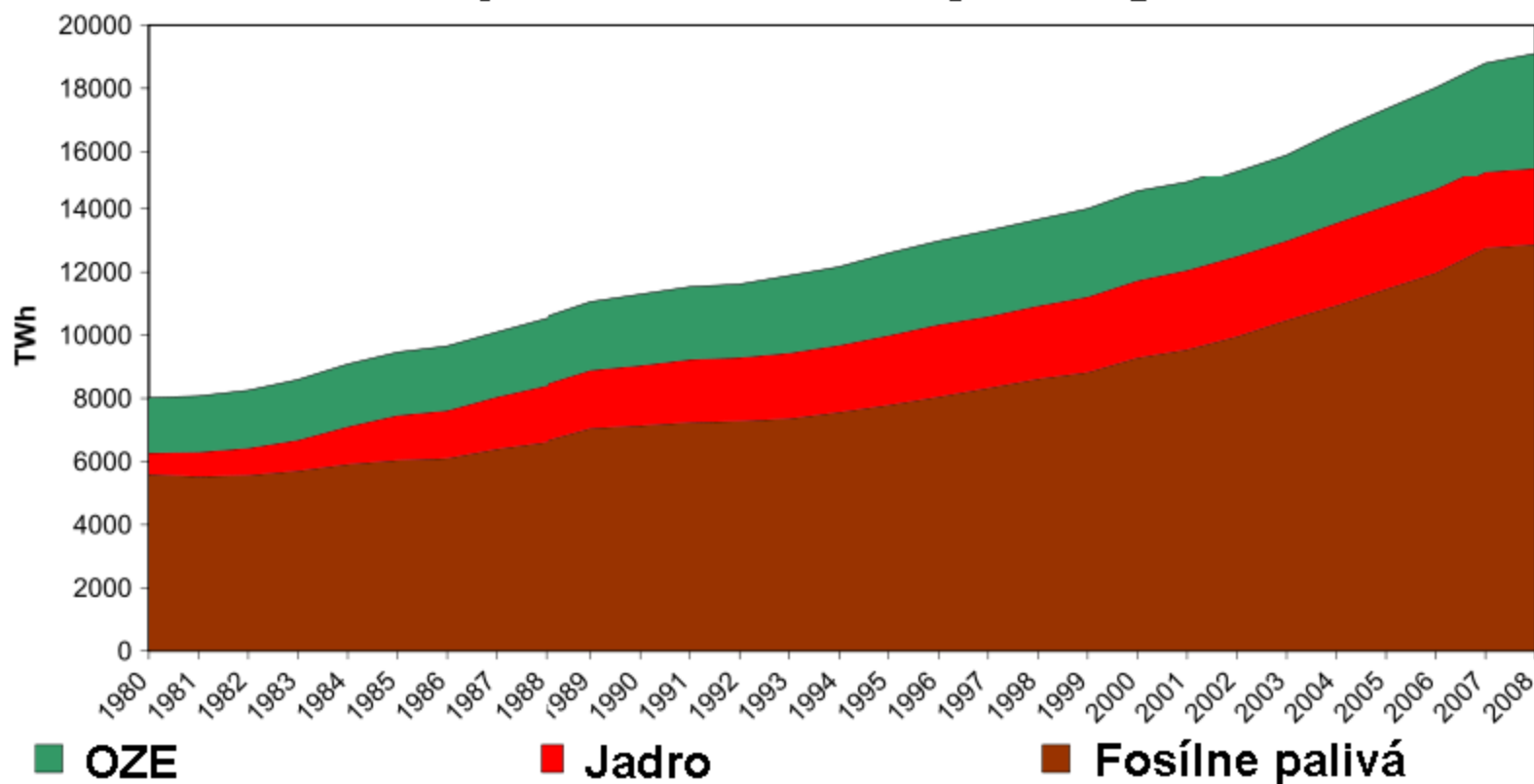


Vývoj rastu spotreby energií podľa pôvodu zdroja (pozn.: toe = tona ekvivalentného oleja; 1 toe = 41,868 GJ = 11,63 MWh)



