

# Potenciál výroby vodíku z OZE

studie zaměřená na ČR v roce 2040



**Michal Kocůrek**

Horný Smokovec, Jesenná konferencia SPNZ

1.-2. října 2020

# EU carbon neutrality: Leaders agree 2050 target without Poland

🕒 13 December 2019

## Deutschland soll Wasserstoff-Land werden

Veröffentlicht am 10.06.2020 | Lesedauer: 5 Minuten

BUSINESS NEWS JULY 8, 2020 / 12:39 PM / UPDATED 3 MONTHS AGO

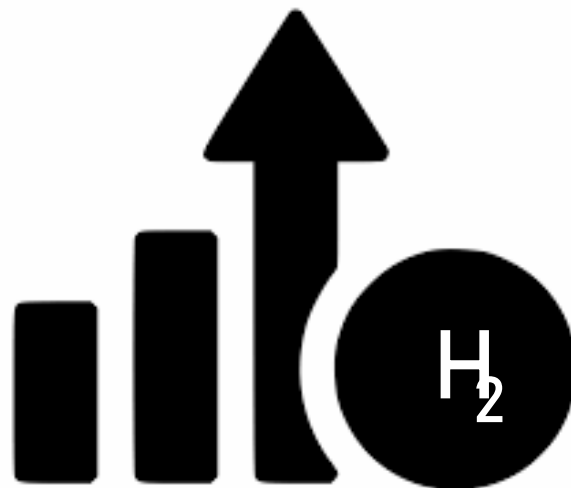
## Europe maps out green hydrogen vision on path to net-zero

