

Vize mezivládního panelu pro klimatické změny z roku 2022 - vhodné alternativy pro hutnictví

Milan Raclavský; ECOFER s.r.o.



Jozef Vlček; VŠB-TU Ostrava



ipcc

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

Climate Change 2022

Mitigation of Climate Change



WGIII

Working Group III contribution to the
Sixth Assessment Report of the
Intergovernmental Panel on Climate Change



2913 stran
17 kapitol
> 10 000 citací



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Co se stane?

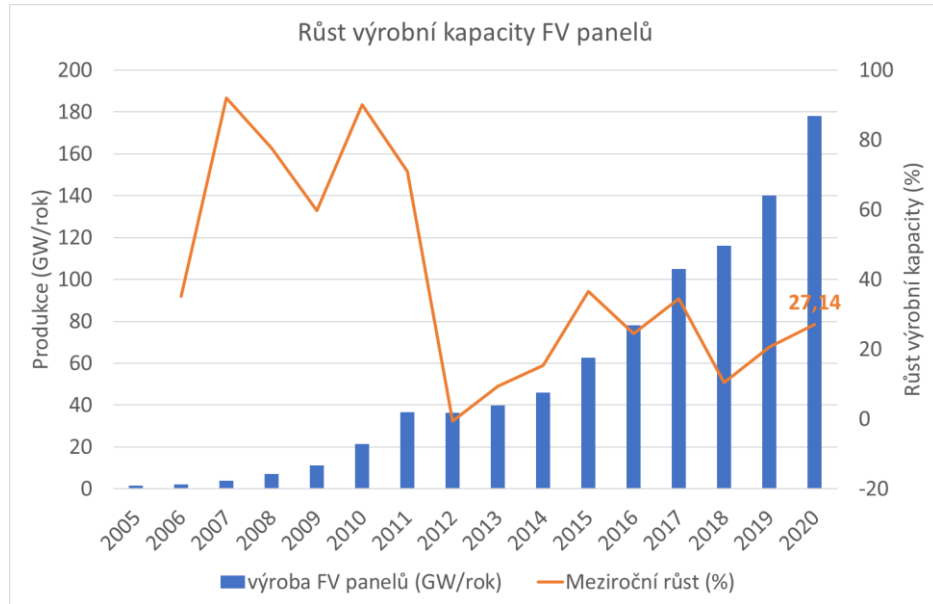
V Česku v následujících letech násobně přibude fotovoltaických elektráren

31. květen 2021, 15:52

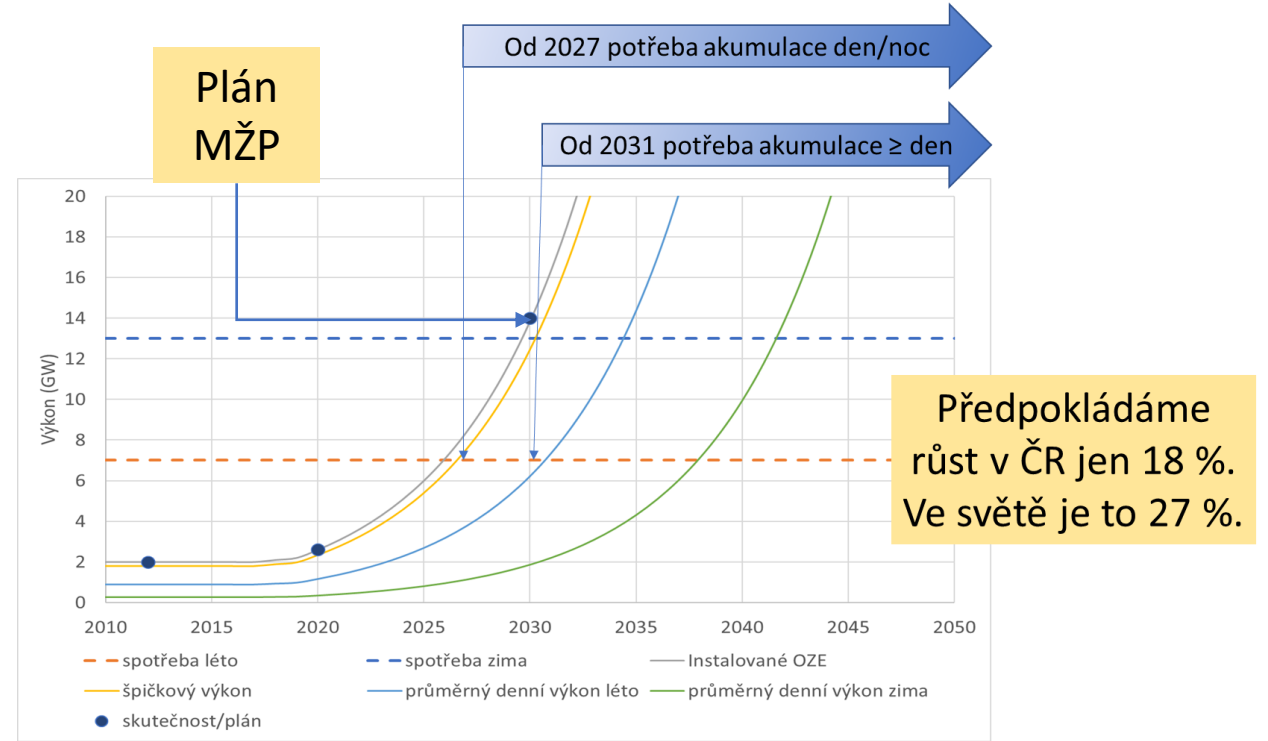
Ministr životního prostředí Richard Brabec (ANO) na tiskové konferenci řekl, že Modernizační fond by mohl do roku 2030 zvýšit jejich instalovaný výkon v ČR ze současných 2,2 gigawattu na sedm až **14 gigawattů (GW)**

A jestli ne v ČR v roce 2030, tak trochu později

Světový vývoj výroby FV panelů



Vývoj výroby FVE v ČR



- Pozorujeme exponenciální růst FVE
- FVE **ve světě** roste o 27 % ročně
- Brzy výroba FVE dosáhne hranice okamžité spotřeby

- V ČR dosáhneme výrobou OZE hranici letní spotřeby v roce 2027-2028
- V Německu o dva roky dříve

Změna Německého plánu do roku 2030

	After 11/2021	Before 11/2021	Notes
Renewables target	80% of power demand	65%	Annual tender volumes adjusted
Demand	680-750 TWh/year $(680+750)*1000/2/8760 = 81 \text{ GW}$	580 TWh $580*1000/2/8760 = 66 \text{ GW}$	480-540 TWh renewables required $580*1000/2/8760 = 58 \text{ GW}$
Solar capacity 59,2 GW v 2021 ³	200 GW ¹ 215GW ²	100 GW	mandatory roof-top for new C&I buildings
Onshore wind 55,2 GW v 2020 ⁴	no set target (~100 GW) ¹ 115 GW ²	~75 GW	2% of space to be made available
Offshore wind 7,7 GW v 2020 ⁴	30 GW	20 GW	new 40 GW 2035, 70 GW 2045
Electrolyzer	10 GW	5 GW	Imports via H2Global, fast IPCEI implementation

¹<https://www.spglobal.com/platts/en/market-insights/latest-news/electric-power/112521-german-coalition-plans-for-480-540-twh-renewables-by-2030-to-exit-coal>

