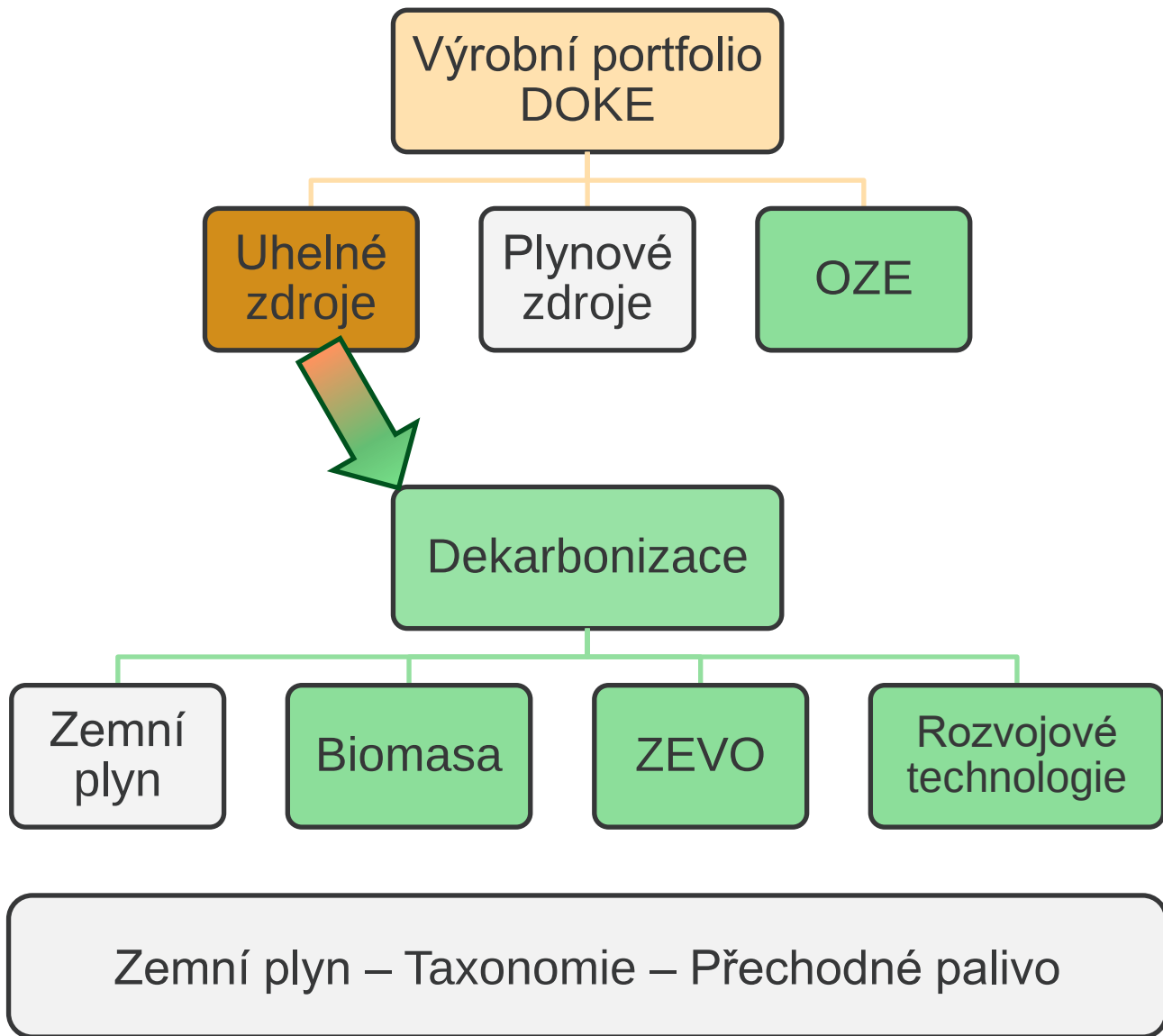


Změna palivové základny a příprava na vodík v DOKE

J. Opatřil, M. Krempaský
Medlov 25. – 26.9.2024

Dekarbonizace v DOKE



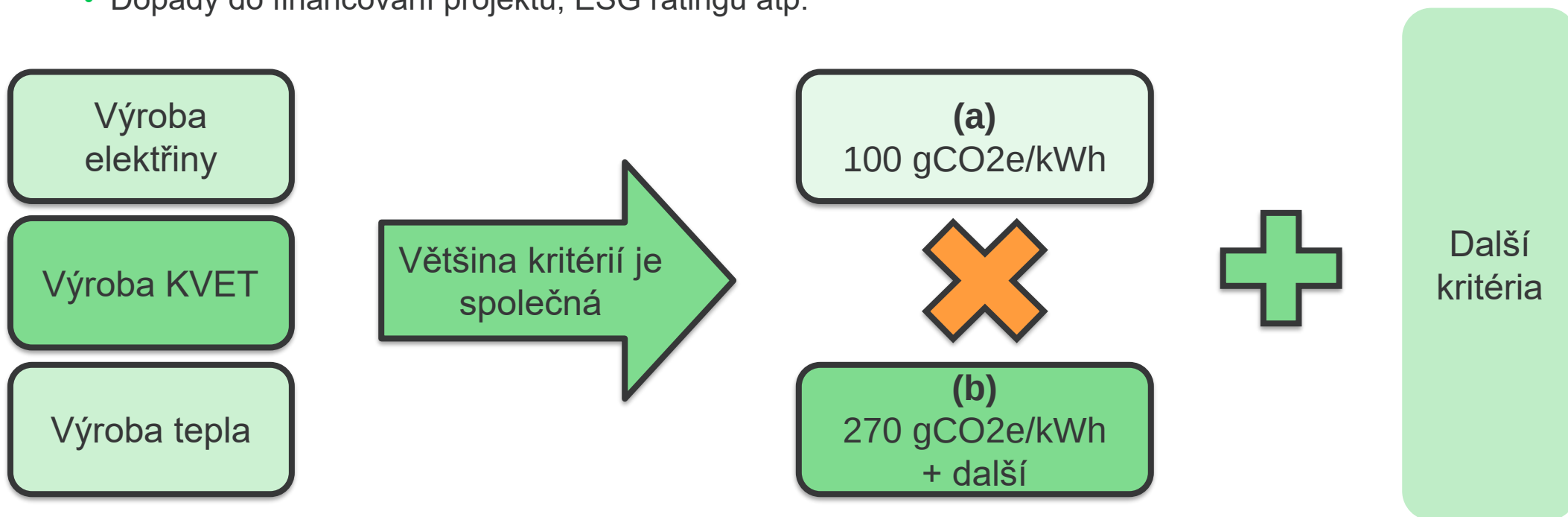
TAXONOMIE

ZÁKLADNÍ INFORMACE



EU taxonomie - klasifikační systém ekologicky udržitelných ekonomických činností

- Taxonomie není „povinná“, nicméně
 - Dopady do financování projektů, ESG ratingu atp.



TAXONOMIE

(a) - KRITÉRIUM 100 gCO₂E/kWh



100 gCO₂e/kWh za celý životní cyklus

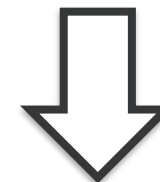
- Přímé emise
- Výroba/těžba/transport paliva
- Provozem zařízení
- Výstavba, decommissioning, atp.



Emisní intenzita – přímé emise CO₂

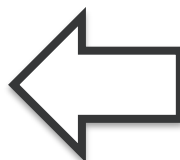
- Nejmodernější PPC (η 60 – 62 %)

~ **320 až 330 gCO₂/kWh**



CCS

- Není vyřešena otázka následného ukládání/využití zachyceného CO₂ (Zejména v podmínkách ČR)



Řešitelné dvěma základními způsoby:

- Odpovídajícím podílem obnovitelných a/nebo nízkouhlíkatých paliv (např. biometan, vodík), nebo
- Pomocí CCS technologií