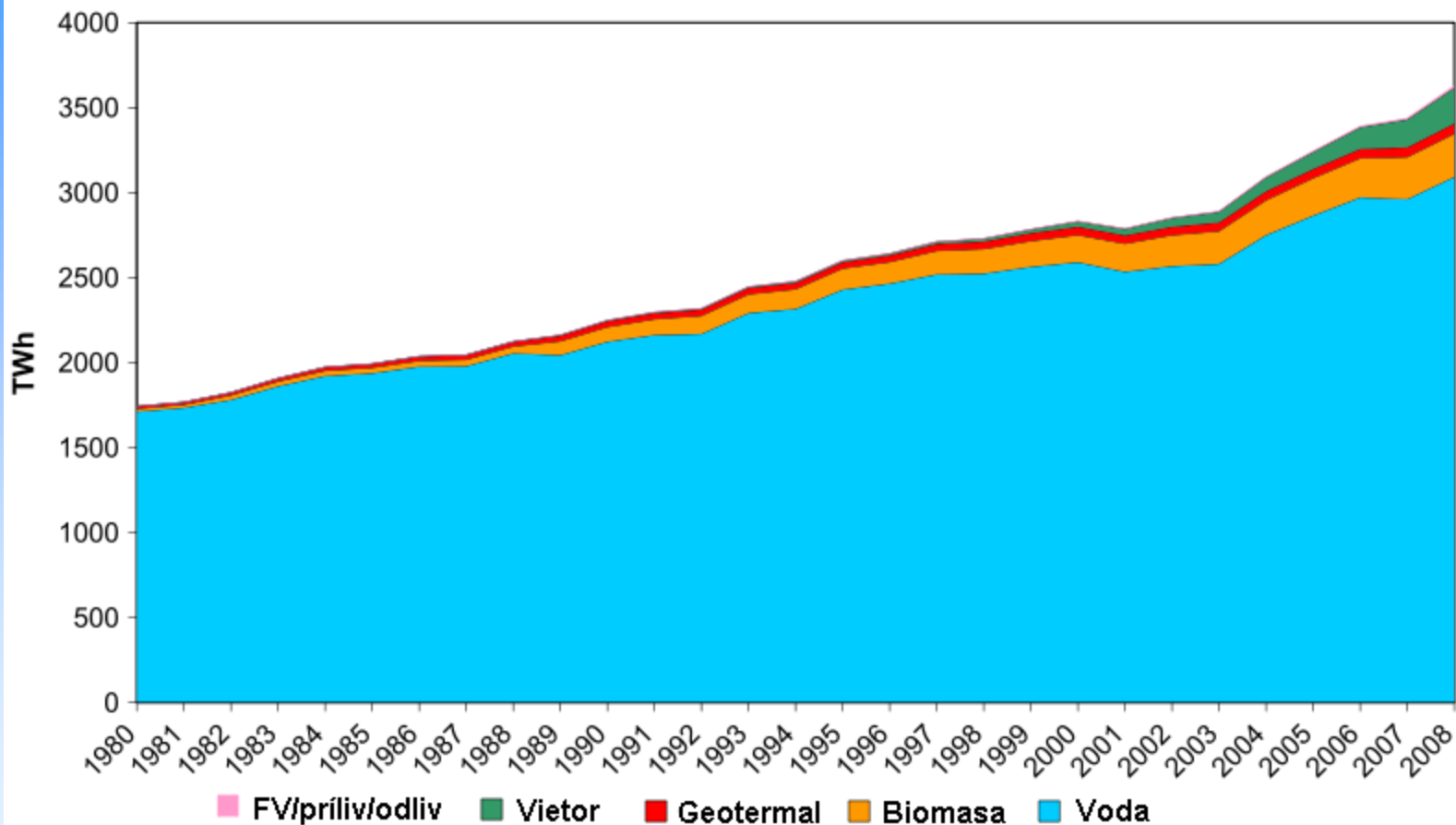
# Vývoj výroby elektrickej energie

## Ročná výroba elektrickej energie vo svete

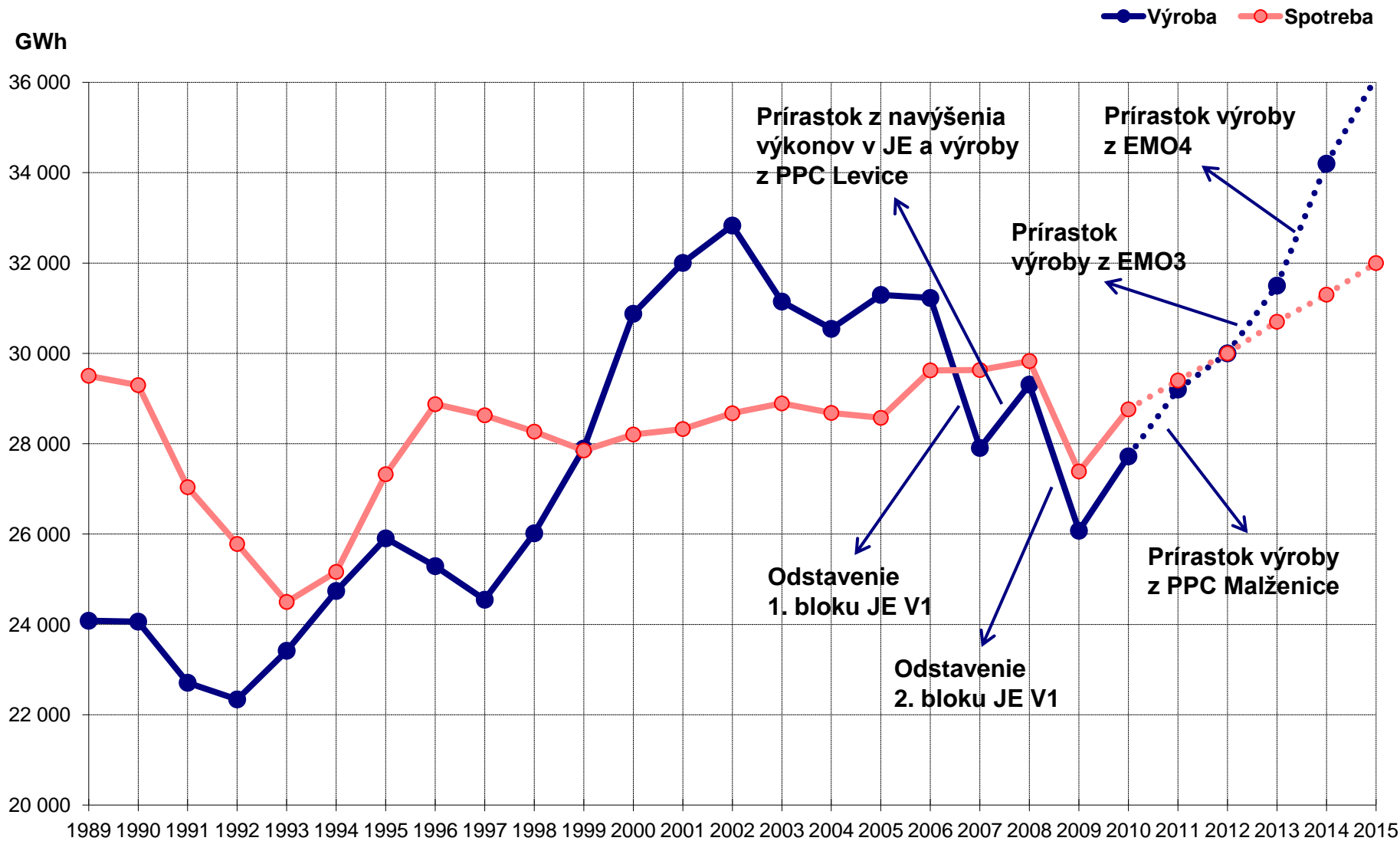


# Vývoj výroby elektrickej energie

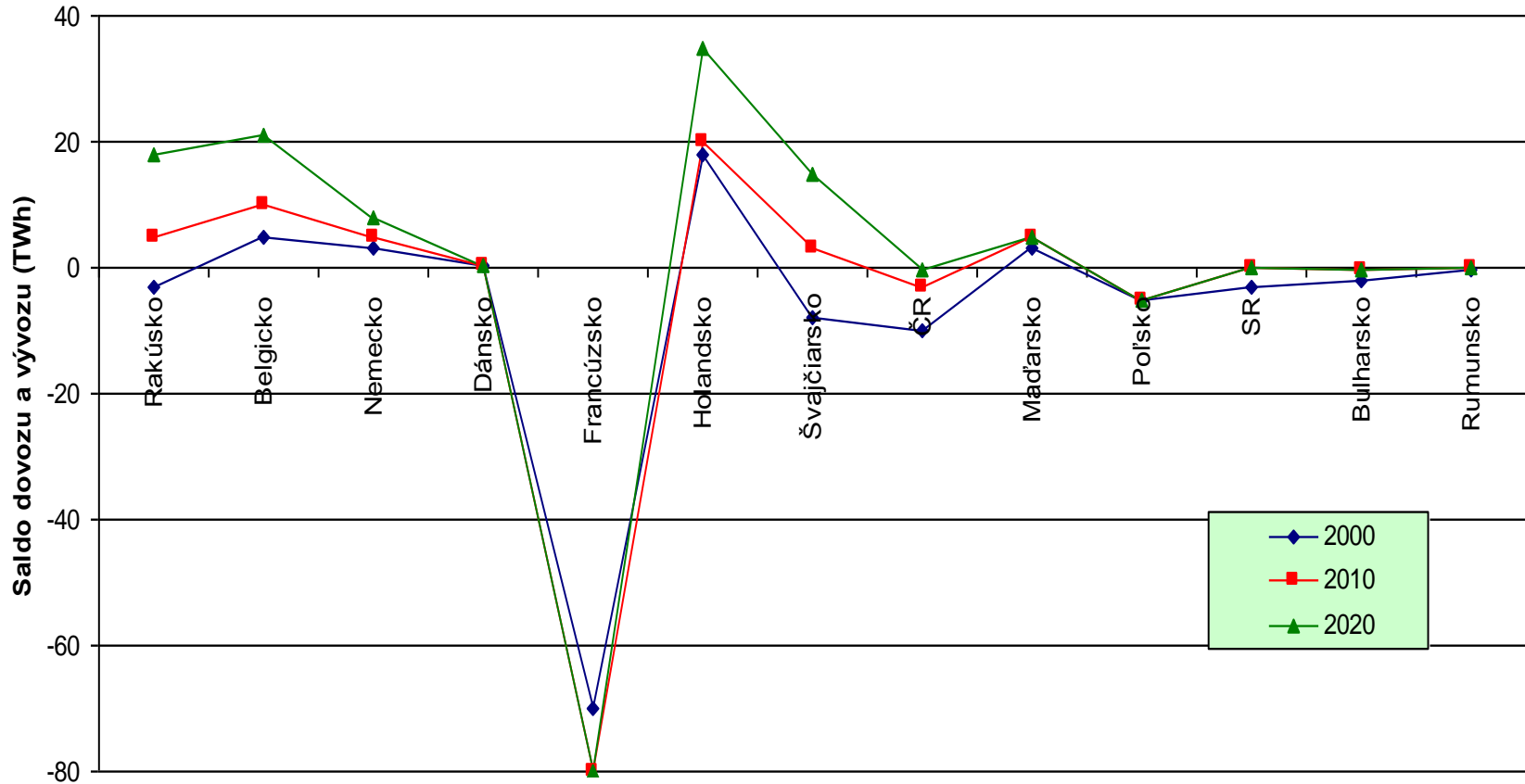
## Ročná výroba elektrickej energie z OZE vo svete