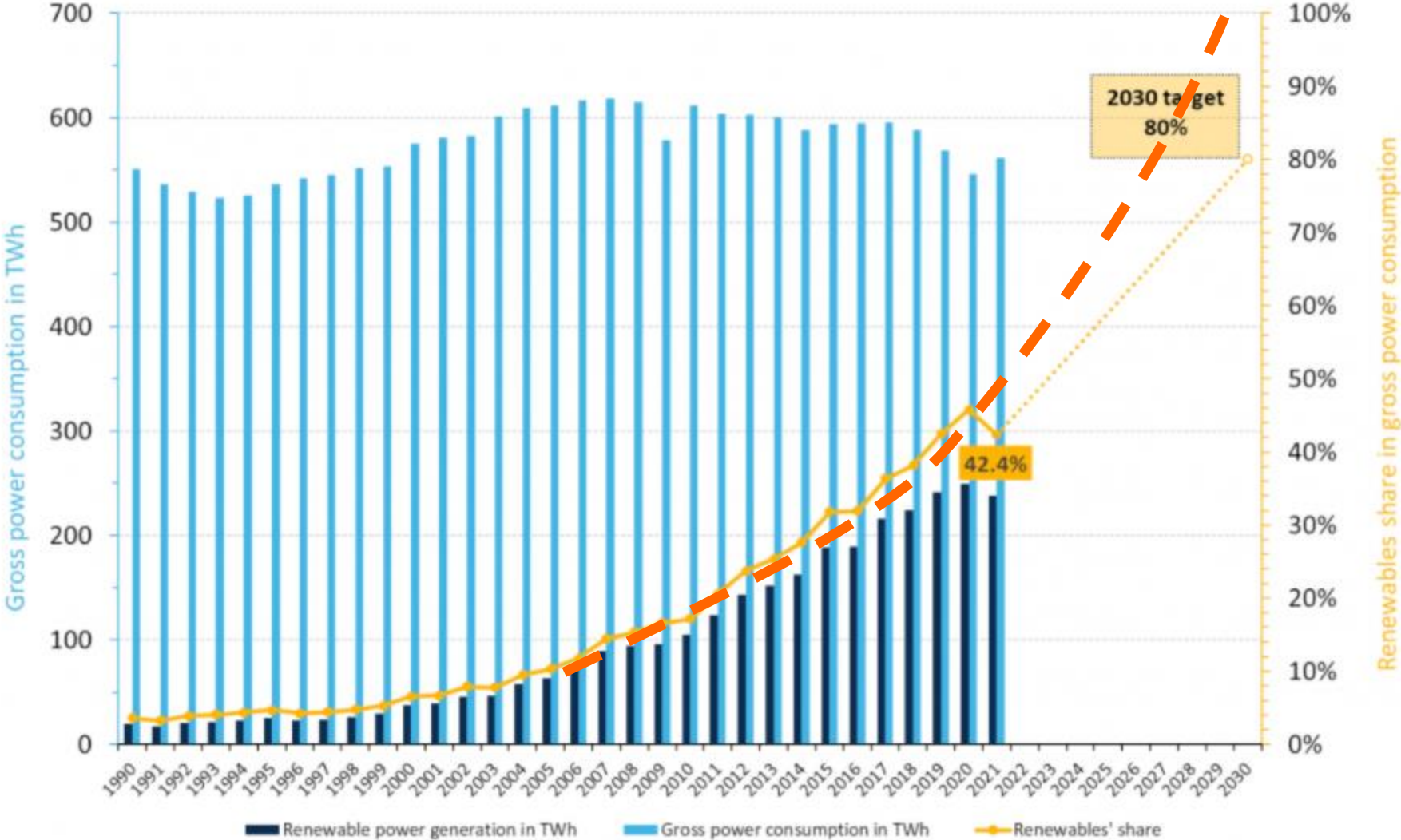
²<https://www.dw.com/en/germany-presents-new-ukraine-accelerated-renewables-plan/a-61383714> (duben 2022)

³https://de.wikipedia.org/wiki/Photovoltaik_in_Deutschland

⁴https://en.wikipedia.org/wiki/Wind_power_in_Germany

Renewables' share in gross power consumption in Germany 1990 - 2021.

Data: BDEW 2021, preliminary.

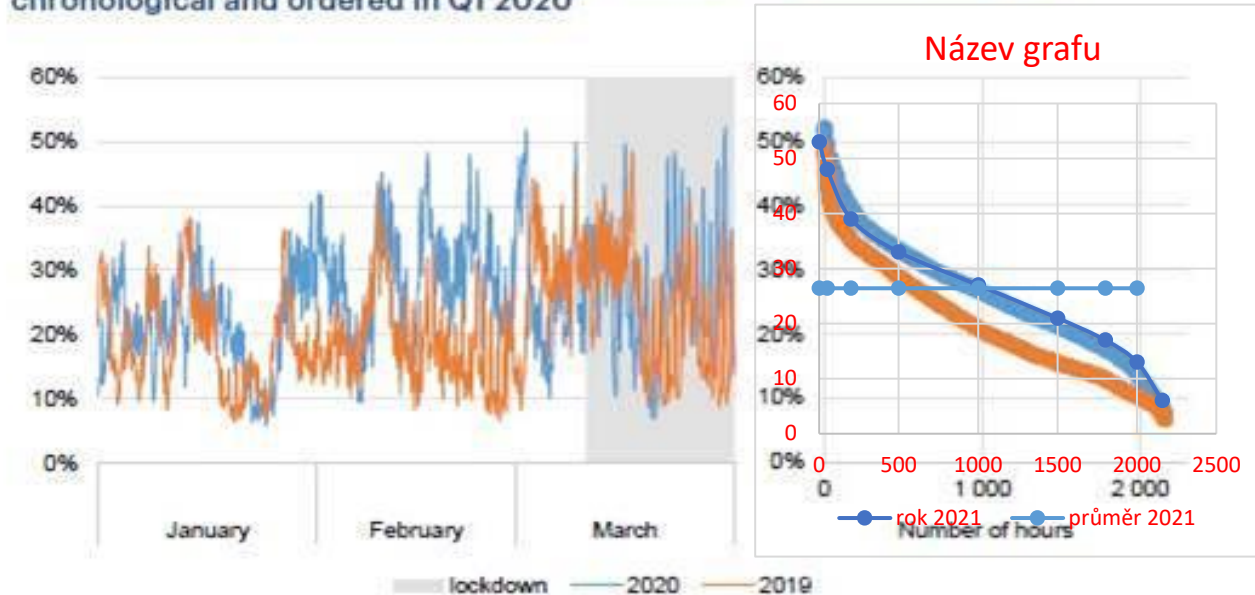


Německo 2030

- V Německu podle plánu v roce 2030 překročí instalovaný výkon FVE letní okamžitou spotřebu trojnásobně, což znamená přebytek **150 GW**
- **+ vítr x*145 GW**
- Navýšený plán na elektrolyzéry v Německu 2030 = **10 GW**
- Teoretický přebytek v létě za větrného dne **150+145-10=285 GW**

Zima 2021 (D, NL, DK, B)

Wind and solar share of hourly electricity demand in selected countries, chronological and ordered in Q1 2020

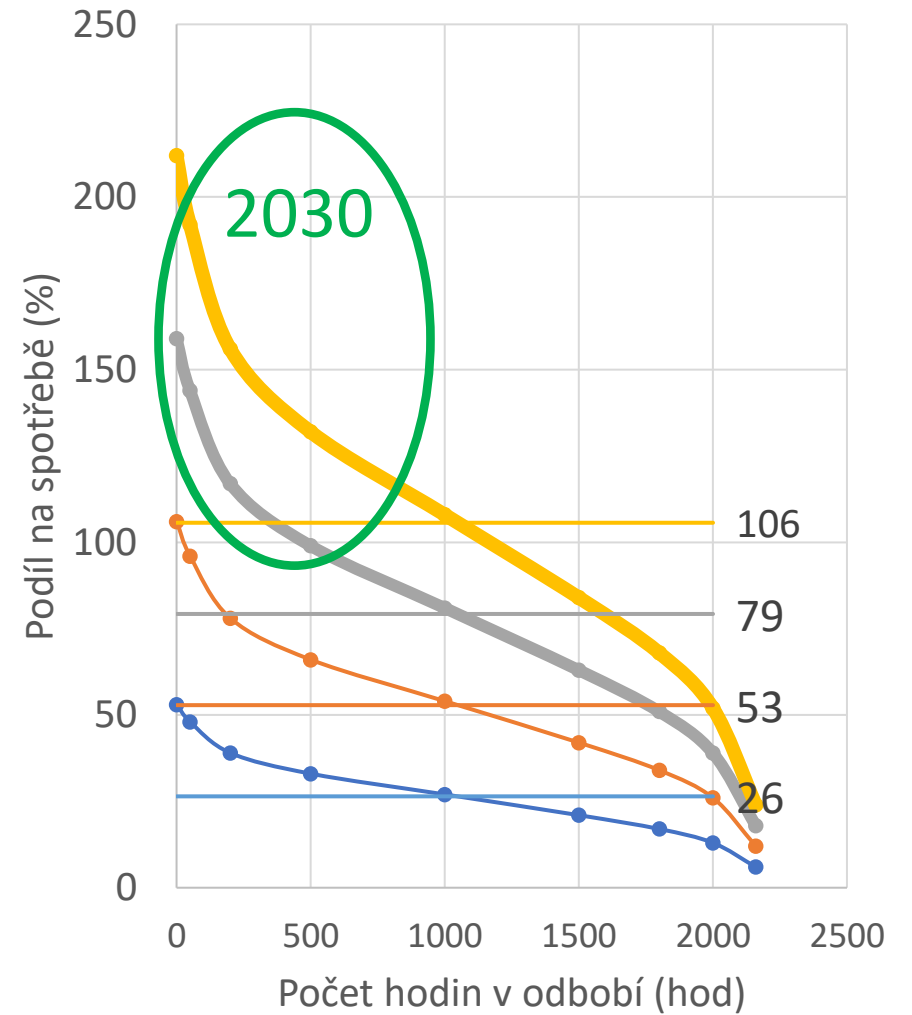


IEA 2020. All rights reserved.

Sources: IEA based on RTE (France), TERNA (Italy), Red Eléctrica (Spain), ELEXON (UK) – all four accessed via the ENTSO-E Transparency Platform; [Bundesnetzagentur | SMARD.de (Germany)].

