

# Obnovitelné zdroje energie OZE

Ing. Jan Havlík, Ph.D.

1

## Struktura přednášek

1. OZE v ČR a ve světě
2. Vodní energie
3. Větrná energie
4. Solární energie – fototermální
5. Solární energie – fotovoltaická
6. Geotermální energie
7. Energie z biomasy, spalování biomasy
8. Zplyňování a pyrolyza biomasy
9. Alternativní paliva
10. Decentralizovaná výroba elektřiny a tepla

2

## OZE V ČR A VE SVĚTĚ, DEFINICE, POTENCIÁL

3

### OZE

- Definice OZE z encyklopedie:

Obnovitelný zdroj energie je označení některých vybraných, na Zemi přístupných forem energie, získané primárně především z jaderných přeměn v nitru Slunce. Dalšími zdroji jsou teplo zemského nitra a setrvačnost soustavy Země-Měsíc. Lidstvo je čerpá ve formách např. sluneční záření, větrné energie, vodní energie, energie přílivu, geotermální energie, biomasy a další.

- Definice OZE podle zákona o životním prostředí č. 17/1992 Sb.:

Obnovitelné přírodní zdroje mají schopnost se při postupném spotřebovávání částečně nebo úplně obnovovat, a to samy nebo za přispění člověka.

4

### OZE

- geotermální energie - geotermální elektrárny a výtopny
- solární energie – ozařuje zemský povrch
  - přímé využití
    - fotovoltaické panely
    - solární kolektory
  - ohřev zemského povrchu a atmosféry
    - přímé využití - tepelná čerpadla
    - koloběh vody v přírodě – vodní elektrárny
    - vítr – větrné stroje a elektrárny
    - mořský příboj – elektrárny pro jeho využití
  - produkce biomasy
    - spalování – výroba elektřiny a tepla
    - výroba kapalných paliv – MEŘO, bioetanol, pyrolyzní olej
    - výroba bioplynu – fermentace, zplyňování
- gravitace Měsíce – elektrárny využívající příliv a odliv

5

### Druhy OZE

Za neobnovitelné zdroje energie je naopak považována ta biomasa, která je součástí geologických formací a je přeměněna v nerostné suroviny označované jako fosilní paliva (uhlí, ropa, zemní plyn, rašelina, aj.), kde byla sluneční energie naakumulována před delší dobou

Ve střední Evropě má význam, vzhledem místním podmínkám, energie slunečního záření, větru, vody, bioenergie, a částečně i geotermální energie

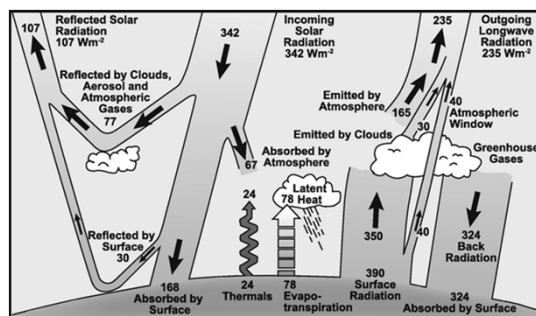
6

### Druhy OZE

- Většina OZE má původ ve **slunečním záření**.
- **Solární konstanta:  $S = 1368 \text{ W/m}^2$**  kolmo na směr dopadajícího slun. záření mimo zemskou atmosféru
- Průměrná intenzita sl. záření na  $1 \text{ m}^2$  zem. povrchu:  **$I = 342 \text{ W/m}^2$**

7

### Druhy OZE

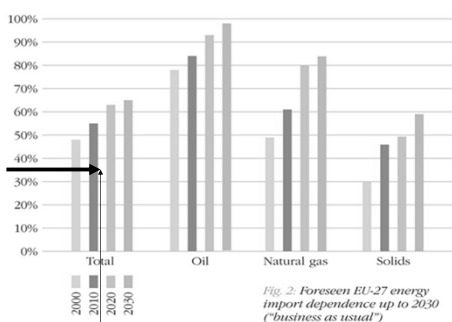


Earth's Annual Global Mean Energy Budget - Kiehl and Trenberth (1997)  
Zdroj: The Intergovernmental Panel on Climate Change, www.ipcc.ch