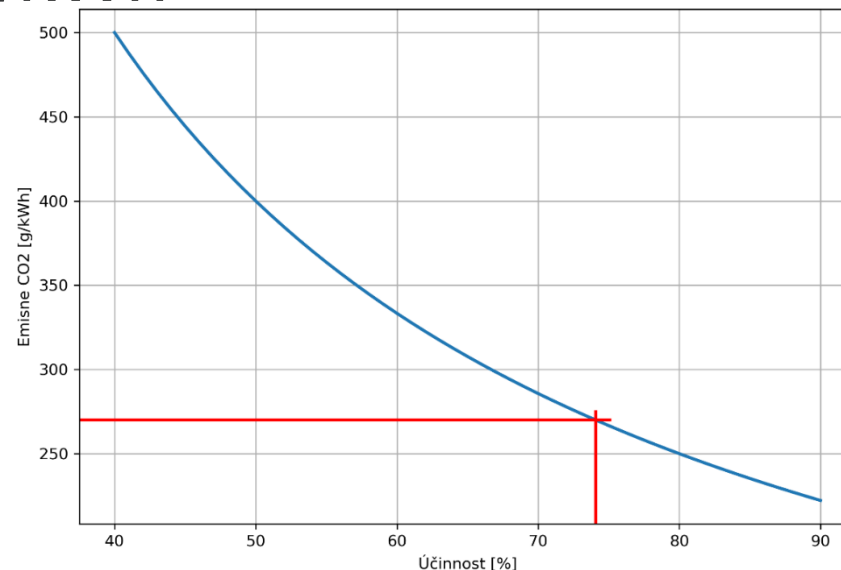
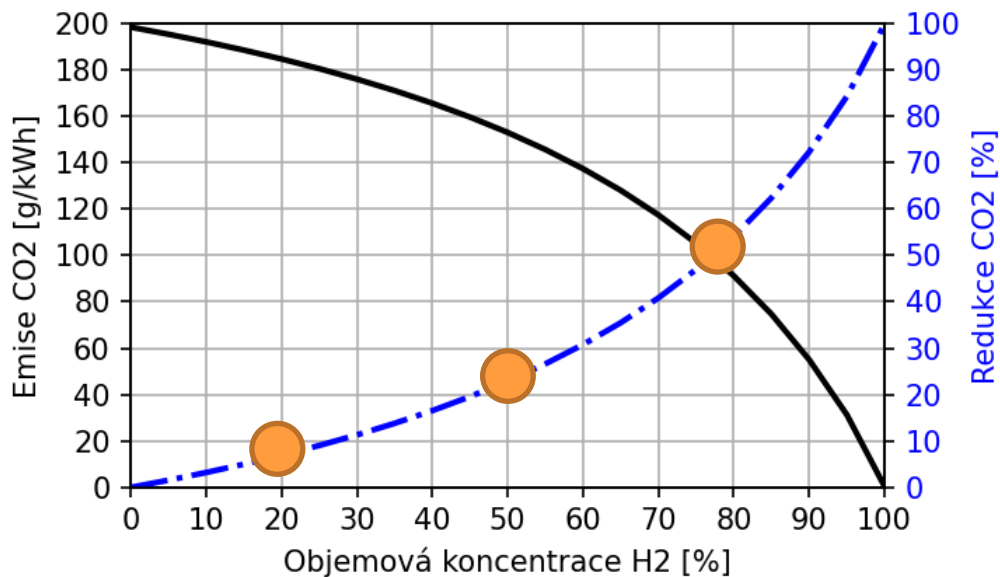
TAXONOMIE

(b) – DÍLČÍ KRITÉRIUM 270 gCO₂e/kWh



Přímé emise ze spalování

- Vysoká účinnost, nízkoemisní/bezemisní paliva



Modelový příklad: Samostatná výroba elektřiny:

- **PPC** s účinností výroby elektřiny **60 %**
 - Min. obj. koncentrace **43 % H₂**
- **OCGT** s účinností výroby elektřiny **40 %**
 - Min. obj. koncentrace **74 % H₂**

Poznámka: pro samostatnou výrobu elektřiny lze alternativně volit „550 kg ekvivalentu CO₂/kW kapacity zařízení během 20 let“

PROČ SE JIŽ NYNÍ PŘIPRAVOVAT NA SPALOVÁNÍ H₂?



(Když není zřejmá budoucí dostupnost vodíku)

(b) – dílčí kritérium přechod na 100 % obnovitelných nebo nízkoemisních plynů do 31.12.2035

- Ověřitelný plán - Schválený investiční plán se závazem na 100 % (Boardem)
- Splnění kritérií ověřuje nezávislá třetí strana - každý rok
 - (b) – 270 gCO₂e/kWh
 - **Posouzení, zda je činnost na věrohodné trajektorii v souladu** – dosažení plného využití obnovitelných a nízkoemisních plynů k 31.12.2035
 - + další...



TAXONOMIE SHRNUTÍ STAVU



Z technického pohledu

- Vyšší desítky % H_2 již realizovatelné
- 100 % H_2
 - PK již nyní, PM 2025, PPC 2030



Kolik % H_2 ?