In Q1 2020, the renewable industry faced supply chain disruptions and a slowdown in installation activity due to lockdown measures. Having paused or reduced production because of lockdowns in several key provinces, China – which accounts for over 70% of global PV module manufacturing – is ramping up production again.

Ieden až březem (31+28+31)*24=2160 hodin



● rok 2021
 ● x 2
 ● x 3
 ● x 4
— průměr 2021
 — průměr x 2
 — průměr x 3
 — průměr x 4

Svět se mění

Podíl průmyslu mezi největšími firmami světa

5 z 5	4 z 5	5 z 5	4 z 5	3 z 5	2 z 10
General Motors 11,2	General Motors 24,3	ExxonMobil 79,1	General Motors 129	General Motors 189,1	Apple 595,6
ExxonMobil 7,9	ExxonMobil 14,9	General Motors 66,3	Ford Motors 96,9	Wal Mart Stores 186,8	Alphabet (Google) 530,6
Ford Motors 5,4	Ford Motors 14,8	Mobil 44,7	ExxonMobil 86,9	ExxonMobil 163,9	Microsoft 446,9
General Electric 4,3	General Electric 8,4	Ford Motors 43,5	IBM 63,4	Ford Motors 162,6	Berkshire Hathaway 328,3
U.S. Steel 3,6	IBM 7,2	Texaco 38,4	General Electric 55,3	IBM 87,5	ExxonMobil 327,8

Roky

1960

1970

1980

1990

2000

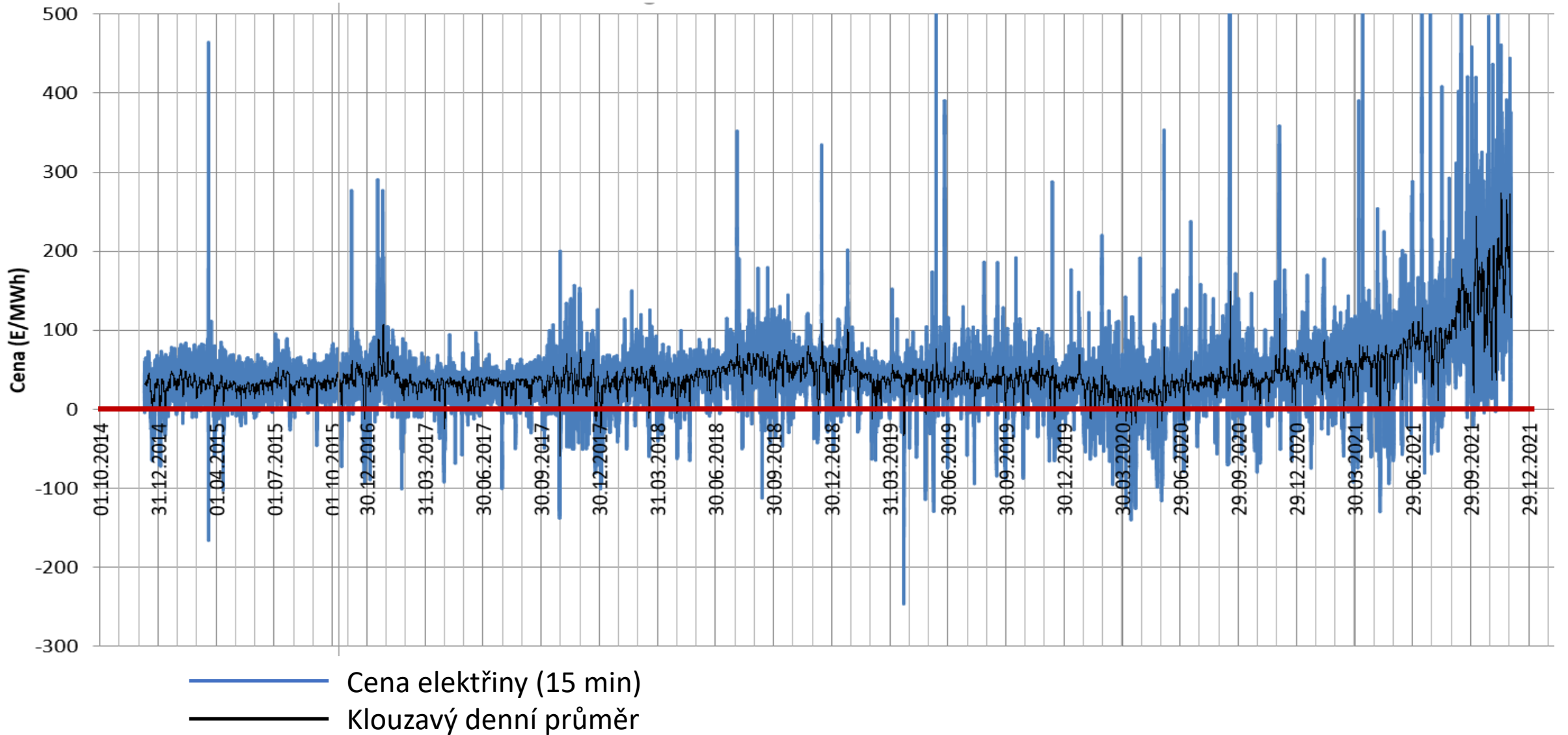
Automobil
Ropa/plyn
Další průmysl
IT/internet/SW
Obchod
Banky/pojišťovny
Léčiva

Průmysl

Amazon 316,5
Facebook 299,6
General Electric 291,6
Johnson&johnson 285,6
Wells Fargo 279,3