8

### Proč OZE?

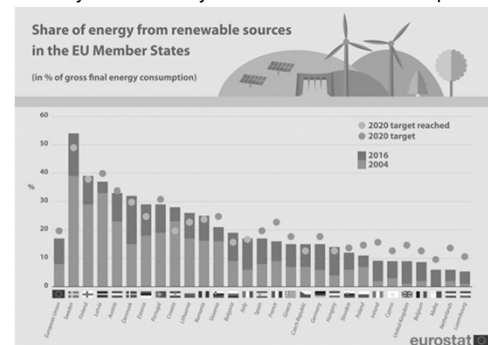
- bezemisní technologie – nulová produkce  $\text{CO}_2$
- rostoucí závislost na **dovoze fosilních paliv**



9

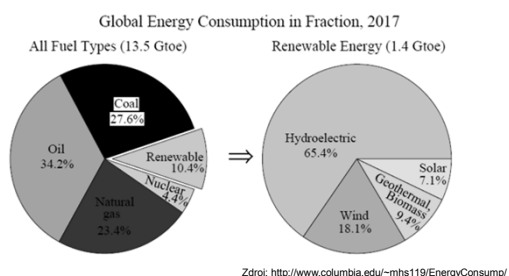
### Proč OZE?

- Závazek EU 2020 – 20% OZE
- ČR: výroba elektřiny z OZE - 13% z celkové spotřeby



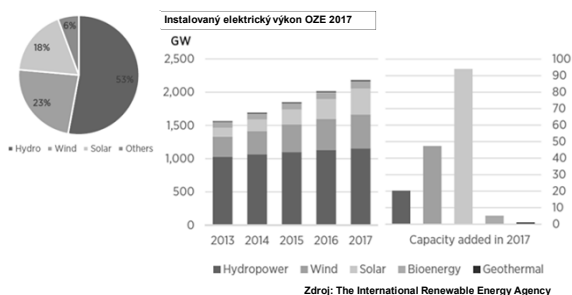
10

### Podíl OZE na konečné spotřebě energie,svět



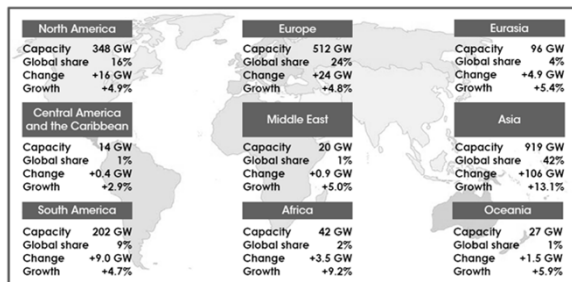
11

### OZE ve výrobě elektřiny,svět



12

## OZE ve výrobě elektřiny,svět



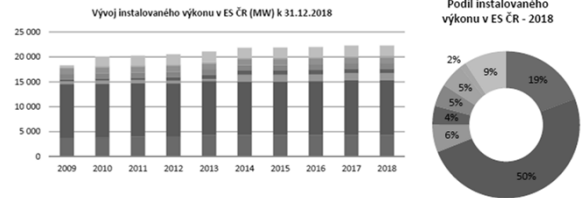
Zdroj: The International Renewable Energy Agency

13

## Instalovaný výkon v ES ČR k 31.12.2018

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Celkem ČR</b>	18 525,8	20 072,9	20 250,0	20 515,5	21 079,2	21 848,4	21 865,7	21 989,0	22 246,7	22 276,9
■ Jaderné (JE)	1330,0	1300,0	1300,0	1300,0	1300,0	1300,0	1300,0	1300,0	1300,0	1300,0
■ Parní (PE)	10 720,1	10 789,0	10 787,5	10 644,1	10 819,5	10 741,9	10 741,9	10 850,0	11 079,4	11 079,4
■ Paroplynové (PPE)	540,7	540,7	540,7	520,7	518,0	1 363,9	1 363,9	1 363,9	1 363,9	1 363,9
■ Plynové a spalovací (PSE)	374,2	433,7	510,8	750,1	820,1	855,9	855,9	874,0	895,9	920,9
■ Vodní (VE)	1 036,5	1 056,1	1 054,6	1 089,2	1 082,7	1 080,4	1 087,5	1 090,2	1 092,7	1 092,5
■ Přehřívací (PVE)	1 148,5	1 148,5	1 146,6	1 146,6	1 146,6	1 171,5	1 171,5	1 171,5	1 171,5	1 171,5
■ Větrné (VTE)	193,2	217,8	218,9	263,0	270,0	278,1	280,6	282,0	308,2	316,2
■ Fotovoltaické (FVE)	464,6	1 959,1	1 971,0	2 086,0	2 132,4	2 067,4	2 074,9	2 067,9	2 069,5	2 056,8

vývoj instalovaného výkonu v letech 2009-2018, zdroj: ERÚ, OTE, a.s.