Otázka CAPEX

X

Legislativních požadavků

X

Dostupnost a cena H_2

Nejistoty z pohledu technického řešení – primárně taxonomie

- Nejednoznačné znění některých kritérií a požadavků
 - Předpoklad vzniku metodických postupů/pokynů, novely zákonů
- Chybějící legislativa
 - Emisní limity BAT-AEL - očekávané v 2029
 - Chybí emisní limity BAT-AEL NO_x pro směsi ZP a H_2
 - Certifikace a prokazování schopnosti spalovat/spoluspalovat H_2
- Není definována trajektorie ani minimální hodnota podílu H_2
- Není známa dostupnost vodíku

SPALOVÁNÍ VODÍKU – DOPADY



Vlastnosti

- 7,8 x nižší hustota
- 3,3 x nižší výhřevnost vztažená na objem [Nm³]
 - Metan 35,8 MJ/ Nm³, vodík 10,8 MJ/ Nm³
- 6 x vyšší rychlost šíření plamene
 - Metan 0,36 m/s, vodík 2,2 m/s
- Vyšší teplota hoření
 - Metan 1946°C, vodík 2108°C
- Širší mez zápalnosti
 - Methan 5-15%, vodík 4-75 % (Směs se vzduchem)
- Fluktuace tlaku a termoakustika ve spalovací komoře
- Velikost molekul

Dopady vlastností

- Navýšení objemu přiváděného paliva
- Nebezpečí zpětného prošlehnutí plamene
- Vyšší termické NO_x
- Vyšší tepelné namáhání komponent
- Vysoký obsah vody ve spalinách
- Řízení zapalovacího systému při startu, bezpečnostní opatření
- Stabilita hoření
- Difuze do materiálů

Dopady do zařízení

- Palivový systém
- Spalovací systém
- SCR
- Možné snížení maximálního výkonu
- Řídicí systém
- Požární ochrana
- Pomocná zařízení – konzervace, míchací stanice
- Volba materiálů
- Zvýšené požadavky na těsnění
- HRSG – kondenzace

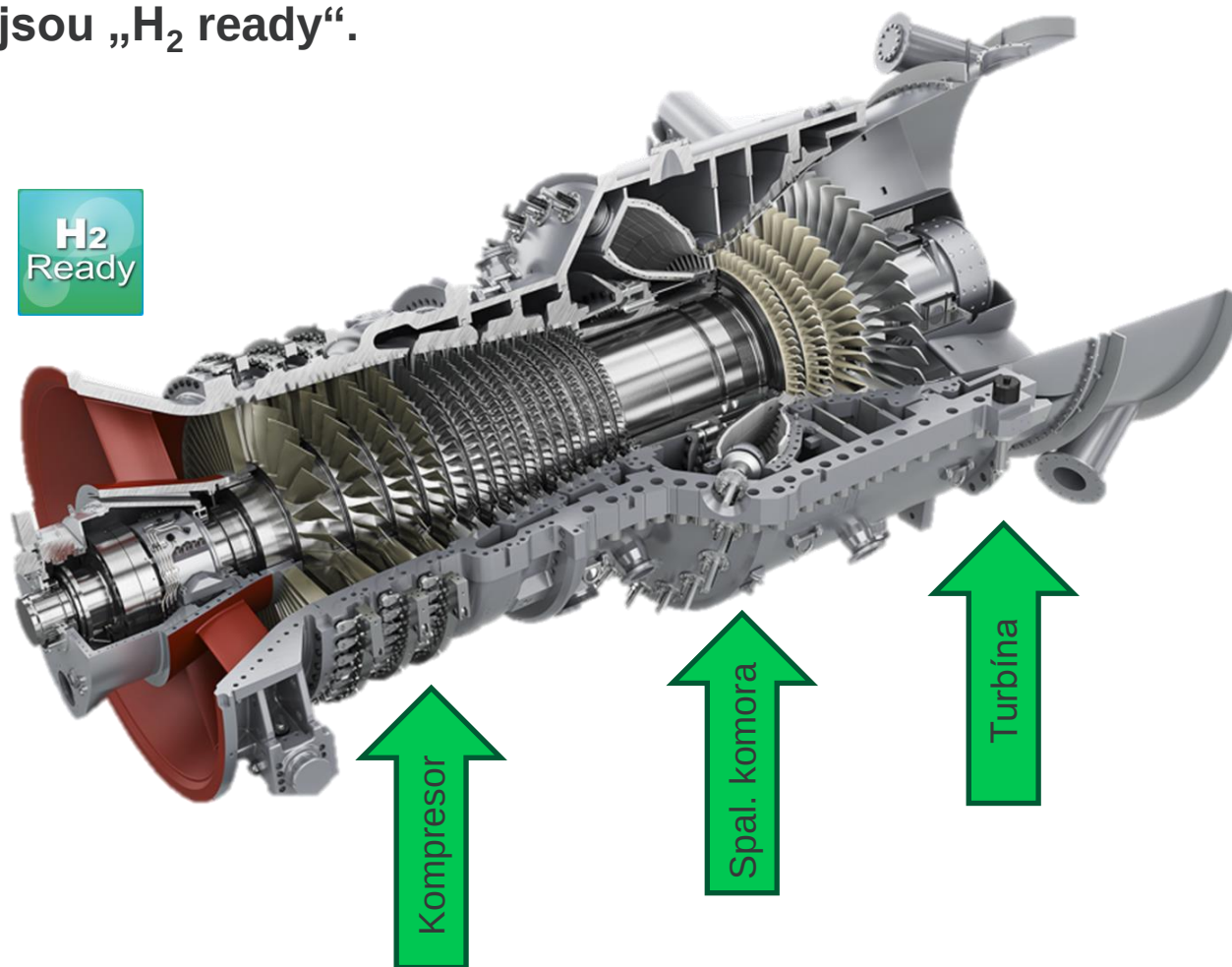
PŘIPRAVENOST PLYNOVÝCH ZAŘÍZENÍ NA VODÍK