2015

Vývoj cen elektřiny na německé burze

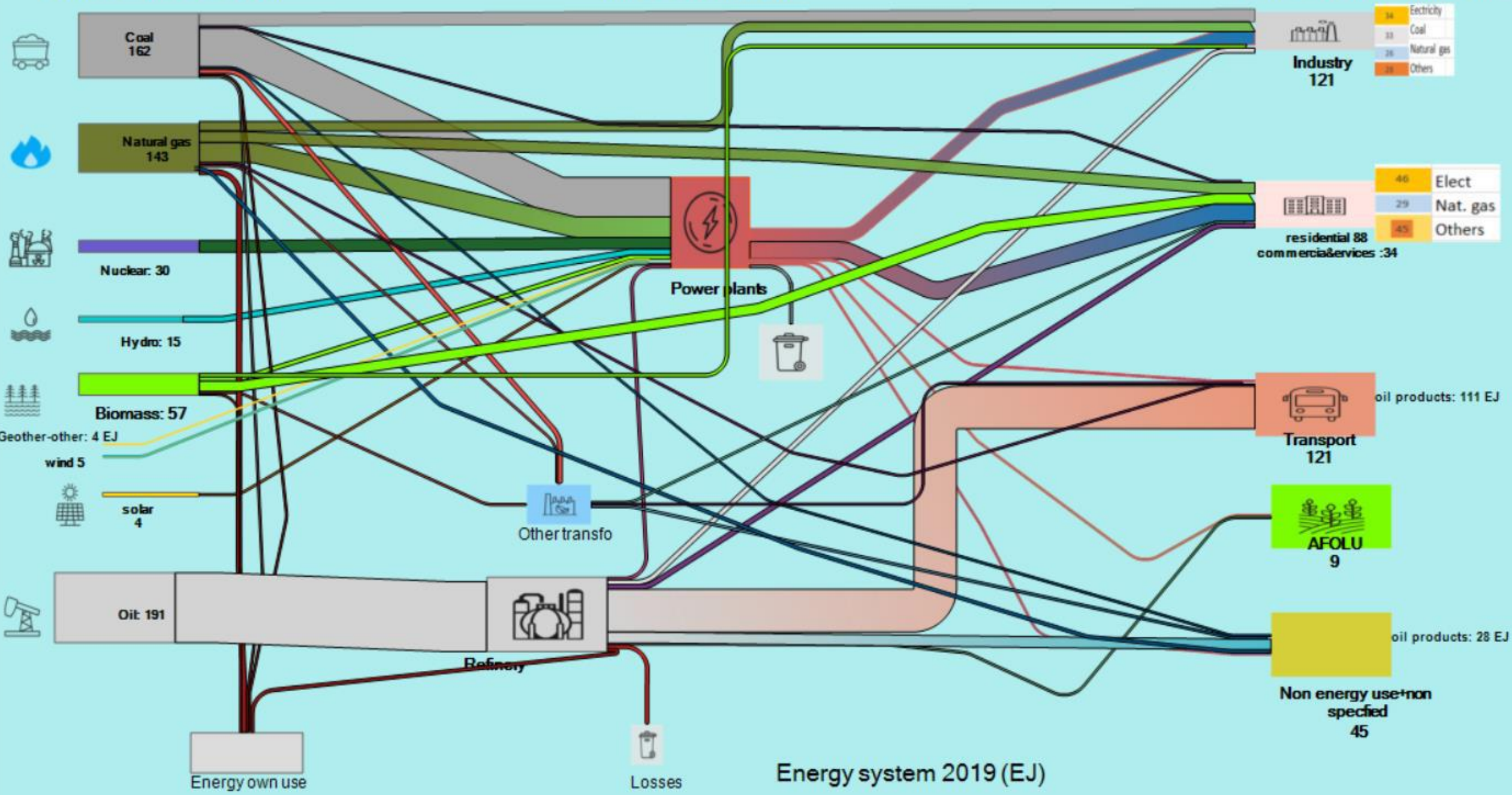


Očekávaný vývoj omezování CO₂ dle IPCC 2022

PRIMARY SUPPLY: 606 EJ

TRANSFORMATION

FINAL CONSUMPTION: 418EJ

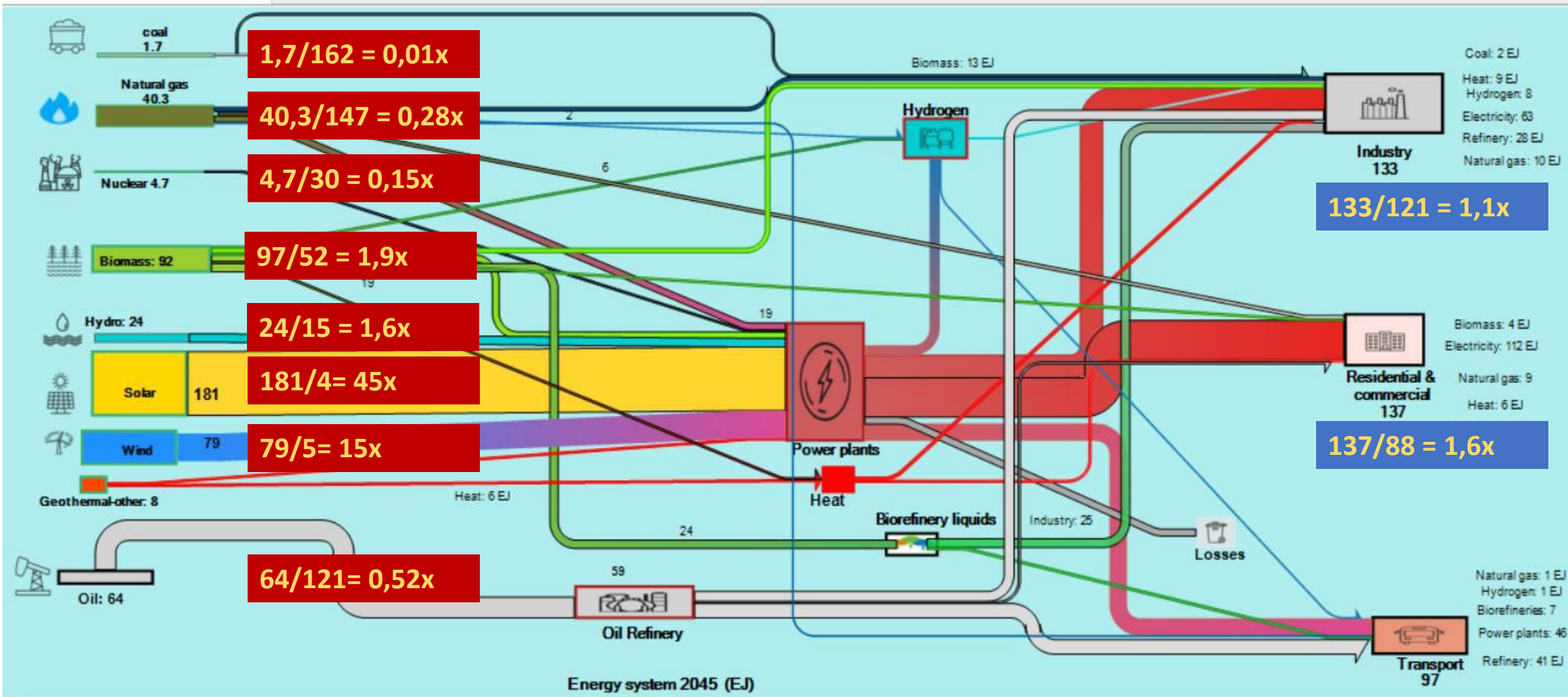


Energetické zdroje

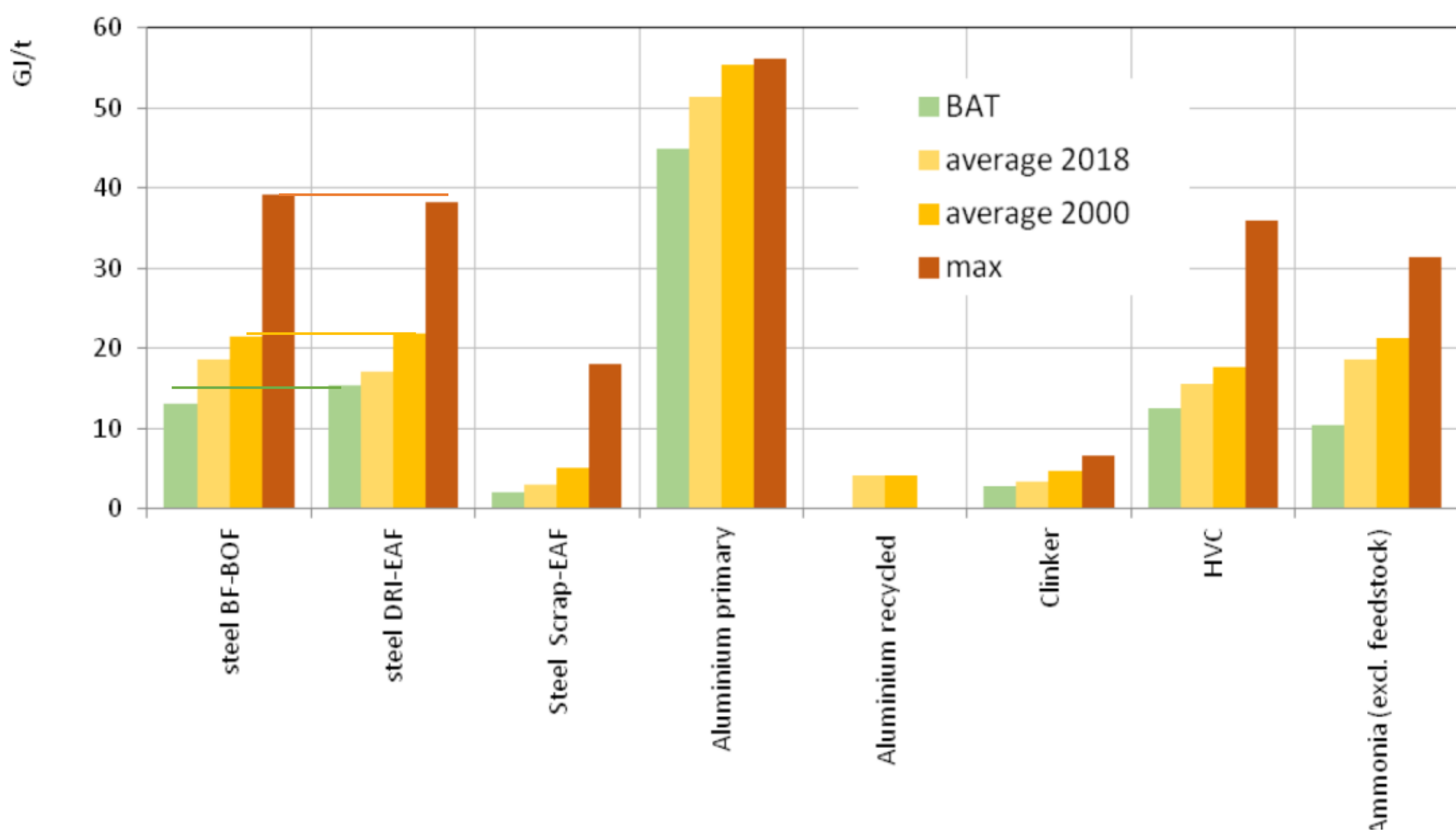