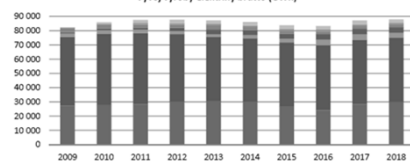
Zdroj: ERÚ Roční zpráva o provozu ES 2018

14

## Výroba brutto v ES ČR k 31.12.2018

Výroba (GWh)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Podíl (%)
<b>Jaderné (JE)</b>	27,2	28,0	28,3	30,3	30,7	26,8	24,1	28,3	29,9	34,0%	
<b>Parní (PE)</b>	48,5	50,0	50,0	47,3	44,4	44,8	45,7	45,4	45,1	51,3%	
<b>Paroplynové (PPE)</b>	2,3	2,3	2,3	2,2	2,1	2,2	2,7	4,0	3,7	4,2%	
<b>Plynové a spalovací (PSE)</b>	1,0	1,3	1,6	2,2	3,2	3,5	3,6	3,8	3,7	4,2%	
<b>Vodní (VE)</b>	2,4	2,8	2,1	2,2	2,9	1,9	1,8	2,0	1,8	1,8%	
<b>Přehřívací (PVE)</b>	0,6	0,6	0,7	0,7	0,9	1,1	1,3	1,2	1,1	1,2%	
<b>Větrné (VTE)</b>	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,7%	
<b>Fotovoltaické (FVE)</b>	0,09	0,6	2,1	2,2	2,1	2,1	2,3	2,1	2,2	2,4%	
<b>Výroba elektřiny brutto</b>	<b>82,3</b>	<b>85,9</b>	<b>87,6</b>	<b>87,6</b>	<b>87,1</b>	<b>86,0</b>	<b>83,9</b>	<b>83,3</b>	<b>87,0</b>	<b>88,0</b>	<b>100%</b>

Vývoj výroby elektřiny brutto (GWh)

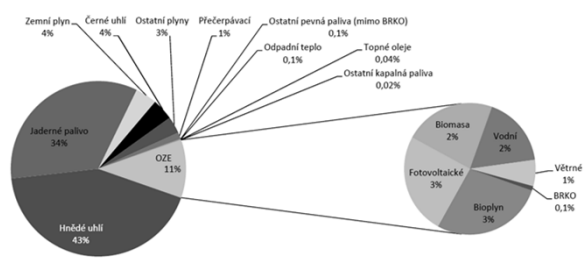


Zdroj: ERÚ Roční zpráva o provozu ES 2018

15

## Výroba elektřiny v ČR z OZE: stav 2018

Podíl paliv a technologií na výrobě elektřiny brutto - 2018



Zdroj: ERÚ Roční zpráva o provozu ES 2018

16

## Výroba elektřiny v ČR: stav 2018

Výroba elektřiny brutto	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Hnědé uhlí</b>	35 832,2	35 944,5	36 228,1	36 978,1	37 733,8
<b>Jaderné palivo</b>	30 324,9	26 840,8	24 104,2	28 339,6	29 921,3
<b>Zemní plyn</b>	1 356,1	1 978,3	3 422,2	3 388,2	3 488,1
<b>Černé uhlí</b>	4 889,8	5 165,6	5 719,9	4 453,0	3 454,5
<b>Ostatní plyny</b>	3 219,9	3 088,8	3 036,2	2 879,7	2 751,5
<b>Bioplyn</b>	2 566,7	2 614,2	2 600,5	2 639,0	2 607,2
<b>Fotovoltaické</b>	2 122,9	2 263,8	2 131,5	2 193,4	2 339,7
<b>Biomasa</b>	2 007,0	2 090,9	2 067,4	2 211,4	2 118,7
<b>Vodní</b>	1 909,2	1 794,8	2 000,5	1 869,5	1 628,8
<b>Přehřívací</b>	1 051,5	1 276,0	1 201,5	1 170,5	1 050,6
<b>Větrné</b>	476,5	572,6	497,0	591,0	609,3
<b>BRKO</b>	87,3	86,6	98,6	114,2	100,2
<b>Ostatní pevná paliva (mimo BRKO)</b>	67,5	75,9	78,3	87,8	76,8
<b>Odpadní teplo</b>	35,4	32,4	46,0	45,6	64,3
<b>Topné oleje</b>	45,7	47,1	44,3	53,9	34,8
<b>Ostatní kapalná paliva</b>	10,7	16,1	25,0	22,8	21,6
<b>Ostatní</b>	0,0	0,0	0,8	0,0	0,5
<b>Koks</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