# Vývoj výroby a spotreby elektriny (GWh)



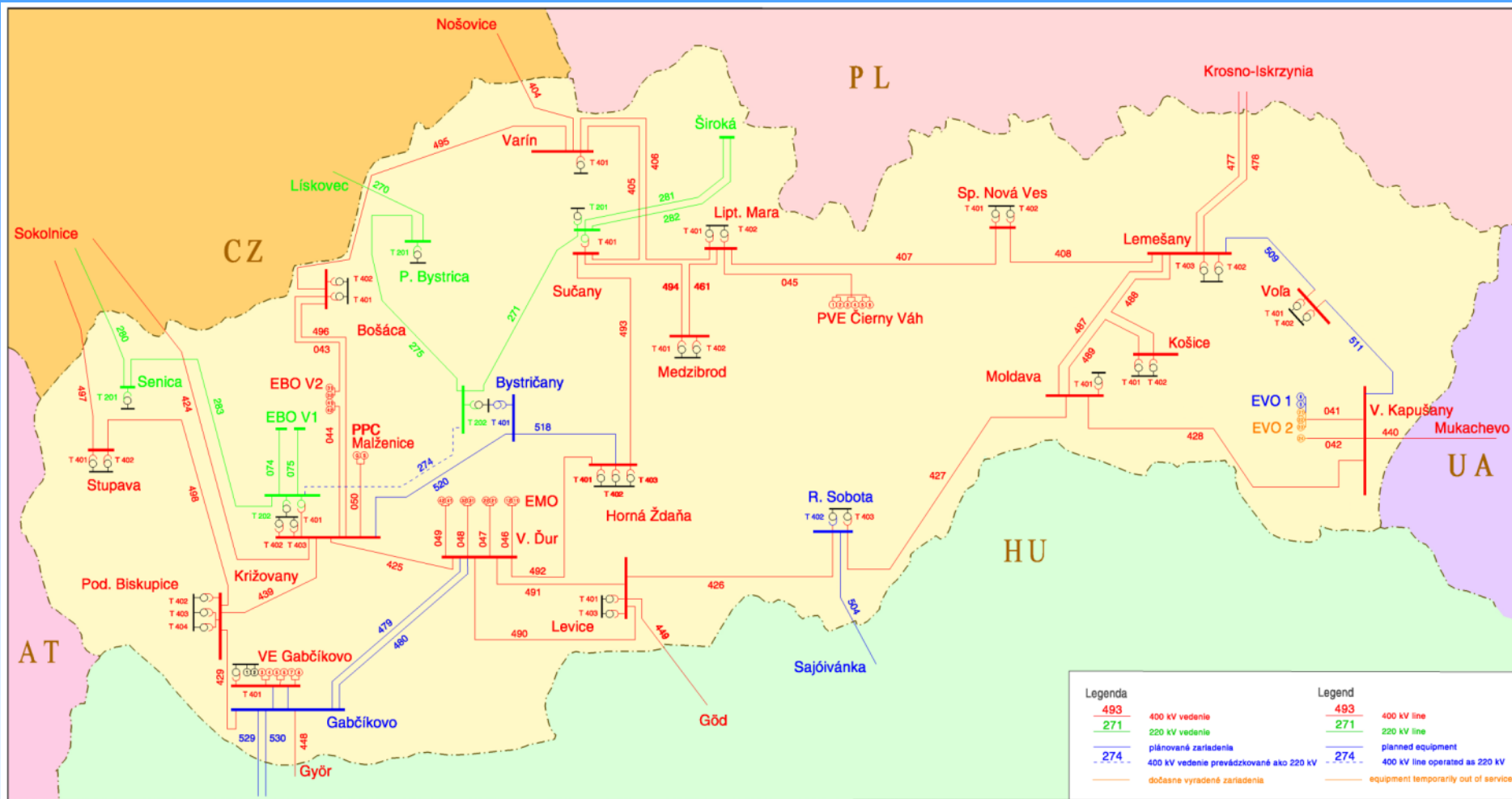
# Očekávané saldo dovozu a vývozu EE vo vybraných štátoch EÚ (TWh)





Slovenská elektrizačná prenosová sústava, a.s.