2045 = 495 EJ

2019 = 606 EJ

$$495/606 = 0,82x$$

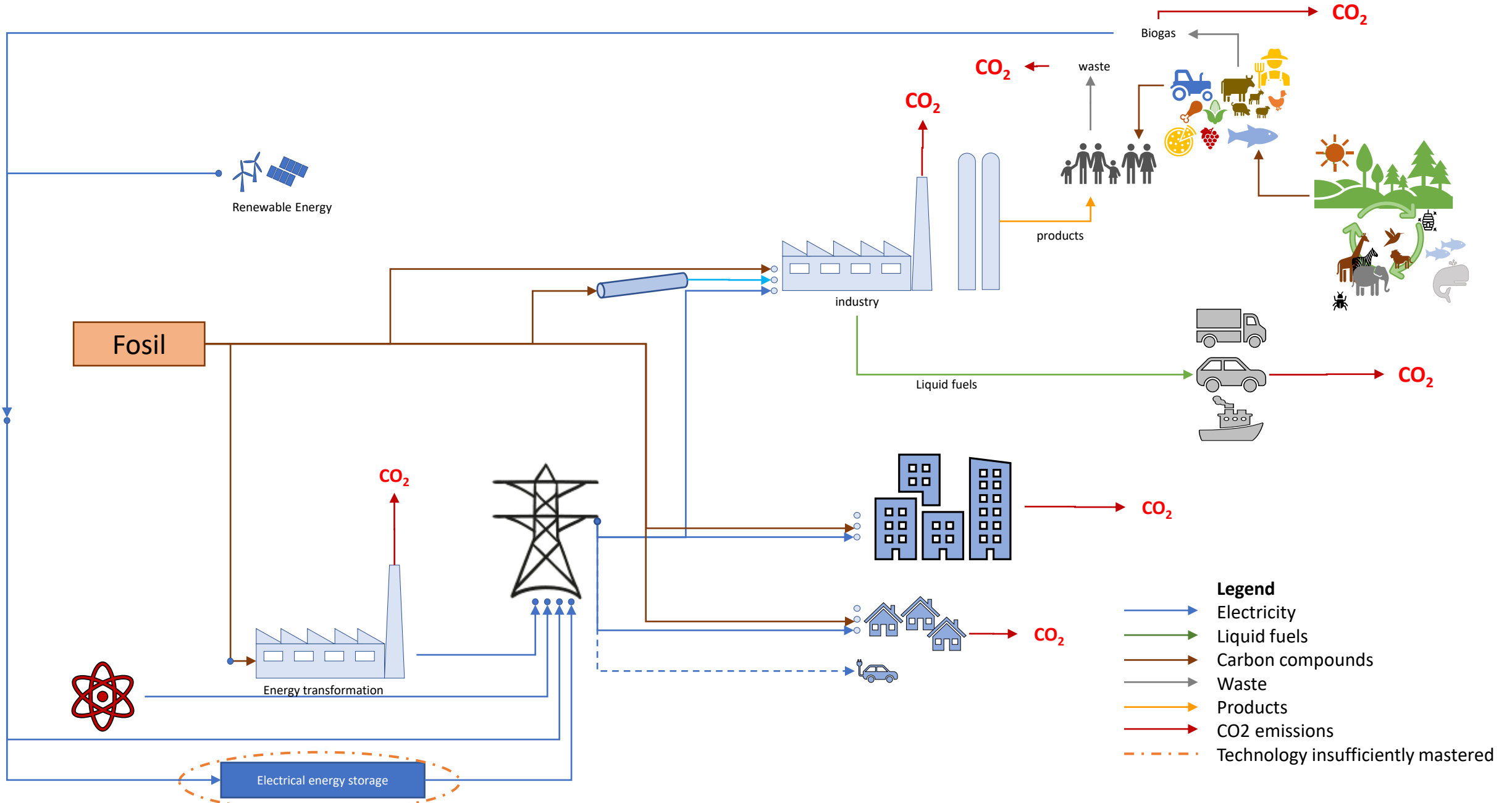


Jaké alternativy navrhují pro ocelářství



Analýza možného vývoje

The carbon and energy cycle in society 2020



Essential Energy Services

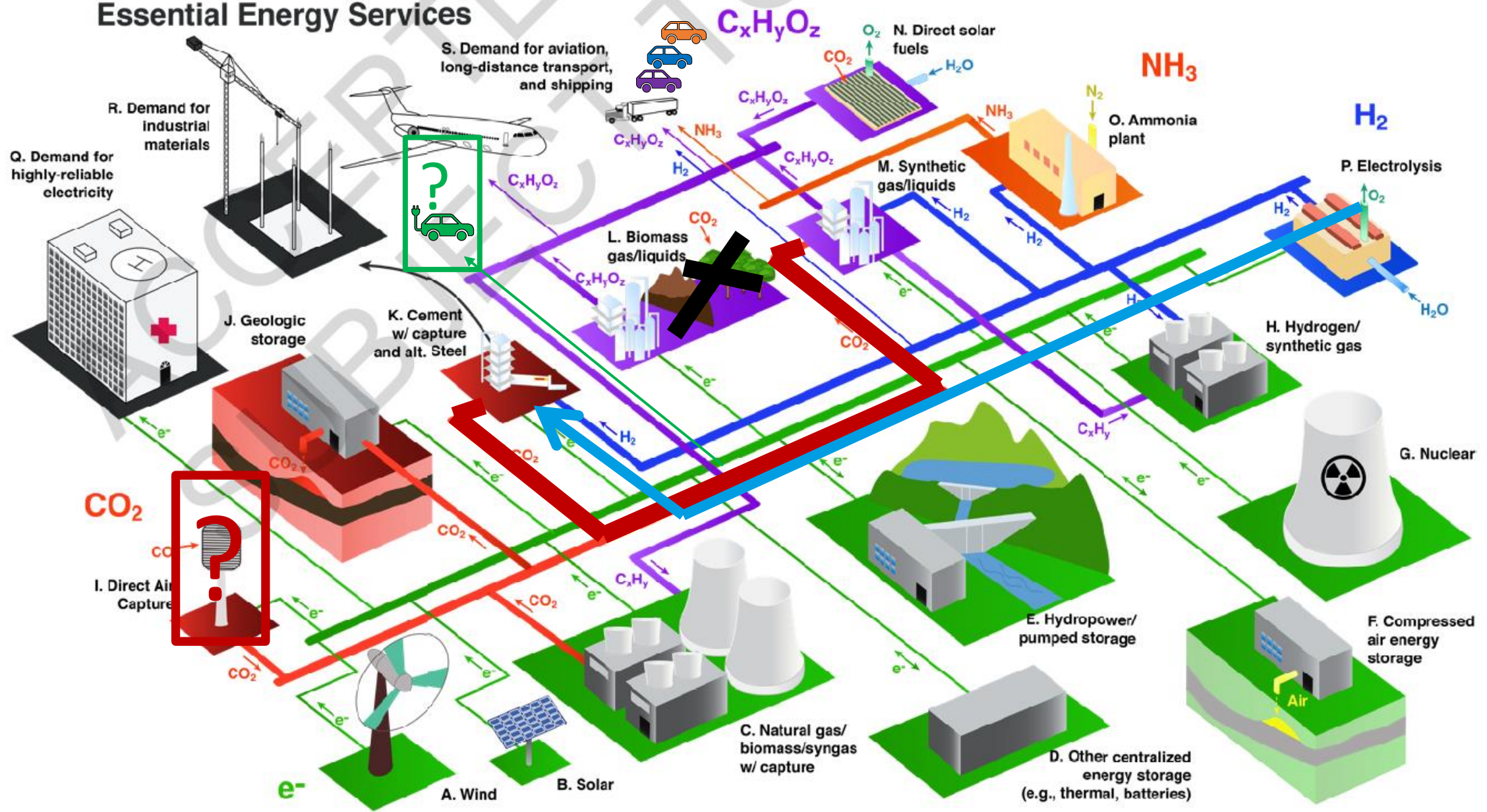