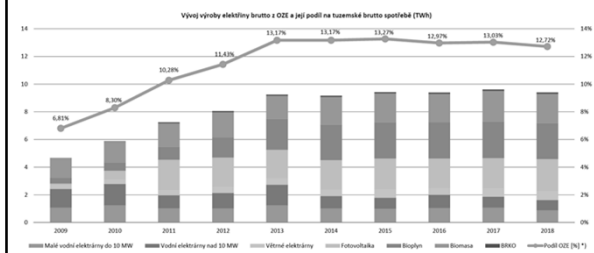
zdroj: data: výkaz ERÚ-E1, OTE, a.s.

Zdroj: ERÚ Roční zpráva o provozu ES 2018

17

## Podíl výroby elektřiny z OZE v ČR

- Podíl OZE na výrobě elektřiny
- Podíl výroby elektřiny z OZE z celkové spotřeby



Zdroj: ERÚ

18

## Výroba elektřiny z OZE v ČR

	2009	2010	2015	2016	2017	2018
<b>Celkem OZE [MWh]</b>	<b>4 668 514</b>	<b>5 886 915</b>	<b>9 422 950</b>	<b>9 395 450</b>	<b>9 618 438</b>	<b>9 404 017</b>
Malé vodní elektrárny do 10 MW	1 082 683	1 238 819	1 001 797	1 053 100	1 062 479	875 129
Vodní elektrárny nad 10 MW	1 346 937	1 550 655	793 010	947 388	806 985	753 701
Větrné elektrárny	288 067	335 493	572 612	496 957	591 038	609 330
Fotovoltaika	88 807	615 702	2 263 846	2 131 455	2 193 368	2 339 677
Bioplyn	414 235	598 755	2 614 188	2 600 546	2 638 977	2 607 245
Biomasa	1 436 848	1 511 911	2 090 855	2 067 443	2 211 352	2 118 724
BRKO	10 937	35 580	86 642	98 561	114 238	100 210

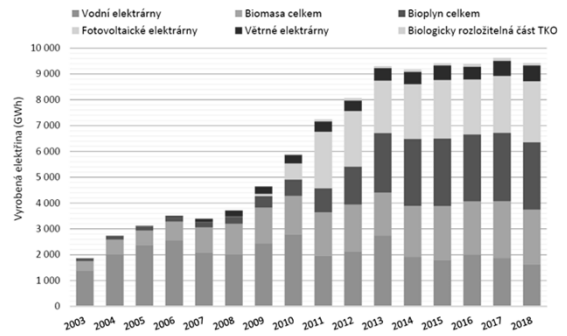
zdroj dat: předchozí roční zpráva, výkaz ERÚ-El, OTE, a.s. (od roku 2013)