**Kolik vodíku lze v ČR vyrobit z OZE v různých variantách rozvoje ES do roku 2040?**

**Kolik emisí CO<sub>2</sub> lze touto cestou ušetřit a kolik to bude stát?**

**Jak si stojí potenciál ČR ve srovnání s klíčovými evropskými vodíkovými strategiemi?**

# Potenciál výroby vodíku z OZE



# Potenciál výroby vodíku z OZE

## Kategorizace vodíku

### **zelený H<sub>2</sub>**

**H<sub>2</sub> = 0 g CO<sub>2</sub>/MJ**

**bezemisní**

**pro výrobu využity výhradně  
obnovitelné zdroje  
(primárně sluneční a větrné)**



### **modrý H<sub>2</sub>**

**H<sub>2</sub> <36,4 g CO<sub>2</sub>/MJ**

**nizko-emisní**

**pro výrobu využity zemní  
plyn (včetně CCS) nebo jádro**



### **šedý H<sub>2</sub>**

**H<sub>2</sub> >36,4 g CO<sub>2</sub>/MJ**

**fosilní**

**pro výrobu využita fosilní  
paliva (bez CCS)**



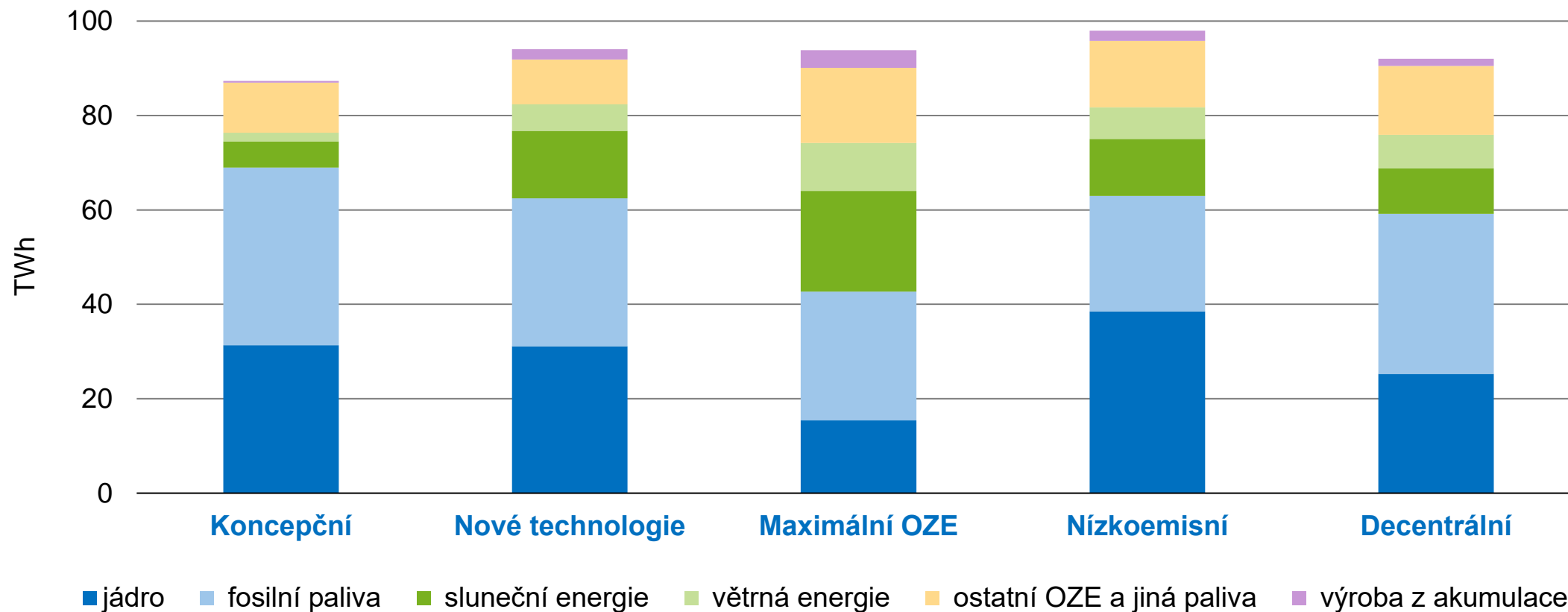
# Potenciál výroby vodíku z OZE

## Nástroje pro flexibilitu v elektrizační soustavě



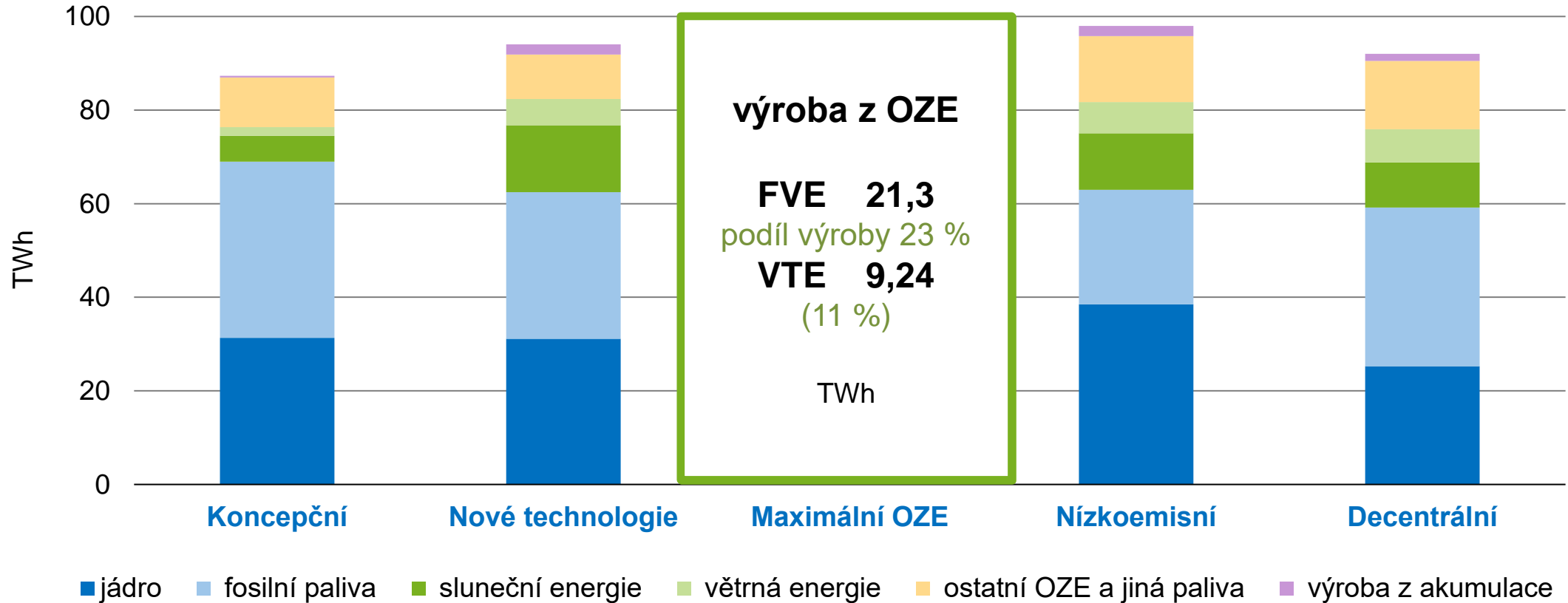
# Potenciál výroby vodíku z OZE

## Výroba elektřiny v roce 2040



# Potenciál výroby vodíku z OZE

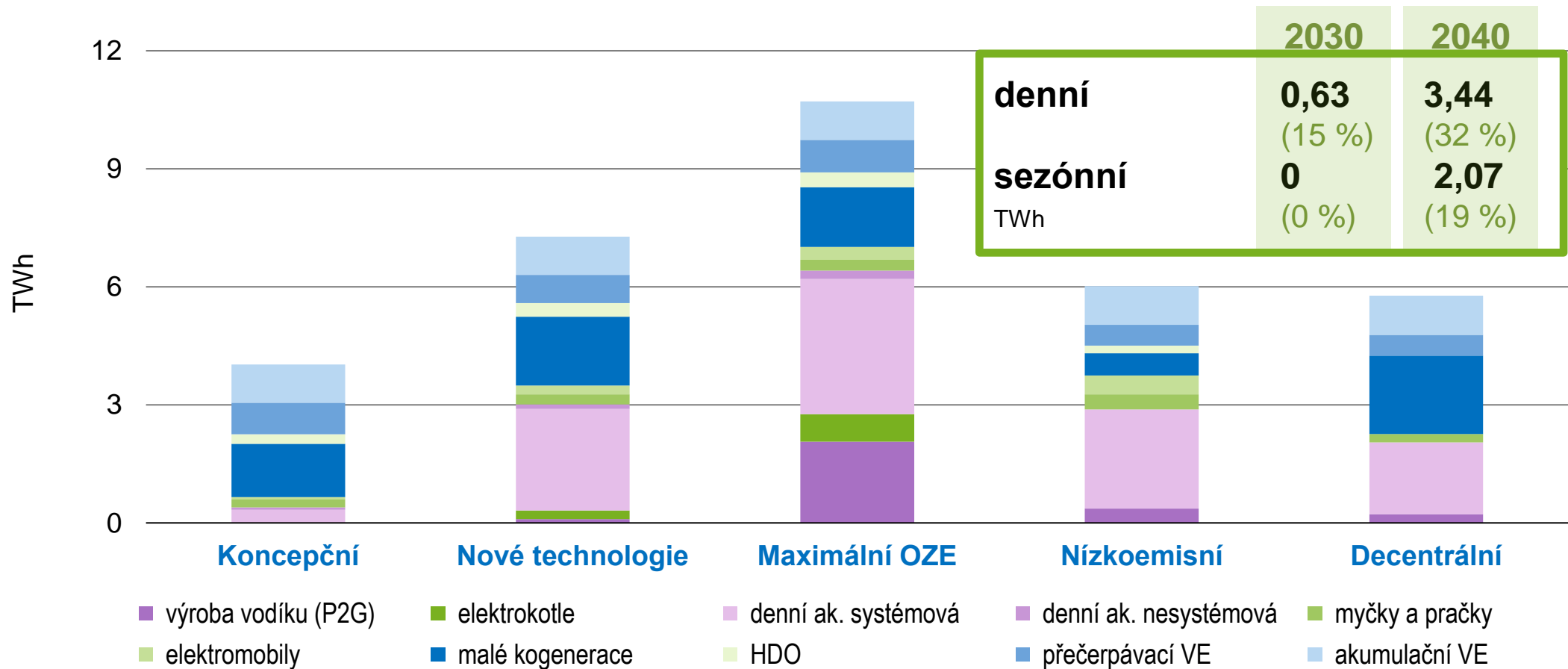
## Výroba elektřiny v roce 2040





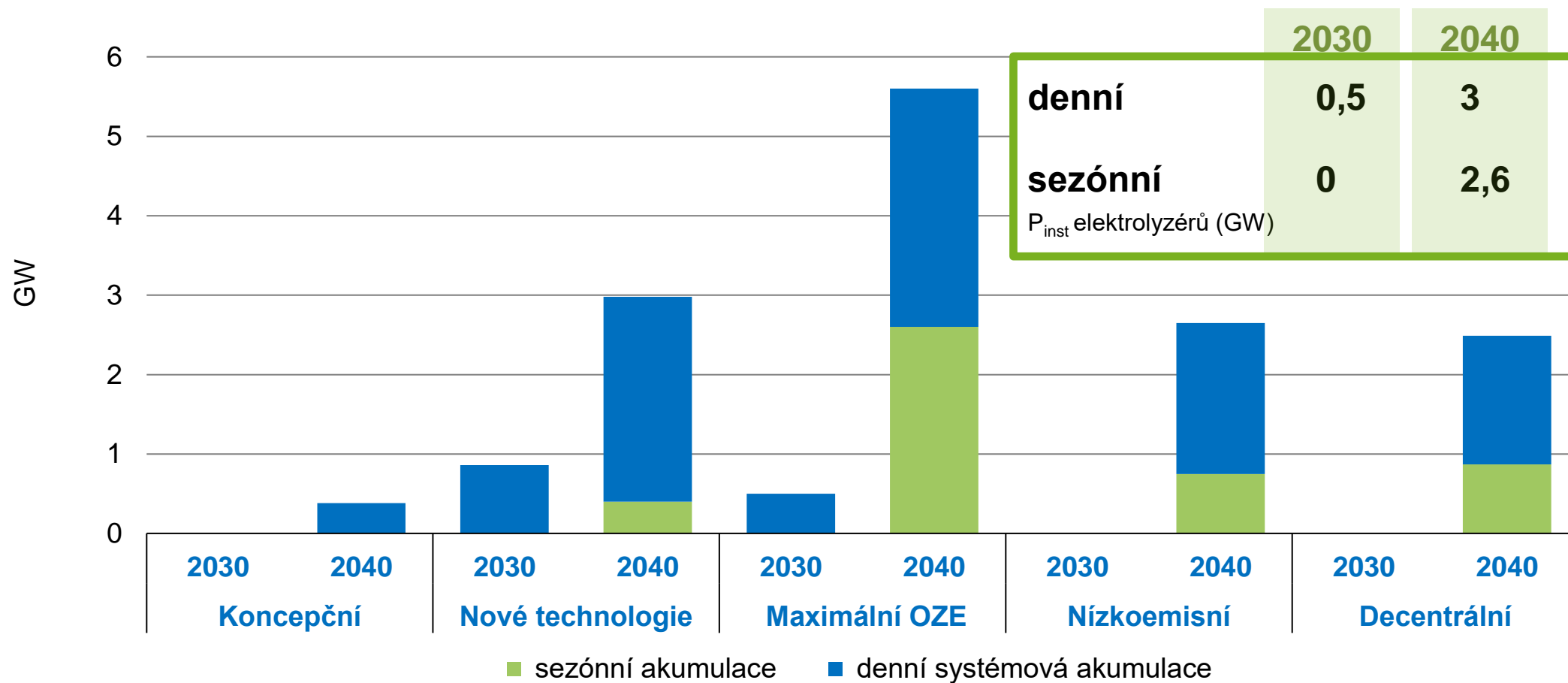
# Potenciál výroby vodíku z OZE

## Regulační energie dle kategorií nástrojů flexibility – rok 2040



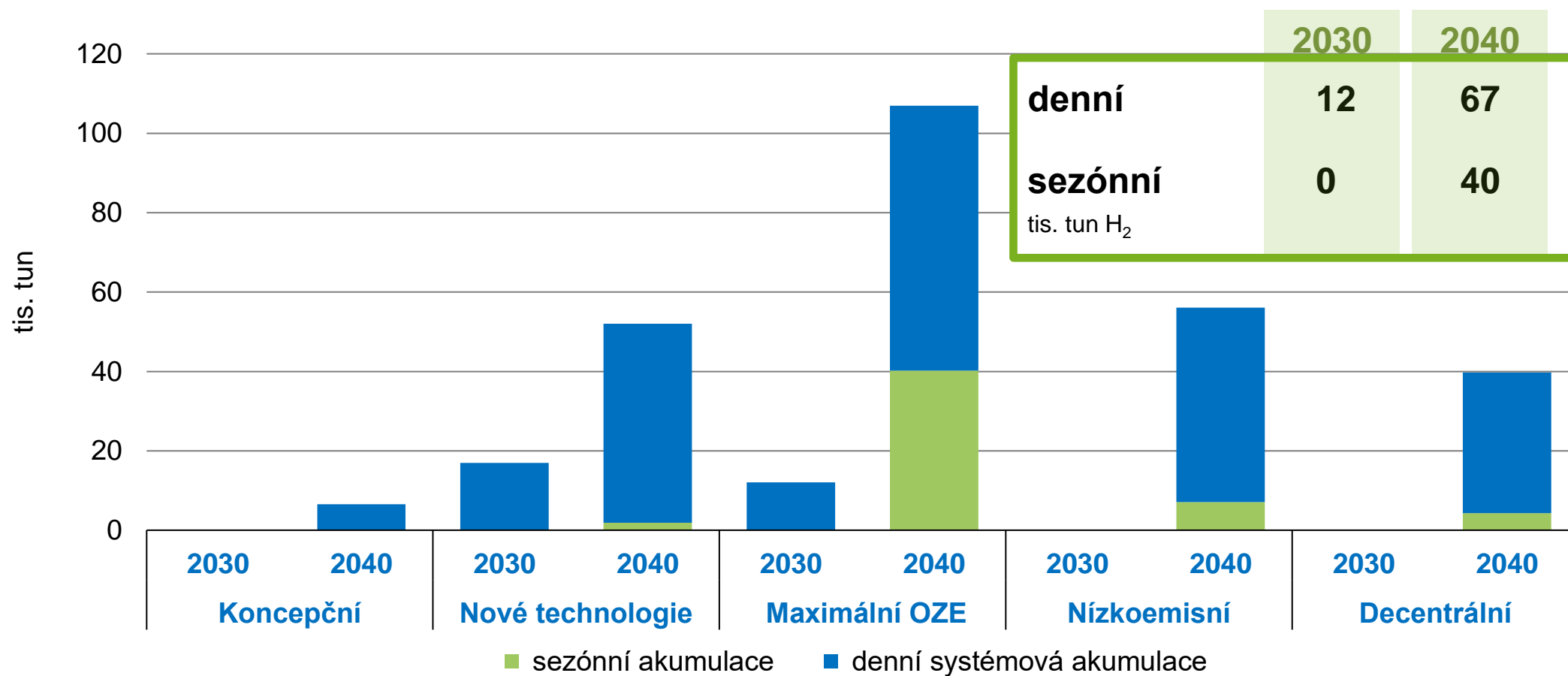