Všechny naše připravované plynové projekty jsou „H₂ ready“.

Plynové turbíny

- Paroplynové zdroje jsou připravovány s ohledem na taxonomii tak, aby:
 - V době uvedení do provozu umožňovaly spalovat H₂
 - Byl možný **upgrade na spalování 100 % H₂**
 - Při kogenerační výrobě splňovaly **emisní faktor nižší než 270 gCO₂e/kWh**
 - Nejmodernější plynové turbíny již dnes deklarují schopnost spolu spalování **75 % vodíku** v palivu



PŘIPRAVENOST PLYNOVÝCH ZAŘÍZENÍ NA VODÍK PLYNOVÉ KOTLE



OBECNÉ ZÁVĚRY

Nové plynové kotle

- dle VGBE doporučeno 20 % H₂
 - Při následné přestavbě snížení výkonu
 - Nebo větší kotlové těleso

- Hořáky připraveny až na 100 %

Stávající plynové kotle

- Do 20 % – doplnění o O₂ regulaci
- Nad 20 % – nutné posouzení
- Nad 50 % – přestavba hořáku
- 100 % – pravděpodobně výměna hořáku
 - Stávající kotlová tělesa jsou využitelná



PŘIPRAVENOST PLYNOVÝCH ZAŘÍZENÍ NA VODÍK PLYNOVÉ MOTORY



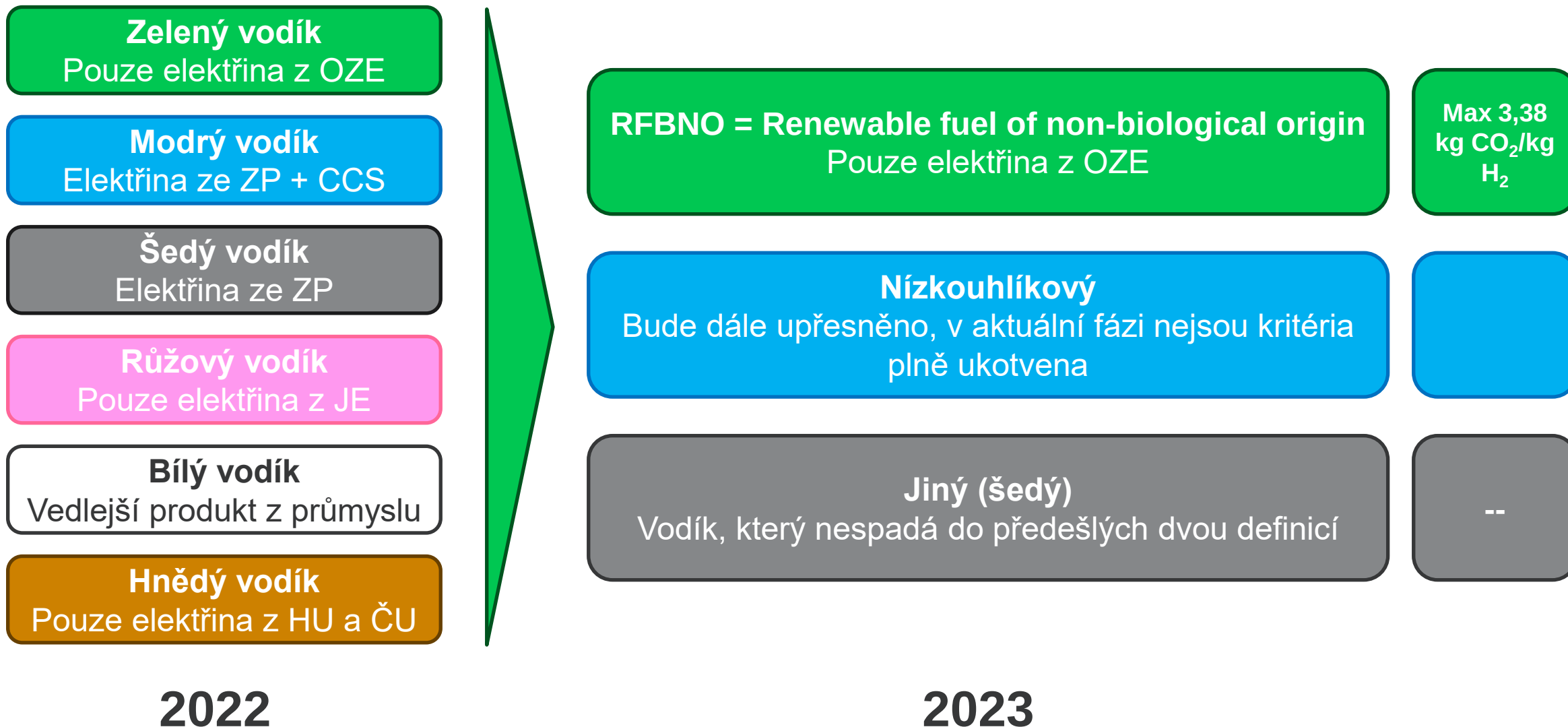
SOUČASNÝ STAV TECHNIKY

- Zkušenosti se spalováním vyšších desítek % H_2
- Bez významnějších úprav lze spalovat:
 - Cca 10 % - PM ~ 1 MWe
 - Cca 15 až 25 % - PM ~ 10 MWe
- PM na 100 % H_2 – probíhá výzkum
 - 1 MWe – již nyní