Zdroj: ERÚ Roční zpráva o provozu ES 2018

19

## Výroba elektřiny z OZE v ČR

Hrubá výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů

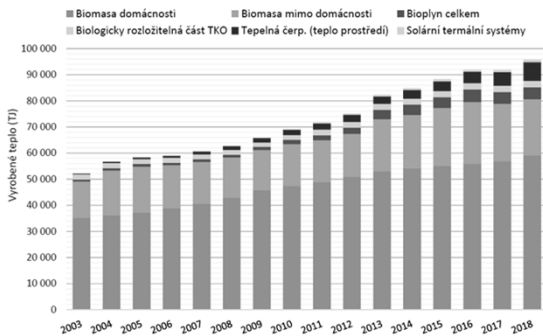


Zdroj: MPO OZE v roce 2018

20

## Výroba tepla z OZE v ČR

Hrubá výroba tepla z obnovitelných zdrojů

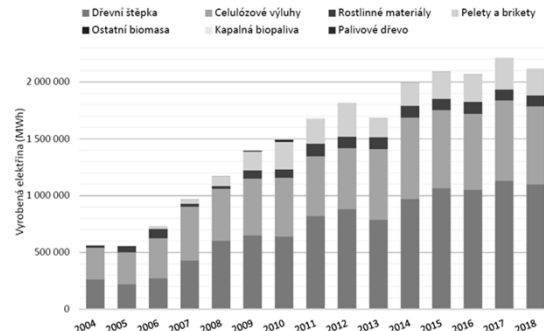


Zdroj: MPO OZE v roce 2018

21

## OZE v ČR : elektřina z biomasy

Vývoj hrubé výroby elektřiny z biomasy

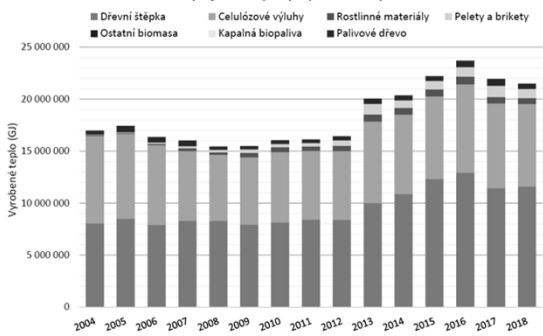


Zdroj: MPO

22

## OZE v ČR : teplo z biomasy

Vývoj hrubé výroby tepla z biomasy

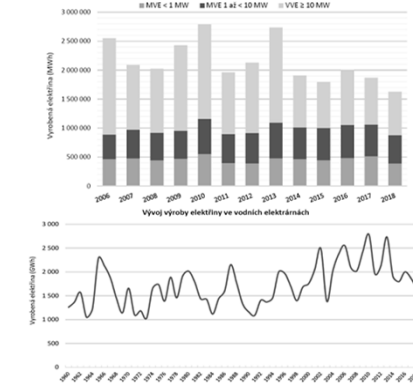


Zdroj: MPO

23

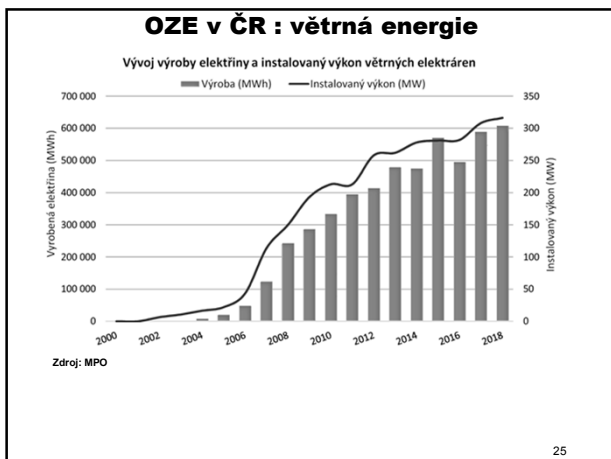