# Hlavné investičné projekty plánované na realizáciu v období rokov 2014 - 2016



# Výroba elektrickej energie [TWh]

											Change	2010	
											2010	share	
											over	of total	
Terawatt-hours	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2009	
US	3990,5	3924,1	4050,3	4075,8	4168,1	4257,4	4266,3	4365,0	4325,4	4146,6	<b>4325,9</b>	4,3%	20,3%
Canada	599,2	581,8	594,8	580,2	587,8	614,9	602,5	621,7	664,5	634,1	<b>629,9</b>	-0,7%	3,0%
Mexico	204,4	209,6	214,1	217,0	231,2	242,0	249,6	257,3	261,8	261,0	<b>270,0</b>	3,4%	1,3%
<b>Total North America</b>	<b>4794,1</b>	<b>4715,6</b>	<b>4859,2</b>	<b>4873,1</b>	<b>4987,1</b>	<b>5114,3</b>	<b>5118,5</b>	<b>5244,0</b>	<b>5251,7</b>	<b>5041,7</b>	<b>5225,8</b>	<b>3,7%</b>	<b>24,5%</b>
Brazil	348,9	328,5	345,7	364,3	387,5	402,9	419,3	444,6	463,1	456,6	<b>484,8</b>	6,2%	2,3%
<b>Total S. &amp; Cent. America</b>	<b>799,4</b>	<b>786,9</b>	<b>811,6</b>	<b>854,7</b>	<b>901,2</b>	<b>938,8</b>	<b>990,7</b>	<b>1035,0</b>	<b>1069,7</b>	<b>1067,4</b>	<b>1104,5</b>	<b>3,5%</b>	<b>5,2%</b>
Austria	61,8	61,8	62,7	60,2	64,3	60,6	63,4	63,7	66,8	68,9	<b>70,8</b>	2,9%	0,3%
Czech Republic	73,5	74,6	76,3	83,2	84,3	82,6	84,3	88,2	83,5	82,2	<b>85,9</b>	4,4%	0,4%
France	540,8	549,8	559,2	566,9	574,3	576,2	574,6	570,0	574,6	542,4	<b>573,2</b>	5,7%	2,7%
Germany	564,5	586,1	586,7	607,5	616,0	620,3	636,8	637,6	637,3	593,2	<b>621,0</b>	4,7%	2,9%
Hungary	35,2	36,4	36,2	34,1	33,7	35,8	35,9	40,0	40,0	35,9	<b>37,4</b>	4,3%	0,2%
Italy	276,6	279,0	284,4	293,9	303,3	303,7	314,1	313,9	319,1	292,6	<b>298,2</b>	1,9%	1,4%
Lithuania	11,4	14,7	17,7	19,5	19,3	14,8	12,5	14,0	14,0	15,4	<b>5,7</b>	-62,7%	◆
Poland	145,2	145,7	144,1	151,6	154,2	156,9	161,7	159,3	156,2	151,7	<b>157,4</b>	3,8%	0,7%
Russian Federation	877,8	891,3	891,3	912,1	931,9	954,1	992,1	1018,7	1040,0	993,1	<b>1036,8</b>	4,4%	4,9%
Slovakia	30,7	32,0	32,4	31,2	30,6	31,5	31,4	28,1	29,0	26,2	<b>27,4</b>	4,9%	0,1%
Spain	232,0	242,4	246,6	264,5	281,0	294,2	302,9	312,2	317,9	296,3	<b>300,4</b>	1,4%	1,4%
Sweden	152,5	169,5	154,0	142,5	160,0	166,6	150,8	155,6	156,9	143,7	<b>155,4</b>	8,2%	0,7%
United Kingdom	377,1	384,8	387,2	398,2	393,9	398,3	397,3	396,8	388,7	375,7	<b>381,2</b>	1,5%	1,8%
<b>Total Europe &amp; Eurasia</b>	<b>4681,1</b>	<b>4773,8</b>	<b>4811,8</b>	<b>4934,2</b>	<b>5050,3</b>	<b>5127,6</b>	<b>5235,2</b>	<b>5319,3</b>	<b>5358,9</b>	<b>5110,7</b>	<b>5311,7</b>	<b>3,9%</b>	<b>24,9%</b>
<b>Total Middle East</b>	<b>461,6</b>	<b>488,5</b>	<b>520,9</b>	<b>546,1</b>	<b>579,0</b>	<b>624,7</b>	<b>663,8</b>	<b>710,4</b>	<b>763,0</b>	<b>778,9</b>	<b>814,2</b>	<b>4,5%</b>	<b>3,8%</b>
<b>Total Africa</b>	<b>438,9</b>	<b>454,8</b>	<b>482,4</b>	<b>508,7</b>	<b>539,8</b>	<b>561,5</b>	<b>586,6</b>	<b>611,7</b>	<b>621,5</b>	<b>617,0</b>	<b>664,2</b>	<b>7,7%</b>	<b>3,1%</b>
China	1355,6	1480,8	1654,0	1910,6	2203,3	2500,3	2865,7	3281,6	3466,9	3714,7	<b>4206,5</b>	13,2%	19,7%
India	554,7	574,6	592,2	624,1	657,7	689,6	738,7	797,9	824,5	869,8	<b>922,2</b>	6,0%	4,3%
Japan	1057,9	1039,7	1058,3	1082,6	1107,8	1153,1	1164,3	1180,1	1183,7	1114,0	<b>1145,3</b>	2,8%	5,4%
<b>Total Asia Pacific</b>	<b>4219,0</b>	<b>4420,1</b>	<b>4706,0</b>	<b>5085,6</b>	<b>5524,6</b>	<b>5971,9</b>	<b>6461,2</b>	<b>7022,8</b>	<b>7277,2</b>	<b>7519,8</b>	<b>8204,6</b>	<b>9,1%</b>	<b>38,5%</b>
<b>Total World</b>	<b>15394,2</b>	<b>15639,7</b>	<b>16191,7</b>	<b>16802,3</b>	<b>17582,2</b>	<b>18338,8</b>	<b>19056,0</b>	<b>19943,2</b>	<b>20342,0</b>	<b>20135,5</b>	<b>21325,1</b>	<b>5,9%</b>	<b>100,0%</b>
Of which:													
OECD	9734,0	9734,7	9956,0	10095,6	10349,2	10606,6	10693,7	10919,2	10965,4	10513,1	<b>10904,8</b>	3,7%	51,1%
Non-OECD	5660,2	5905,0	6235,7	6706,7	7233,0	7732,3	8362,3	9024,0	9376,7	9622,4	<b>10420,3</b>	8,3%	48,9%
European Union	3027,7	3119,4	3139,4	3232,5	3297,8	3312,4	3364,0	3380,5	3377,5	3212,7	<b>3332,1</b>	3,7%	15,6%
Former Soviet Union	1267,4	1289,6	1300,7	1340,7	1375,9	1398,1	1448,5	1486,8	1506,8	1431,6	<b>1501,9</b>	4,9%	7,0%

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

Poradie	Krajina	Rok	Celkovo	Voda	Viator	Biomasa	FV	Geotermál	Iné zdroje
1	Čína	2009	576,9	549,0	40,2	3,0	0,140		
-	EÚ	2009	587,2						
2	USA	2009	424,3	272,1	70,8	54,3	0,808	15,2	
3	Brazília	2009	409,8	387,1	1,374	21,354			
4	Kanada	2009	374,5	363,2	2,5		0,017		
5	Rusko	2009	165,1	163,2	0,007			0,48	0,41
6	Nórsko	2009	126,2	125,0	0,977	0,2			
7	India	2009	121,8	104,4	14,7				
8	Nemecko	2010	101,7	19,694	36,500	33,460	12,000	0,027	
9	Japonsko	2009	98,9	75,2	1,754		0,002	3,027	
10	Venezuela	2009	85,8	85,8					

# JE Fukušima – príčiny a následky

14. marca 2011 došlo k explózii 3. reaktora JE Fukušima Daiichi (40-ročná JE, 240 km od Tokia). Reaktorovým palivom bolo plutónium. 2 dni predtým (12.3.2011) došlo k úniku rádioaktívnej látky na reaktore č. 1.



Explózia v JE Fukušima



Zničená JE Fukušima Daiichi (14. apríla 2011)



Pohľad na zničenú dozornú (velín) v JE Fukušima



# Zatváranie JE v Nemecku do roku 2022

Berlín, 30.5.2011 – nemecká vláda plánuje zatvoriť všetky jadrové elektrárne v krajine do 11 rokov, povedala nemecká kancelárka Angela Merklová po udalostiach v JE Fukušima.

Jedná sa o zatvorenie 17 jadrových reaktorov. Jadrová energetika, svojim podielom v Nemecku 23 %, bude nahradená vyšším počtom obnoviteľných zdrojov energie.



JE Grafenrheinfeld, Schweinfurt, Nemecko



JE Kernkraftwerk Isar Block 2, Nemecko

# Odstavenie JE v Európe

- Odstavenie všetkých jadrových elektrární vo Švajčiarsku do roku 2032.
- Odstavenie všetkých jadrových elektrární v Belgicku do roku 2015.
- ... ďalšie krajiny

## Pokračovanie v jadrovom programe

- Francúzsko, Veľká Británia, Česko, Slovensko, Fínsko ...