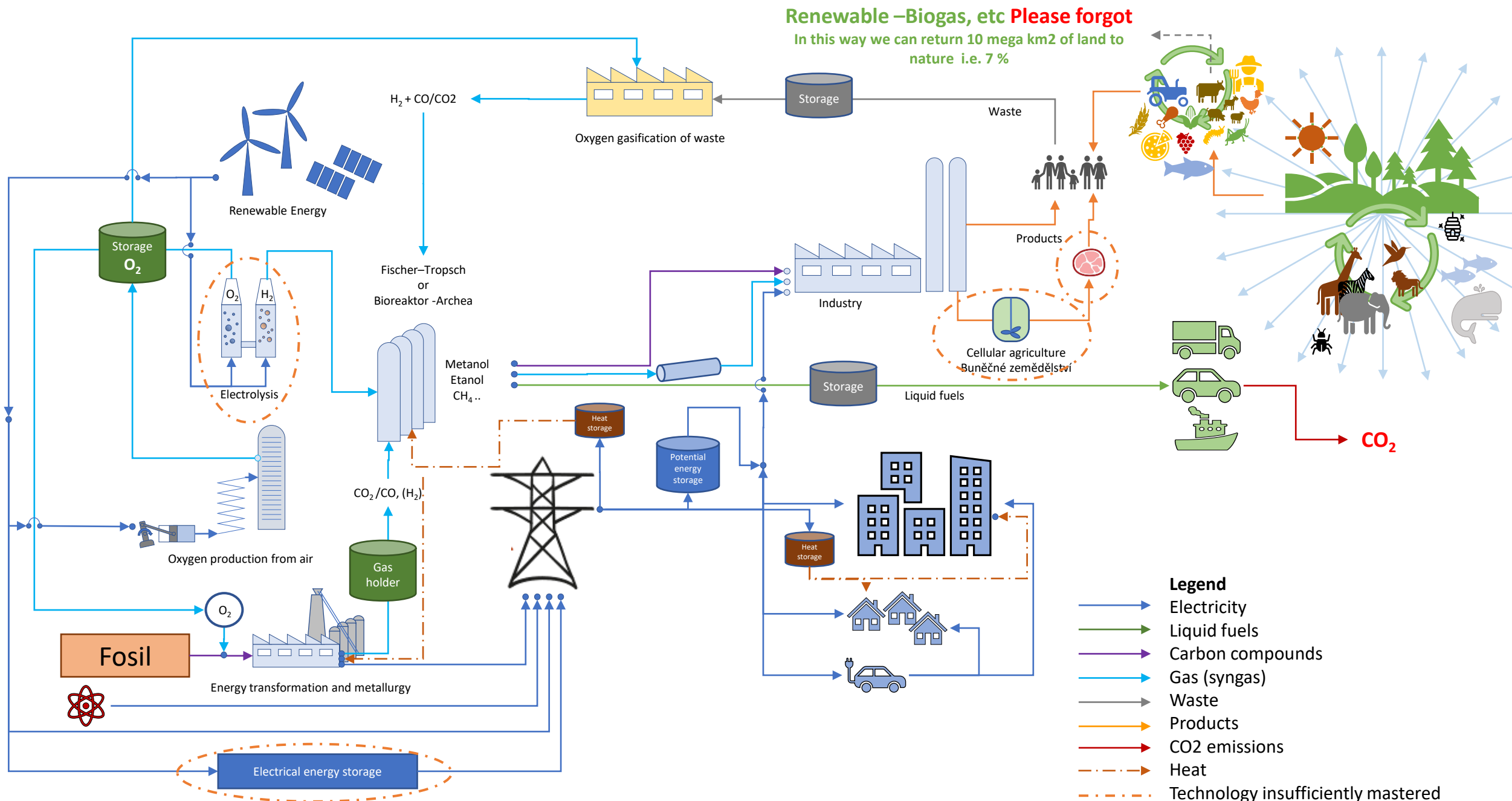
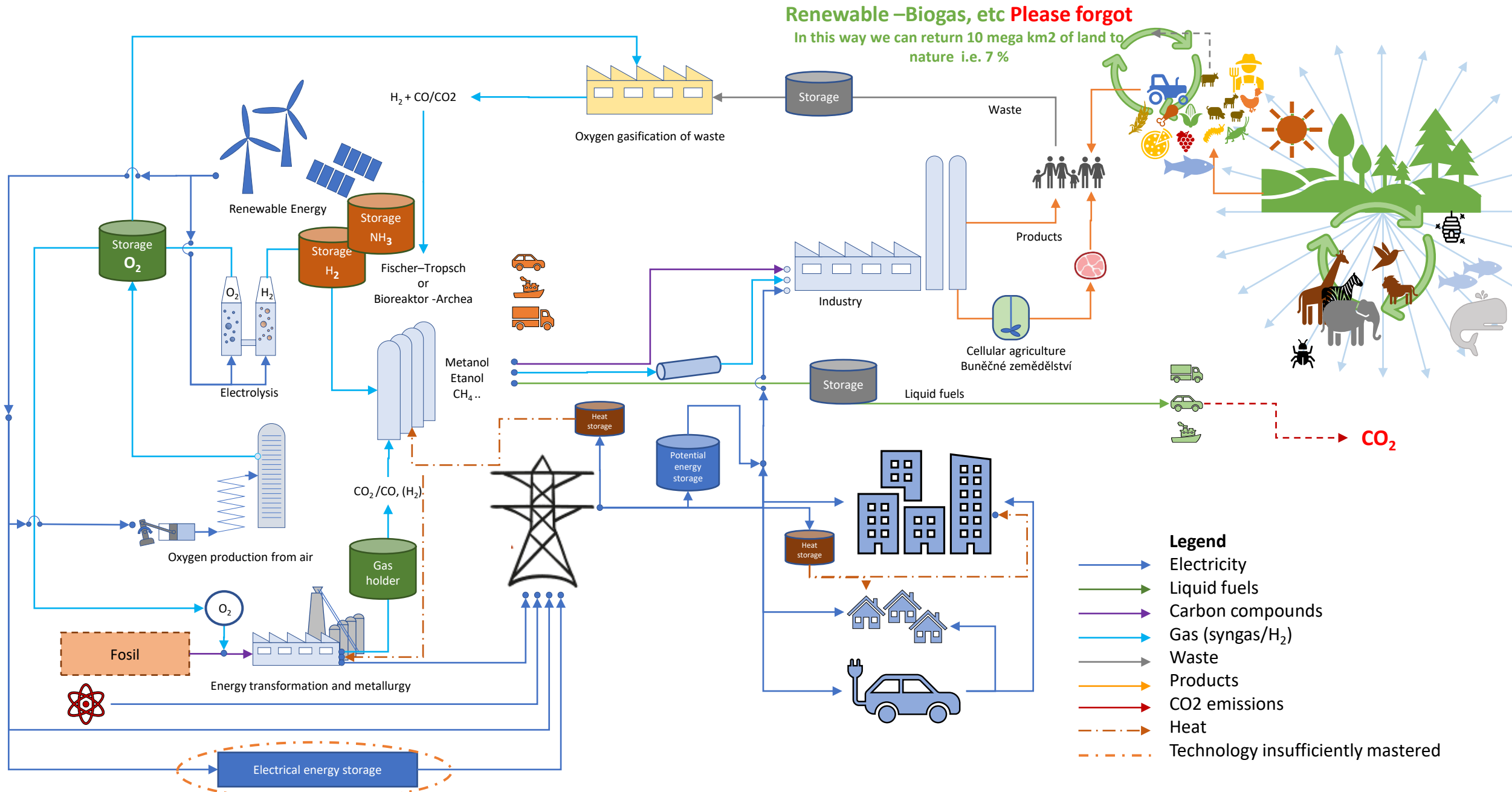


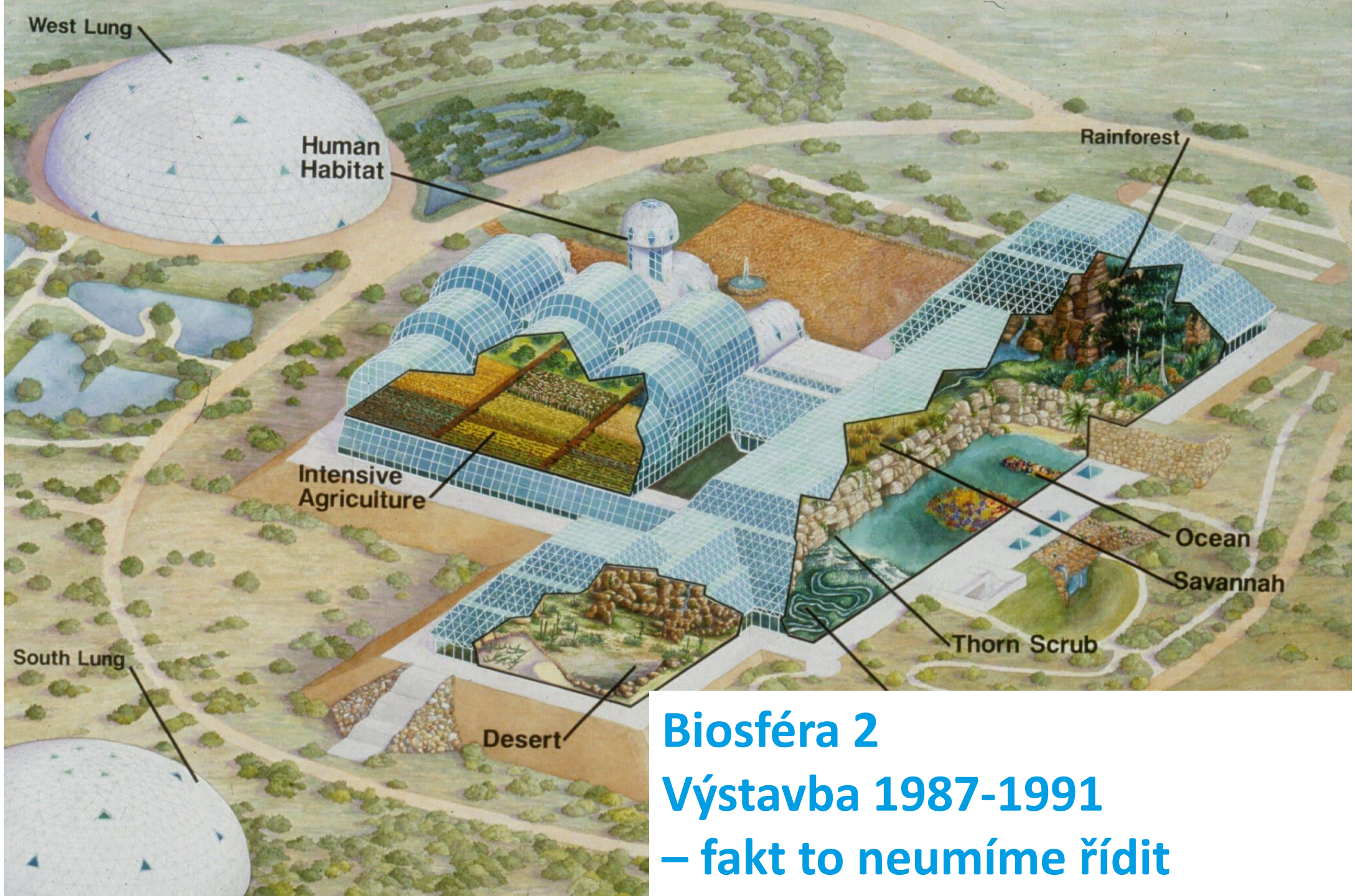
Figure 6.23 Schematic of net zero emissions energy system, including methods to address difficult-to-electrify sectors. (Source: Davis et al. 2018)