## OZE v ČR : vodní energie

Vývoj výroby elektřiny ve vodních elektrárnách

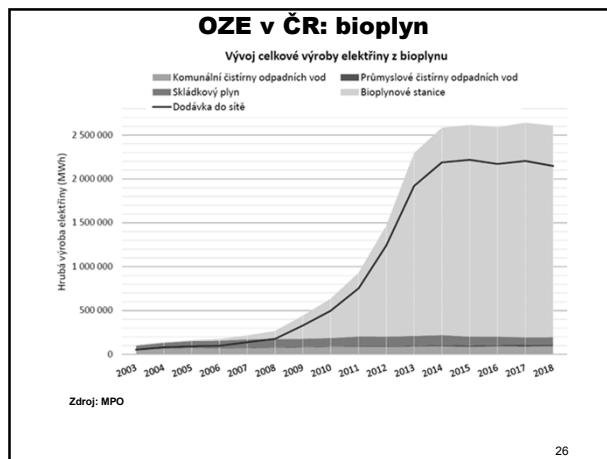


Zdroj: MPO

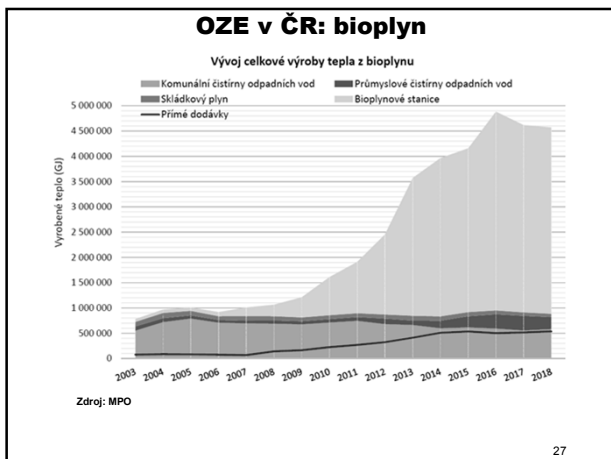
24



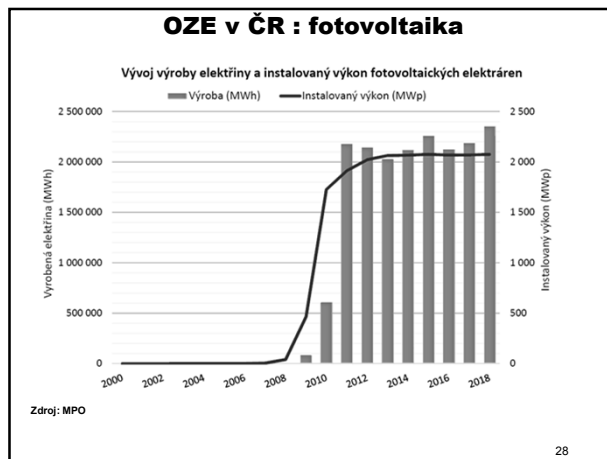
25



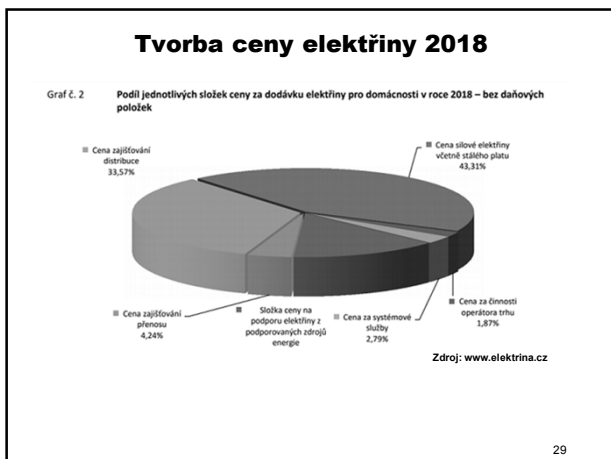
26



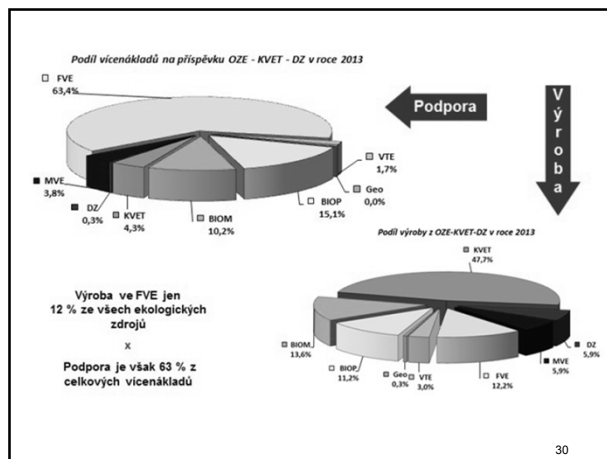
27



28

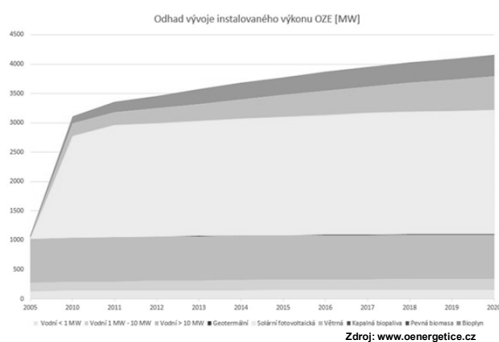


29



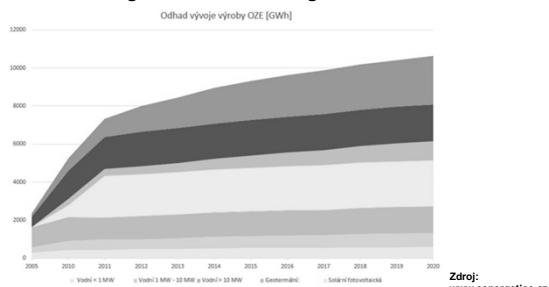
30

## Národní akční plán – srpen 2012 výkon OZE



31

## Národní akční plán – srpen 2012 výroba elektřiny z OZE



Skutečná výroba	2011	2020	2013	2014	2015	2016
<b>Celkem OZE [GWh]</b>	<b>7248</b>	<b>8055</b>	<b>9243</b>	<b>9170</b>	<b>9423</b>	<b>9395</b>

32