# 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 vyžiadať 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

# Potenciál OZE na Slovensku

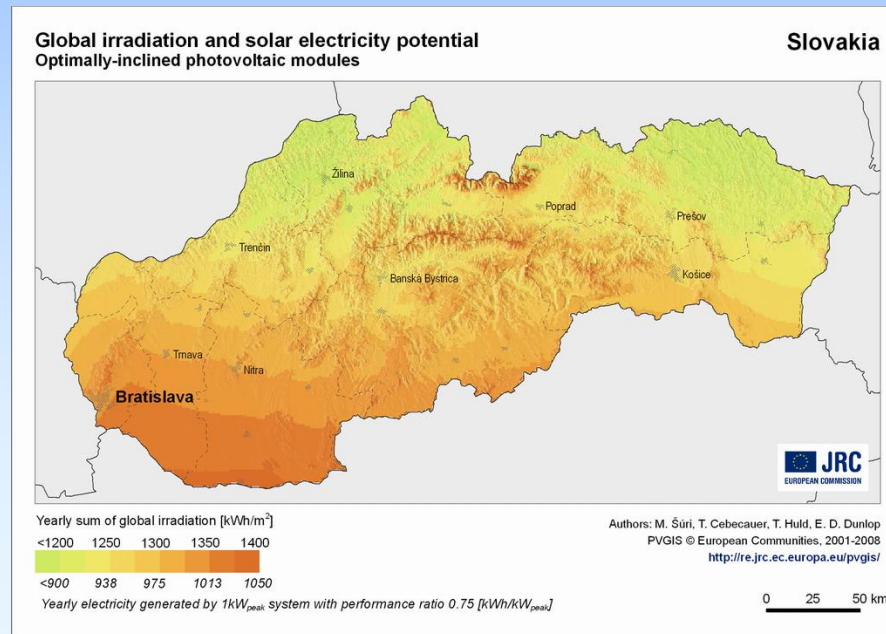
RES Type	TVP
Biomass	142 PJ
Solar energy	30 – 350 PJ*
Hydro power	27 PJ
Wind power	5.9 PJ
Geothermal energy	21 PJ
<b>Total</b>	<b>225.9 PJ – 545.9 PJ*</b>

Zdroj: <http://www.worldenergy.org/documents/congresspapers/343.pdf>

# Fotovoltaika na Slovensku

Napriek tomu, že sú podmienky slnečného svitu na území Slovenskej republiky lepšie než v Česku alebo Nemecku, je Slovensko vo výstavbe fotovoltaických elektrární relatívne pozadu. Je to dané tým, že legislatíva na podporu obnoviteľných zdrojov energie bola na Slovensku prijatá nedávno a výkupná cena je určovaná Úradom pre reguláciu sieťových odvetví (URSO). V SR do 30.6.2011 bolo uvedené do prevádzky cca 480 MW.

Úrad pre reguláciu sieťových odvetví (URSO) zmenil výnosom č. 7 / 2011 výkupné ceny elektriny z fotovoltaických elektrární na 259,17 EUR / MWh vrátane ceny na straty. Ceny sú platné od 1.7.2011. Samozrejme na SR sú možné už len inštalácie do 100 kWp na streche budovy pevne spojenej so zemou a s riadnym súpisným číslom.



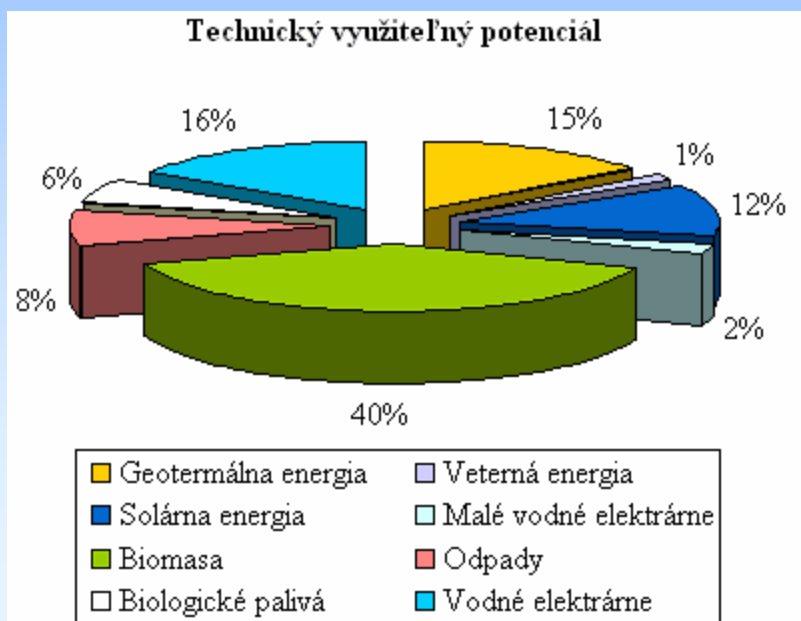
Slnečná mapa Slovenska

# Biomasa na Slovensku

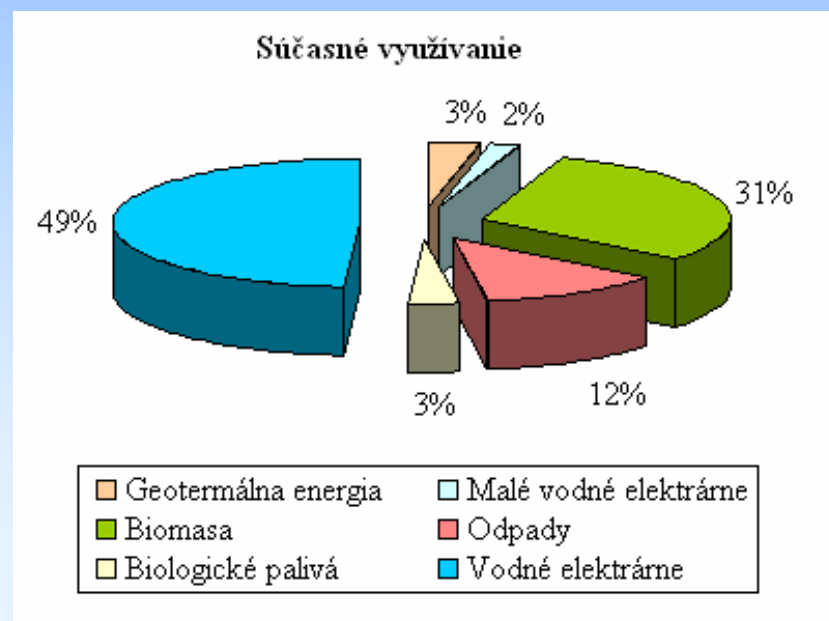
Energetické využívanie biomasy patrí k perspektívnym spôsobom využívania OZE v stredozemných štátoch EÚ. Napríklad podľa prepočtu bývalého slovenského ministerstva pôdohospodárstva by Slovensko mohlo v roku 2050 pokryť cca 30% celkovej spotreby energie práve biomasou.