# Potenciál výroby vodíku z OZE

## Instalovaný výkon elektrolyzérů pro výrobu vodíku v roce 2030 a 2040



# Potenciál výroby vodíku z OZE

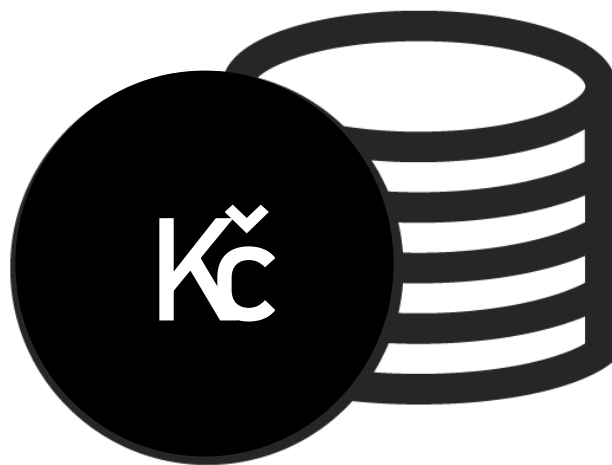
## Hmotnostní zobrazení výroby v roce 2030 a 2040



# Potenciál výroby vodíku z OZE

## Výroba vodíku v ČR (v tis. tun/rok)

závod	projektovaná výroba	výroba z OZE	
	2020	2030	2040
Unipetrol Litvínov	98 000		
Unipetrol Kralupy	7 000		
Synthos Kralupy	2 500		
BorsodChem MCHZ Ostrava	14 963	12 000	107 000
DEZA Valašské Meziříčí	1 400		
Spolchemie Ústí nad Labem	3 000		
<b>celkem</b>	<b>126 863</b>	<b>9%</b>	<b>84%</b>