 - 10 MWe – očekáváno 2025
- Dopady
 - Vyšší termické NO_x → SCR
 - Snížení maximálního výkonu

Poznámka: Dle VGB - 20 až 25 %



ZMĚNY V LEGISLATIVĚ VODÍKU



VÝROBA VODÍKU – PLNĚNÍ KRITÉRIA RFBNO



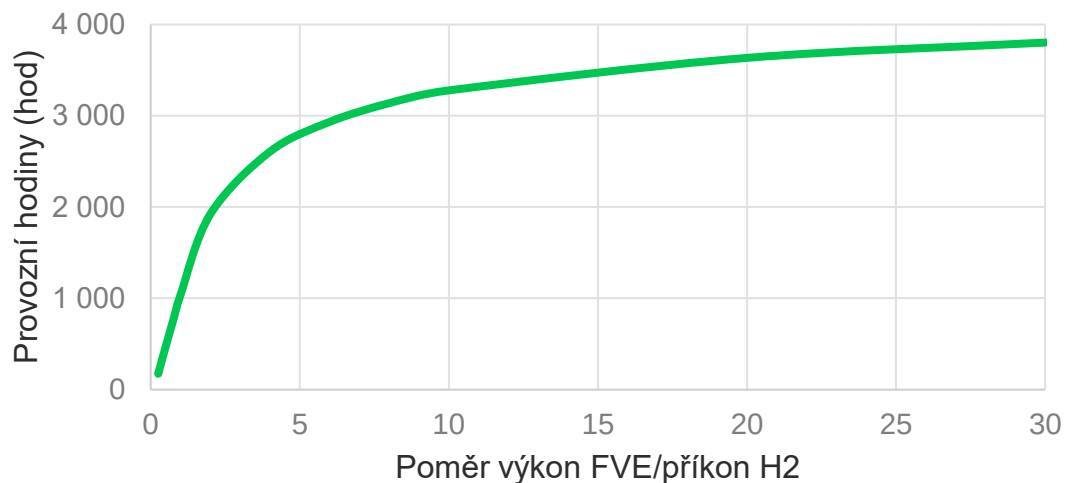
NAPÁJENÍ	Pouze OZE – vítr, voda, slunce, geotermál	Nemůže být tedy využita energie biomasy, ZEVO, JE a dalších zdrojů
ADICIONALITA	Využít elektrickou energii z OZE lze pouze ze zdrojů mladších 36 měsíců . Elektrolyzátor by neměl být spojen s OZE, které získaly jakýkoliv typ dotace od 2028 a dále.	ČR se může spoléhat pouze na OZE – vítr a slunce, bohužel podmínky pro provoz OZE nejsou příliš příhodné
ČASOVÁ KORELACE	Do konce roku 2029 na měsíční bázi a od roku 2030 pouze na hodinové .	Výsledkem bude nízké využití elektrolyzátorů → což bude mít výrazný dopad co konečné vody H ₂
GEOGRAFICKÁ KORELACE	Elektrolyzátor se musí nacházet ve stejně nabídkové zóně jako OZE .	
UHLÍKOVÁ STOPA	Do uhlíkové stopy se bude započítávat i doprava, komprese a případné zkapalnění. Uhlíková stopa nesmí překročit 3,38 kg CO₂/kg H₂ (28,2 gCO ₂ /MJ).	Reportování uhlíkové stopy bude na měsíční bázi, pokud při měsíční produkci tato hodnota překročena, bude H ₂ klasifikován jako šedý.