Hlavnými producentmi biomasy v SR na energetické využitie sú odvetvia lesného hospodárstva, poľnohospodárstva a drevospracujúceho priemyslu.

Okrem týchto zdrojov je potrebné v bilanciách využiteľnosti počítať s možnosťou zvýšenia produkcie biomasy pestovaním špeciálnych energetických lesov.



Potenciál využiteľnosti zdrojov energie v SR



Potenciál využívania OZE v SR

# OZE vyrobili na Slovensku v roku 2010 5,3 tis. GWh energie

Vďaka obnoviteľným zdrojom energií (OZE) sa v minulom roku vyrobilo na Slovensku takmer 5,3 tisíc gigawatthodín elektrickej energie. V medziročnom porovnaní to predstavuje nárast o 2 %. Ako vyplýva z predbežných údajov Ministerstva hospodárstva SR, obnoviteľné zdroje sa tak vlani podieľali na celkovej spotrebe elektriny 18,4 %, rok predtým to však bolo 18,8 %. "Podiel elektriny aj pri zvýšení výroby elektriny z obnoviteľných zdrojov nedosiahol hodnotu roku 2009 kvôli vyššej spotrebe elektriny v minulom roku," zdôvodnil rezort Ministerstva hospodárstva SR vo svojej analýze (Autor: SITA, 3. júna 2011)



Foto: SITA

# Vývoj veterných turbín

Špecialista na offshore veterné turbíny, firma Vestas, má v pláne postaviť v roku 2012 veternú turbínu s najväčším priemerom na svete. Navrhovaná V164 by bola o výkone 7 MW, a svojím výkonom by dvakrát prevyšovala svojho predchodcu V112 s výkonom 3 MW. Priemer rotora V164 (164 metrov) by zatienil aj turbínu G10X, ktorá je inštalovaná v Španielsku a má priemer 128 metrov.

V súčasnosti má najvyšší výkon 7,58 MW veterná turbína Enercon E-126, ktorá má priemer 126 metrov. Navrhovaná turbína Sway AS o výkone približne 10 MW bude mať priemer 145 metrov.



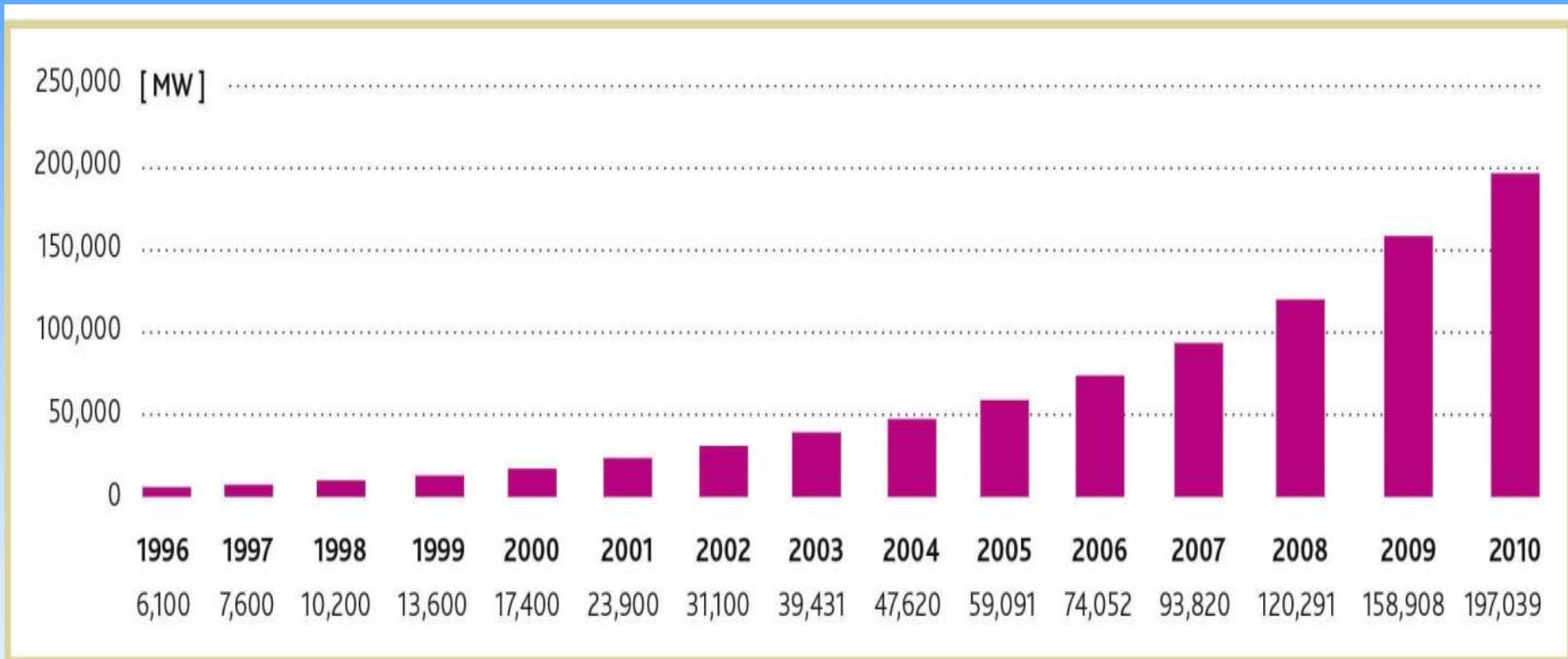
Vestas V164 – 7,0 MW má lopatky s dĺžkou 80 metrov, je to dĺžka deviatich autobusov