# Ekonomické dopady výroby vodíku z OZE

## Vstupní parametry pro výpočet nákladů na výrobu vodíku

		2020	2030	2040
PEM elektrolyzér	MW	1	5	10
CAPEX	mil. eur/MW <sub>el</sub>	1,00	0,53	0,36
OPEX	% CAPEX	4	3	2,5
energetická náročnost	kWh <sub>el</sub> /m <sup>3</sup> <sub>H2</sub>	5,09	4,72	4,63
diskontní sazba	%	0	5	5
životní cyklus	let		20	

**CAPEX** – pouze výdaje na pořízení elektrolyzéro (nikoli připojení k síti, zásobník, měření kvality apod.)

**OPEX** – roční náklady nezávislé na produkci vodíku (např. mzdy, pojištění, údržba apod.); nezahrnuje variabilní náklady na palivo (elektřina a voda)

Vychází z rozsáhlé rešerše provedené v rámci projektu STORE&GO

# Ekonomické dopady výroby vodíku z OZE

## Vliv ceny elektřiny a doby využití na cenu výroby vodíku

		cena elektřiny v EUR/MWh										
		-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50
doba využití v h/rok	500	3,32	3,75	4,18	4,61	5,04	5,47	5,90	6,33	6,76	7,19	7,62
	1000	0,61	1,04	1,47	1,91	2,34	2,77	3,20	3,63	4,06	4,49	4,92
	1500	-0,29	0,14	0,57	1,00	1,43	1,87	2,30	2,73	3,16	3,59	4,02
	2000	-0,74	-0,31	0,12	0,55	0,98	1,41	1,85	2,28	2,71	3,14	3,57
	2500	-1,01	-0,58	-0,15	0,28	0,71	1,14	1,57	2,01	2,44	2,87	3,30
	3000	-1,19	-0,76	-0,33	0,10	0,53	0,96	1,39	1,83	2,26	2,69	3,12
	3500	-1,32	-0,89	-0,46	-0,03	0,40	0,83	1,27	1,70	2,13	2,56	2,99
	4000	-1,42	-0,98	-0,55	-0,12	0,31	0,74	1,17	1,60	2,03	2,46	2,89
	4500	-1,49	-1,06	-0,63	-0,20	0,23	0,66	1,09	1,52	1,96	2,39	2,82

2020 – elektrolyzér o velikosti 1 MW, ceny v EUR/kg

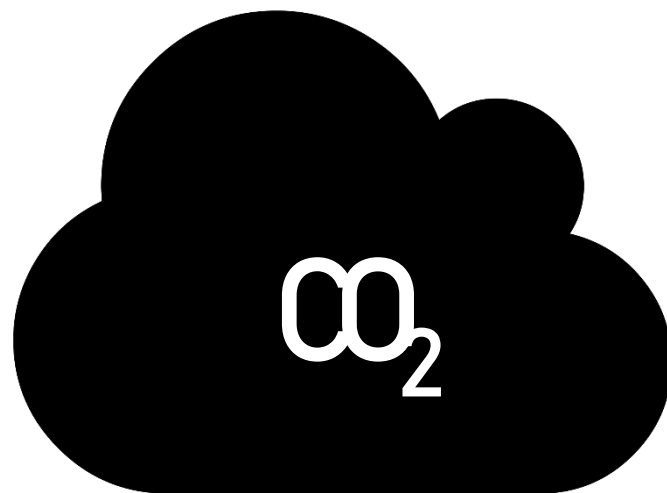
# Ekonomické dopady výroby vodíku z OZE

## Vliv ceny elektřiny a doby využití na cenu výroby vodíku

		cena elektřiny v EUR/MWh										
		-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50
doba využití v h/rok	500	0,36	0,75	1,14	1,54	1,93	2,32	2,71	3,10	3,50	3,89	4,28
	1000	-0,77	-0,38	0,01	0,41	0,80	1,19	1,58	1,98	2,37	2,76	3,15
	1500	-1,15	-0,75	-0,36	0,03	0,42	0,81	1,21	1,60	1,99	2,38	2,78
	2000	-1,33	-0,94	-0,55	-0,16	0,23	0,63	1,02	1,41	1,80	2,20	2,59
	2500	-1,45	-1,05	-0,66	-0,27	0,12	0,51	0,91	1,30	1,69	2,08	2,47
	3000	-1,52	-1,13	-0,74	-0,35	0,05	0,44	0,83	1,22	1,61	2,01	2,40
	3500	-1,58	-1,18	-0,79	-0,40	-0,01	0,38	0,78	1,17	1,56	1,95	2,35
	4000	-1,62	-1,22	-0,83	-0,44	-0,05	0,34	0,74	1,13	1,52	1,91	2,31
	4500	-1,65	-1,26	-0,86	-0,47	-0,08	0,31	0,71	1,10	1,49	1,88	2,27