VÝROBA ZELENÉHO VODÍKU



Fotovoltaický park + výroba vodíku

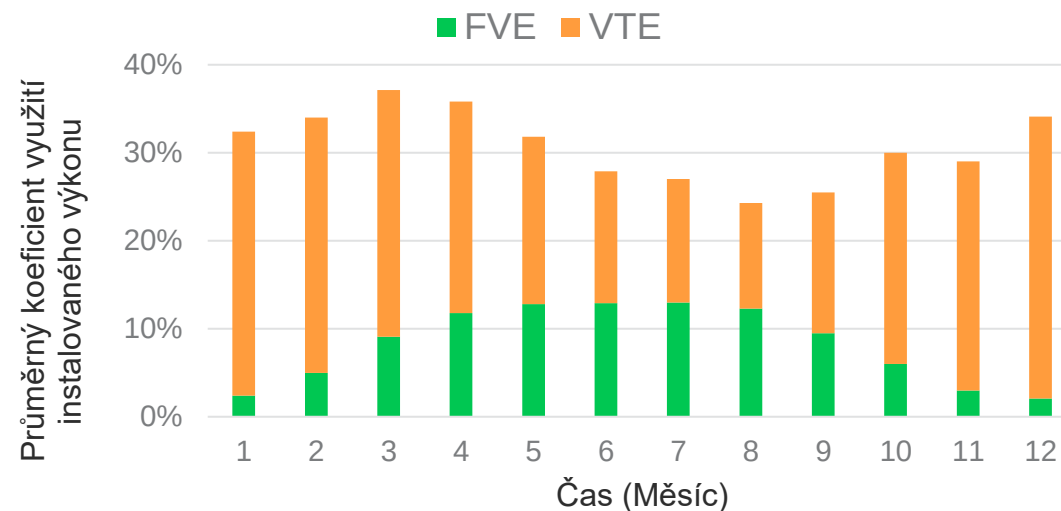
- V případě kombinace výroby vodíku se samotnou FVE může elektrolyzátor dosáhnout maximálního využití instalovaného výkonu v roce na úrovni 3 700 hod
- Pro další provoz by bylo nutné zajistit EE z distribuční sítě → nesplňuje podmínky zeleného vodíku



→ PRO MAXIMÁLNÍ VYUŽITÍ INSTALOVANÉHO VÝKONU ELEKTROLYZÉRU A VÝROBU ČIŠTĚ ZELENÉHO VODÍKU JE POTŘEBA BUDOVÁNÍ FVE SPOLU VTE

Fotovoltaický park + větrný park + výroba vodíku

- Pro navýšení využití výroby ELY a zajištění stále zeleného vodíku se jeví kombinace VTE a FVE jako vhodná varianta
- Společný provoz těchto OZE dosahuje téměř konstantní hodnoty využití instalovaného výkonu v roce okolo 28 %