Vestas V164 – 7,0 MW



# Inštalovaný výkon větrných elektrárení vo svete 1996 – 2010



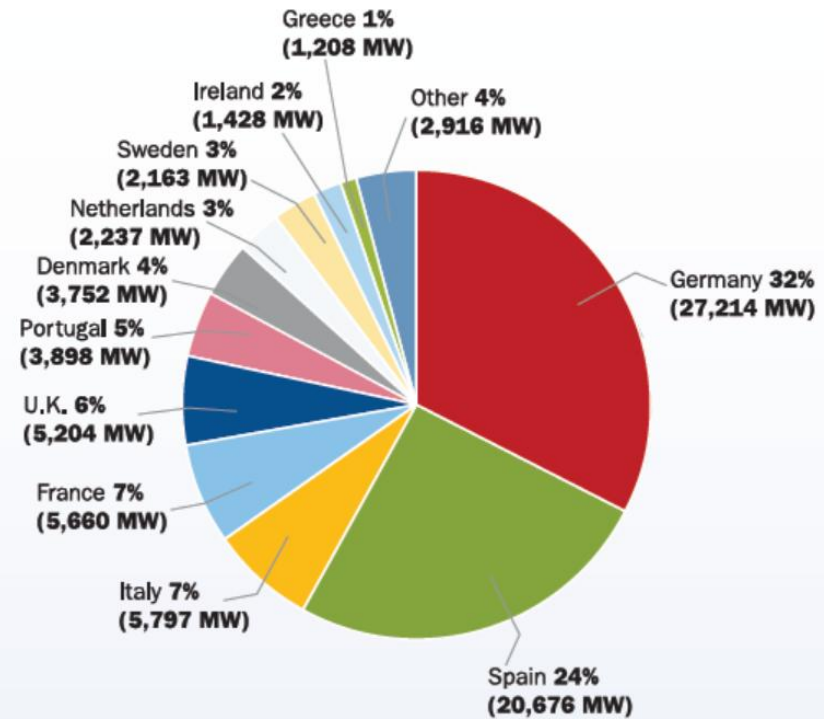
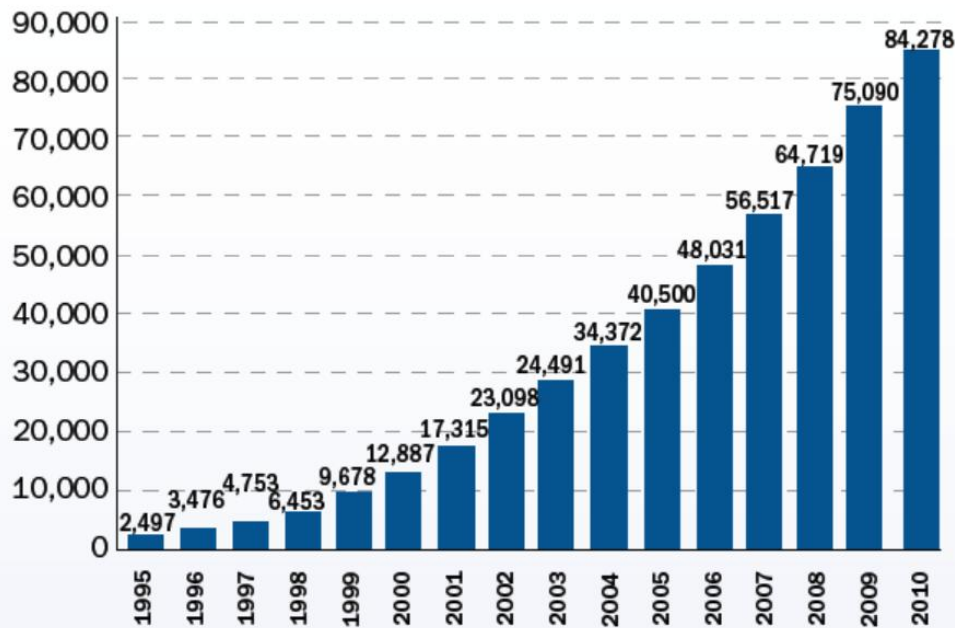
Global Wind Energy Council 2010 (GWEC)

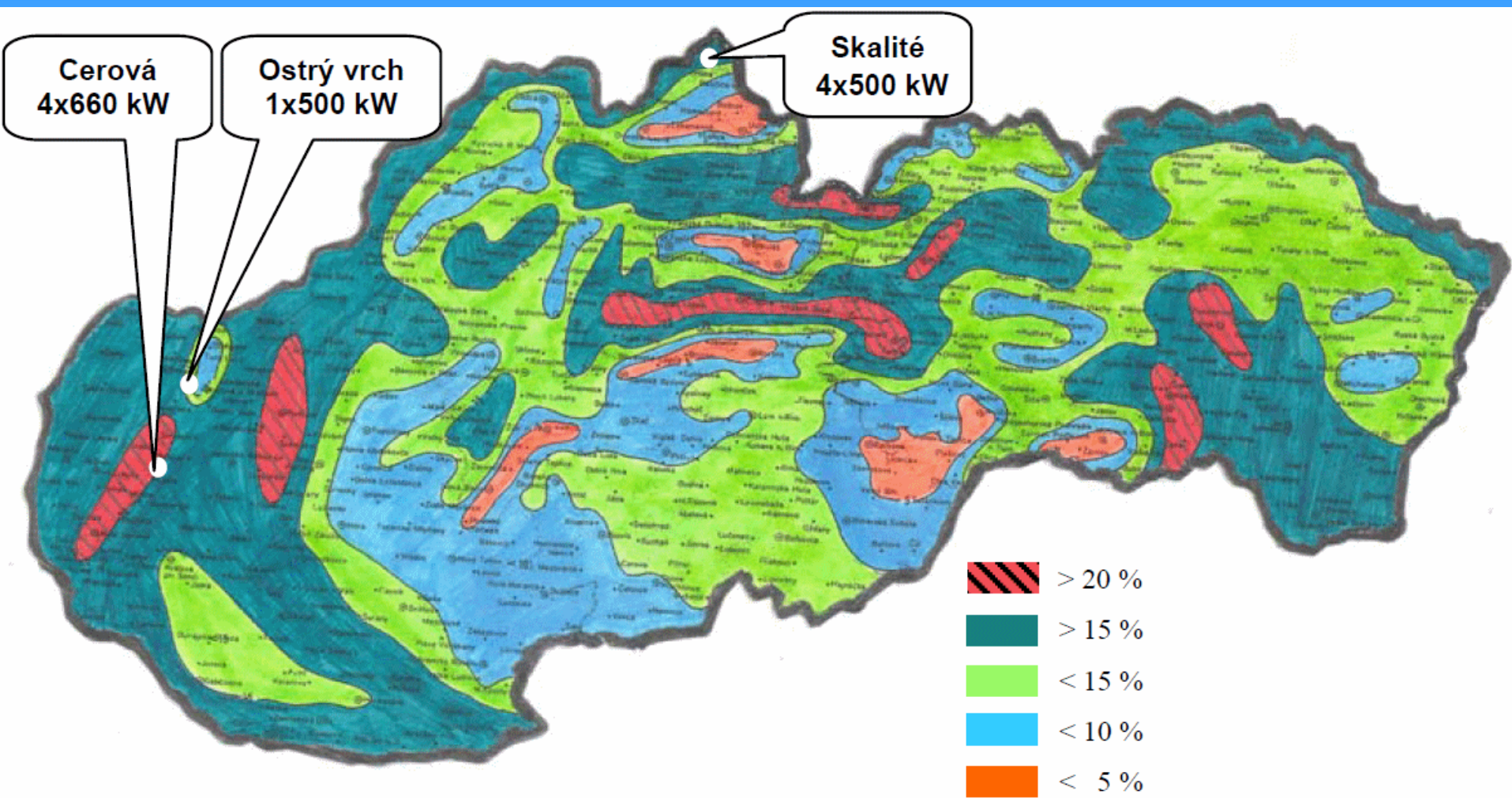
# Inštalácie veterných elektrární v Európe