2040 – elektrolyzér o velikosti 10 MW, ceny v EUR/kg



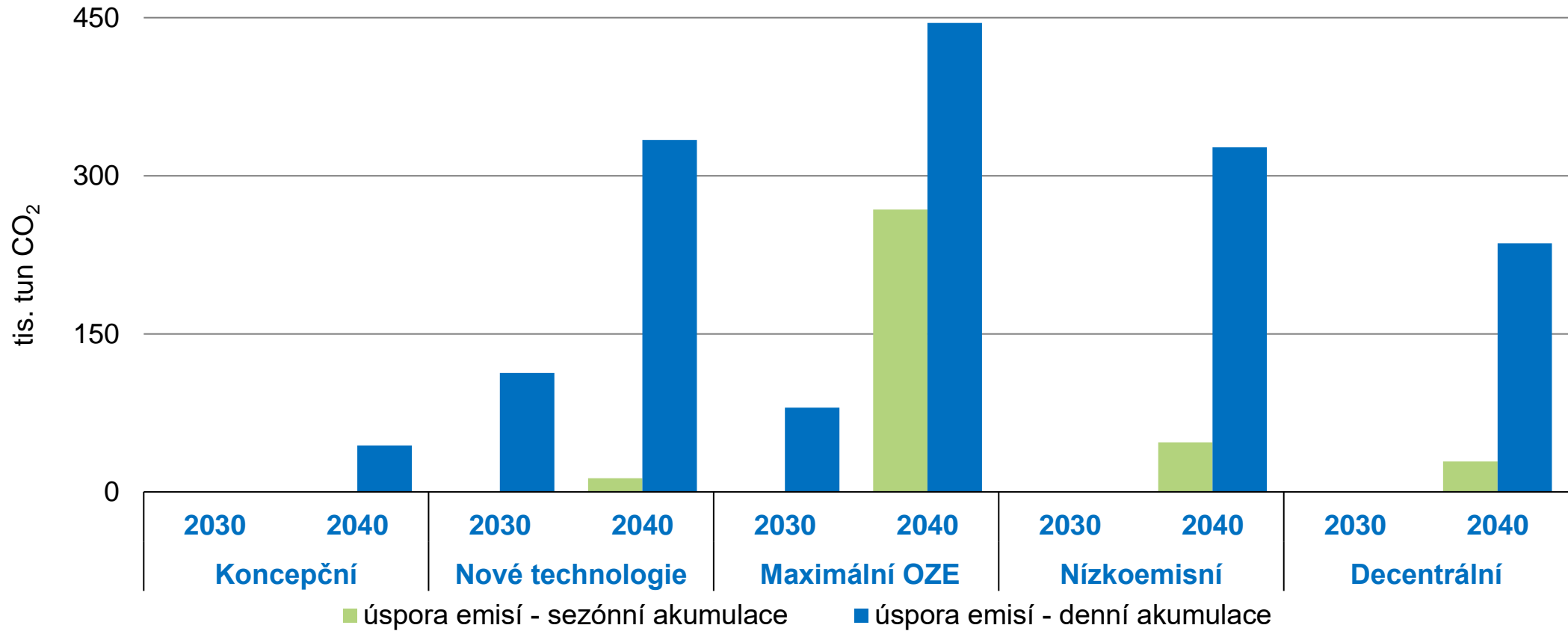


# Environmentální dopady výroby vodíku z OZE

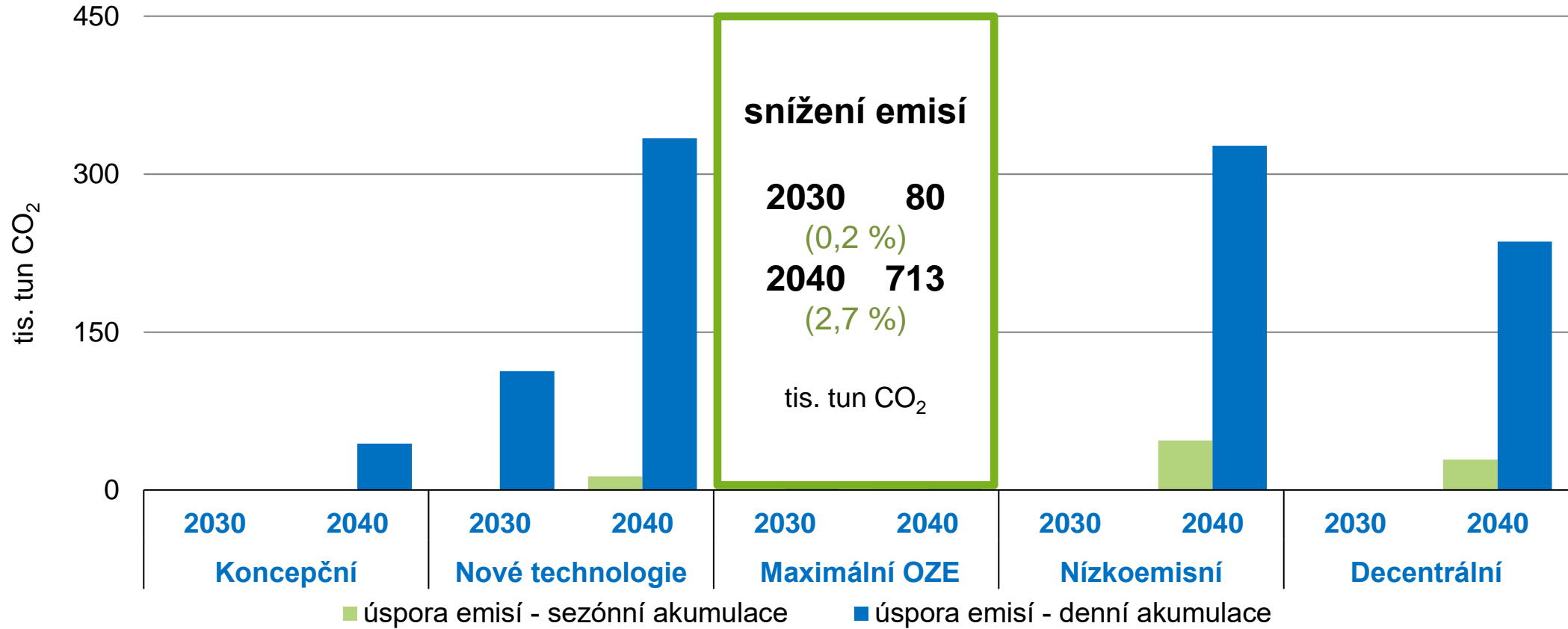
## Měrná emisní úspora CO<sub>2</sub> pro různá paliva a různé technologie spalování