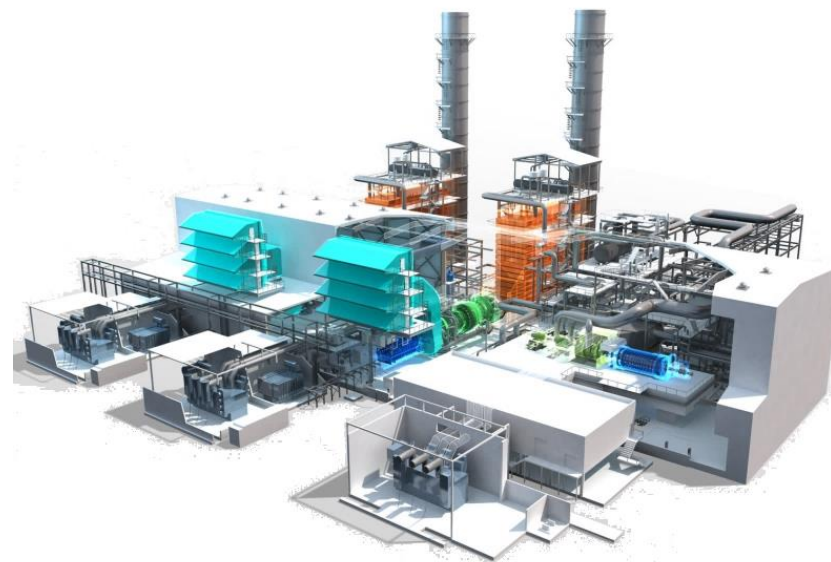
SPALOVÁNÍ VODÍKU - PAROPLYNOVÉ CYKLY



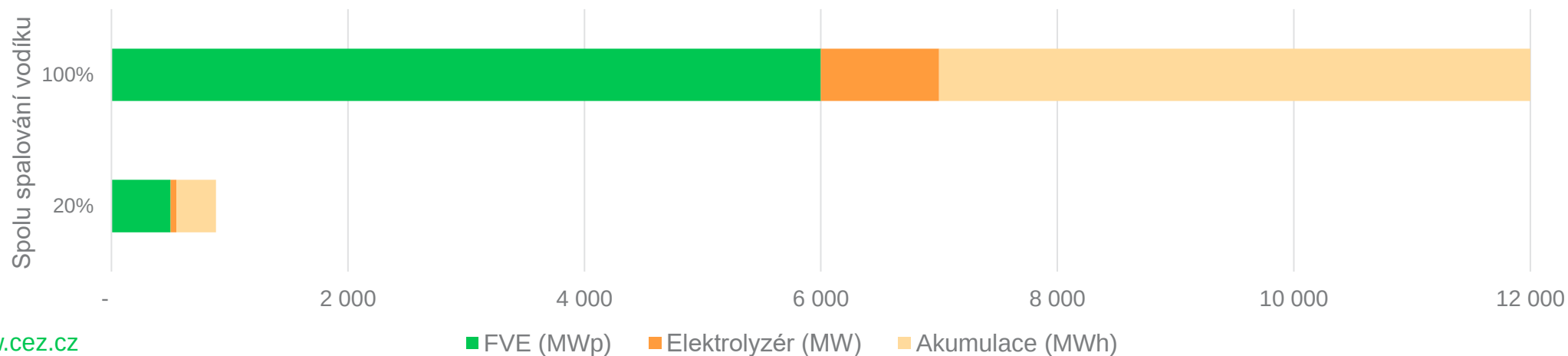
Paroplynové cykly budou důležitou součástí nové energetiky pro zajištění tzv. protiváhy k rozvoji OZE v našem energetickém mixu.

Už v dnešní době se můžeme setkat s neplánovanými provozu PPC při výrazném poklesu dodávané energie do sítě z OZE.

V rámci rozvoje vodíkové připravenosti plynových zařízení v EU jsou i naše nové plynové projekty konstruovány s požadavkem na spolu spalování vodíku.



Technologie zajištění dodávek vodíku pro 250 MWe PPC



VÝROBA H₂ PRO PPC

ZJEDNODUŠENÁ / ILUSTRATIVNÍ ÚVAHA



PPC		
Nominální výkon	500	MWe
Účinnost	60	%
Příkon v palivu	~ 833	MWt



Elektrolyzér		
Spotřeba ele	4,6	kWh/Nm ³
Produkce H ₂	220	Nm ³ /MW
Spotřeba vody	10	l/kg



Podíl H ₂ (obj.)	0	15	50	100	%
H ₂	-	14 041	64 378	277 778	Nm ³ /h
CH ₄	83 799	79 563	64 378	-	Nm ³ /h
Příkon elektrolyzéru	-	64	293	1 263	MWe
Úspora CO ₂	-	5,1	23,2	100	%
Spotřeba vody		12,8	58,5	252,5	m ³ /h

I při relativně malém podílu např. 15 % H₂ bude třeba výkon elektrolyzéru napájeného z OZE cca 64 MWe při úspoře 5 % CO₂.