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

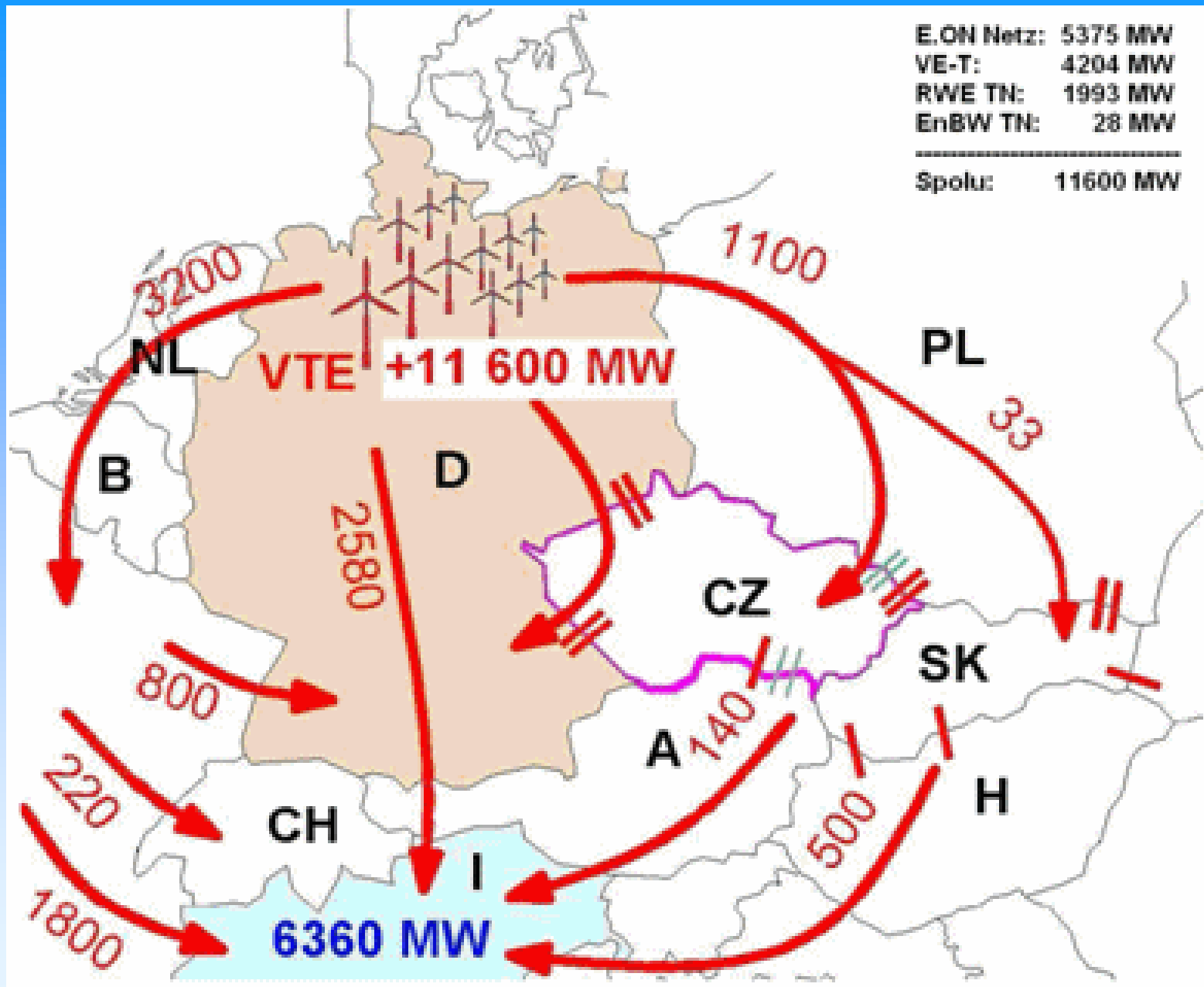


# Inštalácie veterných elektrární v Európe

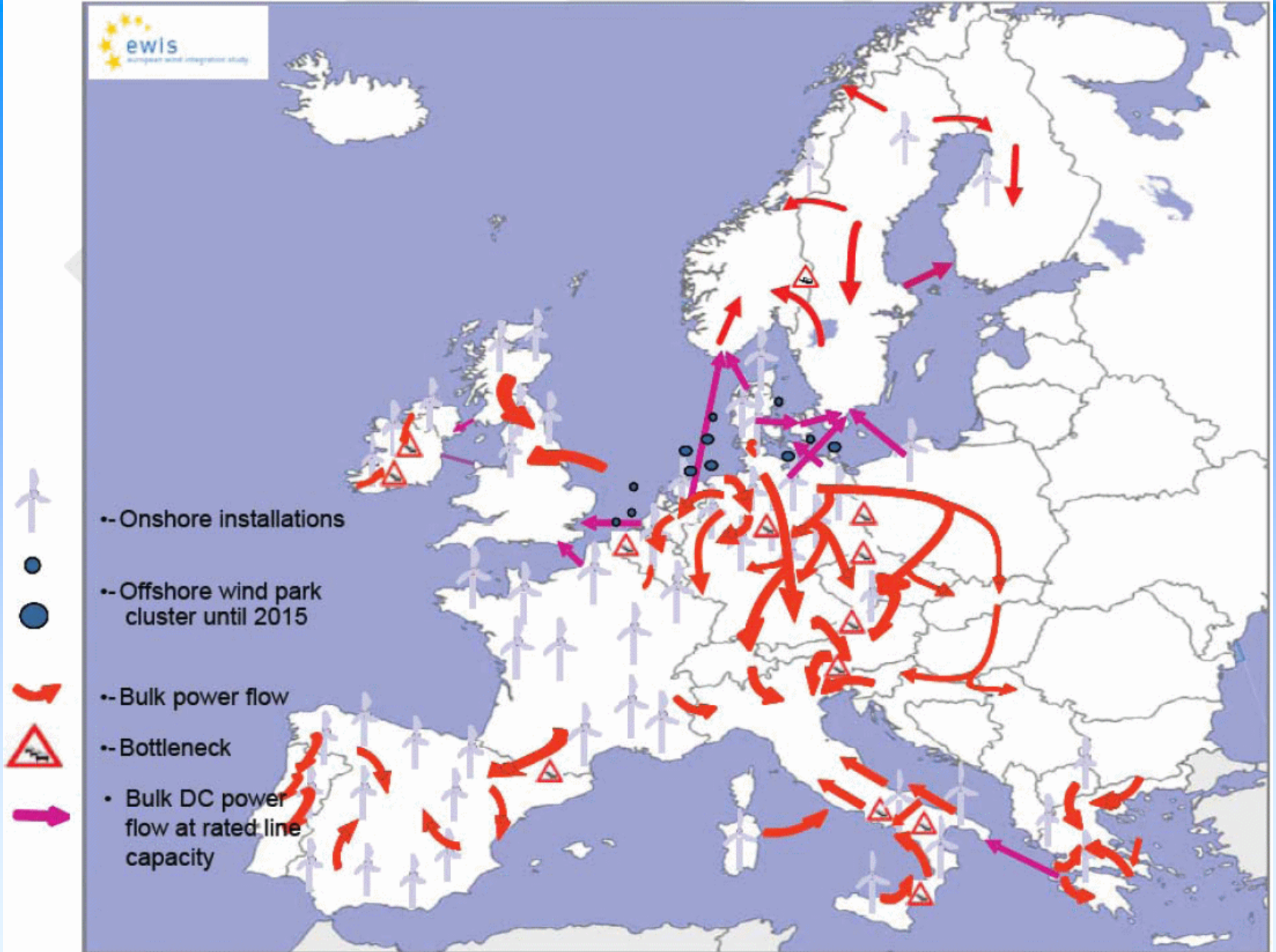




**Ročná frekvencia výskytu vetra s rýchlosťou  $6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a viac (1961-1980) s vyznačením existujúcich VTE na Slovensku**



Dopad výrazného zvýšenia výroby VTE na prenosy v smere S–J dňa 11.11.2004 o 19.00 hod



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

# Záver

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





**Ďakujem za pozornosť**