The carbon and energy cycle in society - a feasible vision 2030-2050



The carbon and energy cycle in society - a feasible far future vision later then 2050



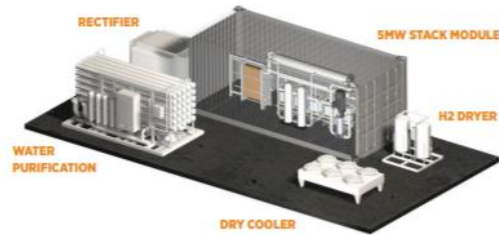


Biosféra 2
Výstavba 1987-1991
– fakt to neumíme řídit

Zachrání nás vodík?

Akumulace elektrické energie ve formě vodíku

SCALABLE SOLUTIONS SERVING DIVERSE APPLICATIONS



THE GENFUEL SMW ELECTROLYZER IS A MODULAR SYSTEM, SCALABLE AND OPTIMIZED FOR YOUR HYDROGEN APPLICATION. IDEAL FOR A VARIETY OF PLANT SIZES AND USES INCLUDING HYDROGEN FUELING, INDUSTRIAL AND ENERGY STORAGE NEEDS.

5MW ELECTROLYZER SYSTEM SPECIFICATIONS	
SPECIFICATION	RATING
INPUT	
AC POWER REQUIREMENTS	5.2kWh/Nm ³ @ full capacity / 200kWh standby (0% for 100% standby)
INSTALLED POWER	5.5MW / 6,000kVA
BALANCE OF PLANT	
WATER CONSUMPTION	Feed: 1,400L/hr @ 4bar, potable water
OXYGEN FLOW RANGE	72 to 720 kg/hr, 15psi, 4.3% water
PHYSICAL	
AREA REQUIREMENTS	8,000 sq. ft. (0.18 acres)
AMBIENT TEMPERATURE	-20°C to +40°C
COMMUNICATION	24/7 data acquisition and remote monitoring
PERFORMANCE	
HYDROGEN FLOW RATE	100 to 1,000 Nm ³ /hr / 9 to 90 kg/hr, 10% to 100% range
HYDROGEN PRESSURE	Up to 40 barg
HYDROGEN PURITY	99.9% to 99.999%
STARTUP TIME	30 seconds (warm start) / 5 minutes (cold start)
EFFICIENCY	Up to 58 kWh/kg of H ₂ @ 100% flow
LIFE EXPECTANCY	Stack: 80,000 hours
CERTIFICATIONS	Compliant to ISO 22734, NFPA 2, CRN, CE

Product specifications are subject to change without notice.

Corporate Headquarters
968 Albany Shaker Road
Latham, NY 12110
518.738.0320

Účinnost 55 %



HIGHLY RELIABLE

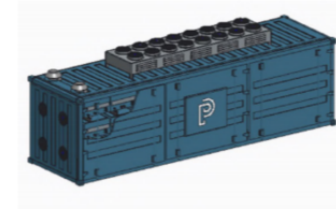
Plug Power's GenSure fuel cell systems perform in hot and cold, humid and arid environments. With minimal moving parts and optional built-in redundancy, these fuel cells are proven to perform reliably in real world conditions.

ZERO-EMISSION / QUIET OPERATION

GenSure fuel cell systems offer zero-emission, quiet operation and are not subject to fuel spill containment and air quality reporting requirements. Our products support load peak shaving and demand response programs without impacting emissions and operating hour limitations.

MINIMAL MAINTENANCE

Fuel cell health and fuel levels may be remotely monitored. Simple maintenance and fewer site visits mean significantly lower operational costs when compared to combustion generators. Infinite hydrogen storage life eliminates expensive fuel polishing requirements associated with combustion generators



LOW ACOUSTIC SIGNATURE

Quiet operation enables GenSure fuel cell solutions to be located anywhere power is required, even in acoustically-sensitive locations.

CONFIGURATION	500kW	1MW	1.5MW
OUTPUT			
MINIMUM ELECTRICAL OUTPUT POWER (CONT)		150kWe	
MAXIMUM ELECTRICAL OUTPUT POWER (CONT)	500kWe	1MWe	1.5MWe
DUTY CYCLE		Stand-by, Prime	
ELECTRICAL EFFICIENCY (PEAK)		>45%	
SYSTEM OUTPUT VOLTAGE		900 VDC (nominal)	
PHYSICAL			
DIMENSIONS	10' ISO Container	30' ISO Container	
WEIGHT	5,000 kg	9,500 kg	15,000 kg
PROTECTION	NEMA 3R Outdoor rated enclosure		
OPERATIONAL			
AMBIENT TEMPERATURE	-30°C to 50°C		
DESIGN LIFE	15 years (Stand-by)		
ELECTRICAL INPUT POWER (START-UP)	13kW	26kW	40kW
NOISE	<65dBA at 150'		
EMISSIONS	Zero Emissions		
OUTPUT HEAT LOAD	750kW (max)	1.5MW (max)	2.25MW (max)
EXHAUST GAS TEMPERATURE	<80°C		
FUEL			
FUEL (FULL SPEC AVAILABLE ON REQUEST)	99.95% Hydrogen		
ENERGY STORAGE	In excess of 48 hours of usable on-site storage (various storage options available)		

Specifications subject to change without notice. Information based on standard products working under normal operating conditions.

Corporate Headquarters
968 Albany Shaker Road
Latham, NY 12110
518.738.0320

Účinnost >45 %



Účinnost celkem ~27,5 %

Proč má SIEMENS zapotřebí kalit vodu kolem účinnosti elektrolýzy?

white-paper-efficiency-en SIEMENS.pdf

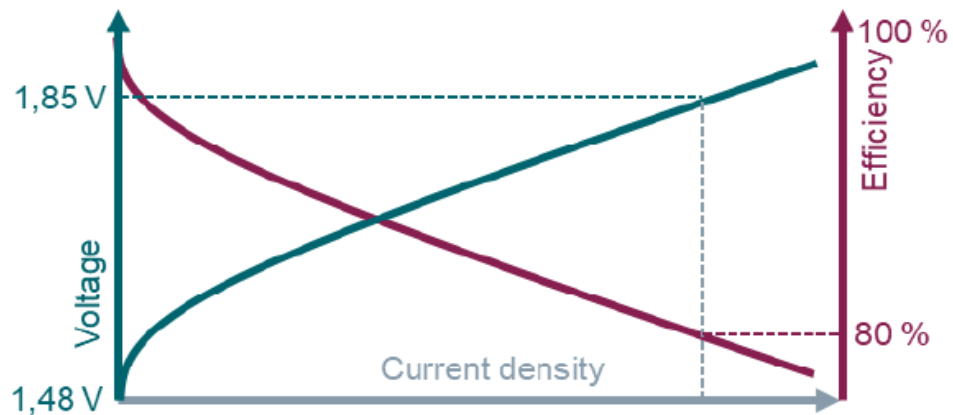
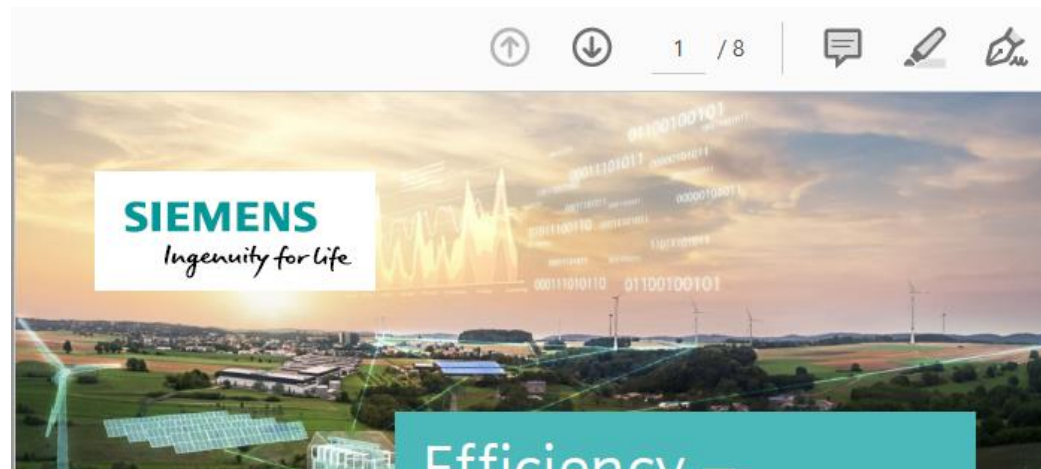


Figure 1: Schematic representation of a U/I characteristic and its indirectly proportional effect on efficiency.