alternativní palivo	technologie spalování alternativního paliva	technologie spalování vodíku	emisní úspora kg CO <sub>2</sub> na 1 kg spáleného H <sub>2</sub>
hnědé uhlí	shodné zařízení		12
černé uhlí			11
těžký topný olej			9
zemní plyn			7
hnědé uhlí	klasická parní elektrárna (účinnost 33 až 46 %)	paroplyn (účinnost 58 %)	15 až 21
černé uhlí			14 až 20
těžký topný olej			12 až 16
zemní plyn			8 až 12

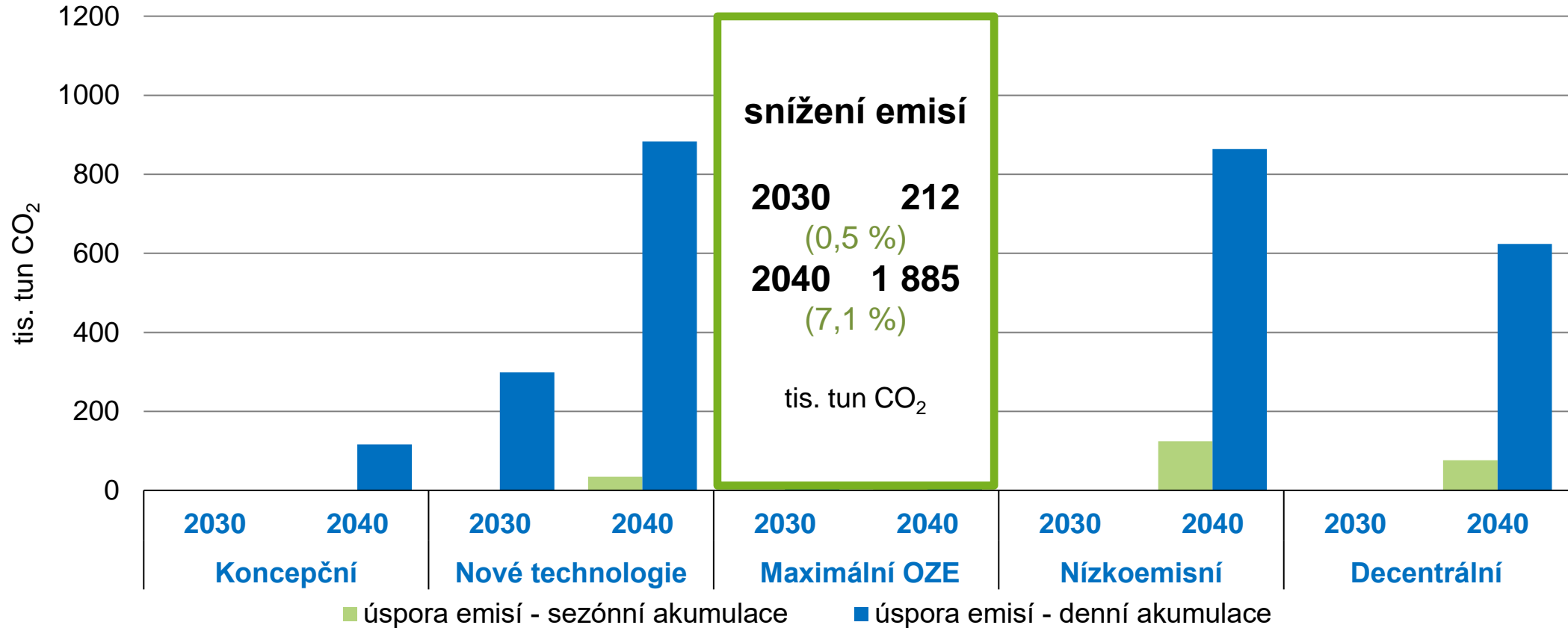
## Snížení emisí CO<sub>2</sub> – vodík jako náhrada zemního plynu v paroplynovém cyklu



## Snížení emisí CO<sub>2</sub> – vodík jako náhrada zemního plynu v paroplynovém cyklu



## Snížení emisí CO<sub>2</sub> – vodík jako náhrada hnědého uhlí v tepelné elektrárně





## Srovnání výhledu spotřeby a výroby zeleného vodíku

TWh	2020	2024	2030	2040
<b>evropská vodíková strategie</b>				
spotřeba vodíku v EU	340			
výroba zeleného vodíku v EU		33	333	
kapacita elektrolyzérů		6 GW	40 GW	
<b>německá vodíková strategie</b>				
spotřeba vodíku v Německu	55		90 až 110	
výroba zeleného vodíku v Německu			14	28
kapacita elektrolyzérů			5 GW	10 GW
<b>potenciál výroby vodíku z OZE v ČR</b>				
spotřeba vodíku v ČR	4,23			
výroba zeleného vodíku v ČR			0,4	3,57
kapacita elektrolyzérů			0,5 GW	5,6 GW

## Srovnání výhledu spotřeby a výroby zeleného vodíku

TWh	2020	2024	2030	2040
<b>evropská vodíková strategie</b>				
spotřeba vodíku v EU	340			
výroba zeleného vodíku v EU		33	333	
využití elektrolyzérů		non-stop	non-stop plus růst účinnosti o 50 %	
<b>německá vodíková strategie</b>				
spotřeba vodíku v Německu	55		90 až 110	
výroba zeleného vodíku v Německu			14	28
využití elektrolyzérů			asi 4 700 hodin	
<b>potenciál výroby vodíku z OZE v ČR</b>				
spotřeba vodíku v ČR	4,23			
výroba zeleného vodíku v ČR			0,4	3,57
využití elektrolyzérů			1 266 hodin	982 hodin



## Srovnání výhledu spotřeby a výroby zeleného vodíku

TWh	2020	2024	2030	2040
<b>evropská vodíková strategie</b>				
spotřeba vodíku v EU	340			
výroba zeleného vodíku v EU		11,3	113	
využití elektrolyzérů		3 000 hodin		
<b>německá vodíková strategie</b>				
spotřeba vodíku v Německu	55		90 až 110	
výroba zeleného vodíku v Německu			8,9	17,9
využití elektrolyzérů			3 000 hodin	
<b>potenciál výroby vodíku z OZE v ČR</b>				
spotřeba vodíku v ČR	4,23			
výroba zeleného vodíku v ČR			0,4	3,57
využití elektrolyzérů			1 266 hodin	982 hodin

## Srovnání výhledu spotřeby a výroby zeleného vodíku

TWh	2020	2024	2030	2040
<b>evropská vodíková strategie</b>				
spotřeba vodíku v EU	340			
Rozdíl výroby zeleného vodíku		<b>-22 TWh</b>	<b>-220 TWh</b>	
využití elektrolyzérů		<b>3 000 hodin</b>		
<b>německá vodíková strategie</b>				
spotřeba vodíku v Německu	55		90 až 110	
Rozdíl výroby zeleného vodíku			<b>-5,1 TWh</b>	<b>-10,1 TWh</b>
využití elektrolyzérů			<b>3 000 hodin</b>	
<b>potenciál výroby vodíku z OZE v ČR</b>				
spotřeba vodíku v ČR	4,23			
výroba zeleného vodíku v ČR			0,4	3,57
využití elektrolyzérů			1 266 hodin	982 hodin

## Srovnání výhledu výkonu OZE pro výrobu zeleného vodíku

	2030		2040	
roční využití (h)	2 000	3 000	2 000	3 000
<b>evropská vodíková strategie (TWh)</b>	<b>333</b>			
instalovaný výkon FVE a VTE (GW)	222	148		
výroba elektřiny z OZE (TWh)	444			
očekávaný instalovaný výkon FVE a VTE (GW)	80 až 120			
<b>německá vodíková strategie (TWh)</b>	<b>14</b>		<b>28</b>	
instalovaný výkon FVE a VTE (GW)	9,3	6,2	18,7	12,4
výroba elektřiny z OZE (TWh)	18,7		37,3	

## Srovnání výhledu výkonu OZE pro výrobu zeleného vodíku

	2030		2040	
roční využití (h)	2 000	3 000	2 000	3 000
<b>evropská vodíková strategie (TWh)</b>	<b>333</b>			
instalovaný výkon FVE a VTE (GW)	222	148		
výroba elektřiny z OZE (TWh)	444			
<b>Rozdíl instalovaného výkonu</b>	<b>+28 až 142 GW</b>			
<b>německá vodíková strategie (TWh)</b>	<b>14</b>		<b>28</b>	
instalovaný výkon FVE a VTE (GW)	9,3	6,2	18,7	12,4
výroba elektřiny z OZE (TWh)	18,7		37,3	

**Potenciál výroby vodíku z OZE v ČR je dán primárně rozvojem zdrojové základny ES - zejména FVE a VTE, ale také nabídkou dostupných nástrojů regulace výkonu.**

**Varianta Maximální OZE předpokládá výrobu vodíku v objemu 84 % stávající výrobní kapacity ČR a snížení emisí CO<sub>2</sub> ve výši 2,7 až 7,1 % emisí celé energetiky.**

**Očekávání spojená s výrobou zeleného vodíku na základě kapacity elektrolyzérů v případě evropské vodíkové strategie převyšují přibližně 3x reálné možnosti.**

Děkuji Vám za pozornost



Michal Kocůrek

[michal.kocurek@egubrno.cz](mailto:michal.kocurek@egubrno.cz)