ISO 2533

$p_n = 1.01325 \text{ bar};$
 $T_n = 288.15 \text{ K}$



Efficiency – Electrolysis
White paper

Electrolysis

Density in $\text{kg/m}^3_{\text{STP}}$	Efficiency in $\text{kWh/m}^3_{\text{STP}}$	Efficiency in %
0.0899	4.425	80
0.0841	4.1375	80
0.0852	4.158	80

Table 1: Example calculation for various standard conditions at the same percentage efficiency

Toto není účinnost přeměny elektrické energie na vodík

0,0899	4,425	49,2214	39	79,23
0,0841	4,1375	49,1974	39	79,27
0,0852	4,158	48,8028	39	79,91

Proč účinnost zamotává i pan profesor Matolin z Karlovy university?

From: milan.raclavsky@ecofer.cz <milan.raclavsky@ecofer.cz>
Sent: Tuesday, January 4, 2022 10:41 AM
To: 'Vladimir.Matolin@mff.cuni.cz' <Vladimir.Matolin@mff.cuni.cz>

Subject: vodík

Děkuji předem za odpověď.

Jak je to s účinnostmi pane profesore?

První tabulka uvádá 74 %, druhá tabulka 85%,
ale čísla v ní uvedená vedou k jinému výsledku:

$450 \text{ Kg/h} \cdot 33 \text{ kWh/kg} / 1 \text{ MW} = 0,619$.

$= 33 \text{ kWh/kg} / (4,9 \text{ kWh/2kg/kmol} \cdot 22,4 \text{ kl/kmol}) = 0,601$

A to nepočítáme ventilátory, čerpadla, kompresor apod.
Nepočítáme rovněž ztráty netěsnostmi.

Pověra o difuzi vodíku je dána učebnicemi Nauka o
materiálu a je spojená s vodíkovou křehkostí ocelí a
protivločkovým žíháním.

Prof. Matolín: Vodík - palivo pro udržitelnou energetiku
[Fyz. čtvrtek – online]

94 269 zhlédnutí

Živě vysíláno 11. 3. 2021

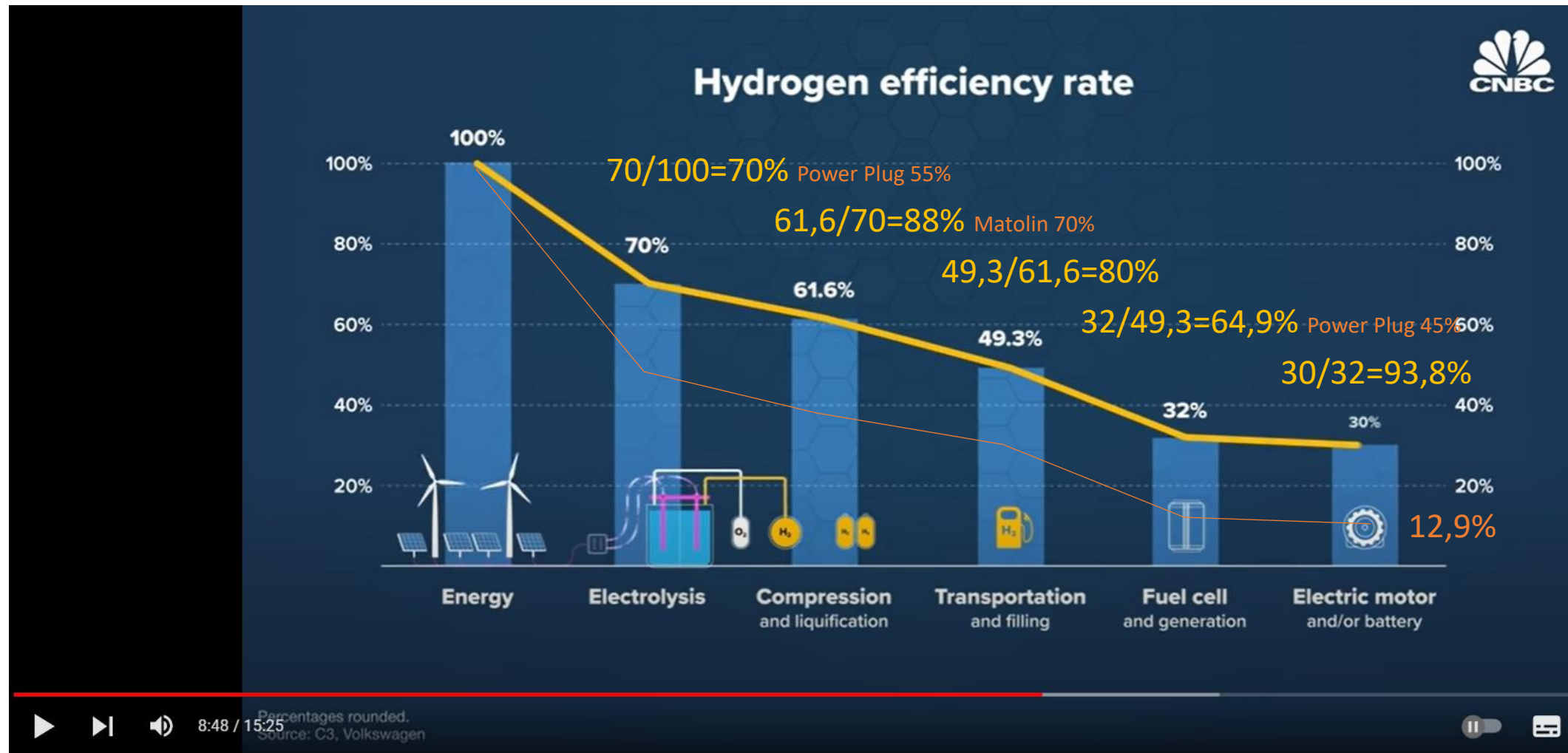
Ukládání energie do vodíku
Elektrolyzér 1 MW – 450 kg H₂/den @ 30 bar

Parameter	NE 450/1400
H ₂ nominal production	450 kg/d
H ₂ production range	25-220 kg/d
H ₂ purity	3.5 with adsorption drying 5.0
Nominal energy consumption	4.9 kWh/kg
Nominal load	1 MW
Electrolyzer power	0.2-1.4 MW
Nominal system efficiency	74%
Load change	Partial load to nominal load < 30 s
Heat recovery	max. 45 °C water temperature up to ambient temperature
Operating pressure H ₂	operationalized - 30 bar
Operating pressure O ₂	
Feed water quality	Deionized water, nominal 300 kg/d
Grid connection	Voltage: 3x 400V/50/60 + N + PE in accordance with IEC 60364-4-41 Connected load 2 MVA
Dimensions	47' x 12m x 3.5 m
Weight	10000 kg
Ambient temperature	-10 °C to +35 °C

Proč CNBC prezentuje tyto data?

CNBC is the world leader in business news and real-time financial market coverage. Find fast, actionable information.

100
55
38,5
30,8
13,86
12,8898



#CNBC

What Is Green Hydrogen And Will It Power The Future?

922 599 zhlédnutí • 3. 12. 2020

16 TIS. NELÍBÍ SE SDÍLET STÁHNOUT ULOŽIT ...



Zelená dohoda pro Evropu

- do roku 2030 EU dosáhne snížení čistých emisí skleníkových plynů alespoň o 55% oproti roku 1990
- do roku 2050 EU dosáhne nulových čistých emisí skleníkových plynů

V současné době představuje výroba a spotřeba energie v EU 75% podíl na tvorbě skleníkových plynů

- Cíle zelené dohody pro Evropu
 - bezpečná a cenově dostupná energie
 - integrace a digitalizace unijního trhu s energií
 - vysoká energetická účinnost procesů
 - nízká energetická náročnost budov
 - **rozvoj obnovitelných zdrojů energie**