



Tehnološki izzivi

proizvodnja biometana in njegovo injiciranje v plinovodno omrežje

prof. dr. Iztok Golobič

Predstojnik Katedre za toplotno in procesno tehniko

Vodja Laboratorija za toplotno tehniko

Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani

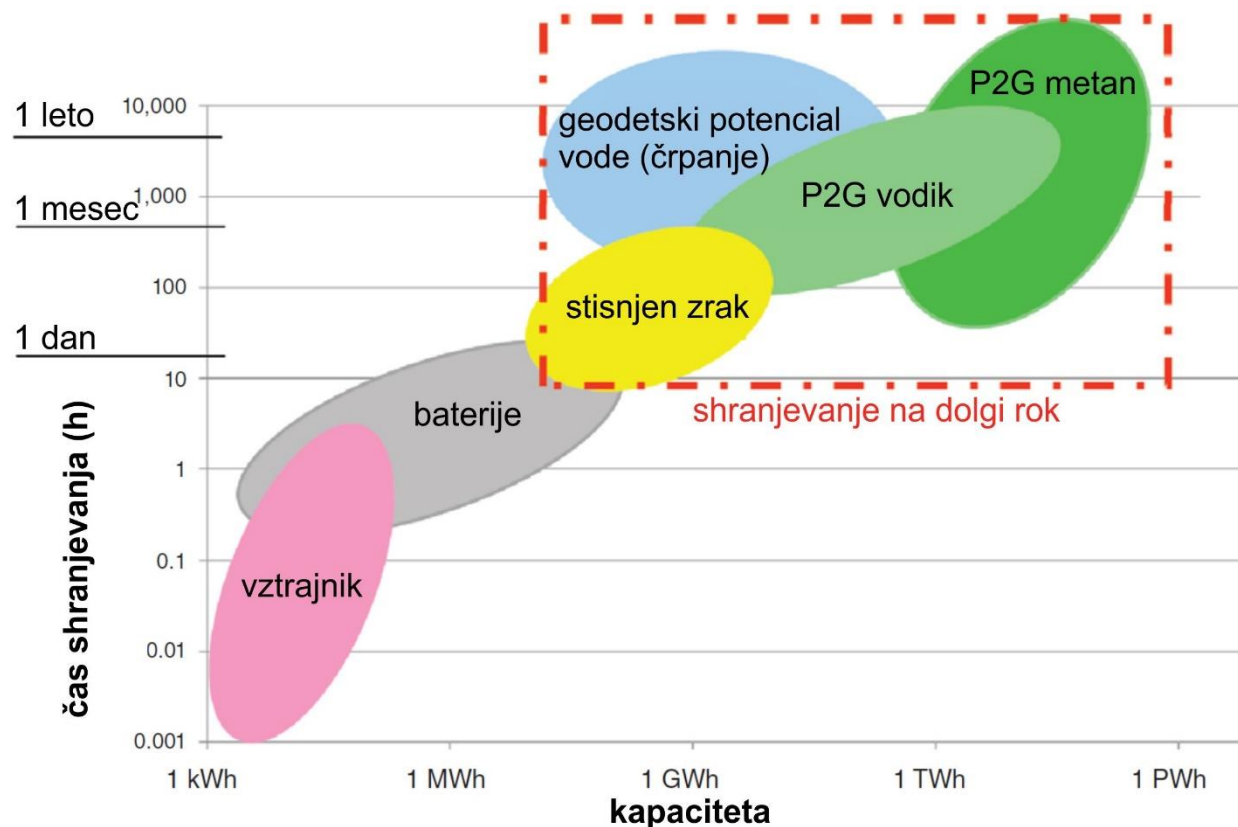
**Prihodnost zemeljskega plina in razvoj nizkoogljicnih nadomestnih goriv
Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana**

Ljubljana, 11. 6. 2019



Energija, eksergija, pretvorba in shranjevanje

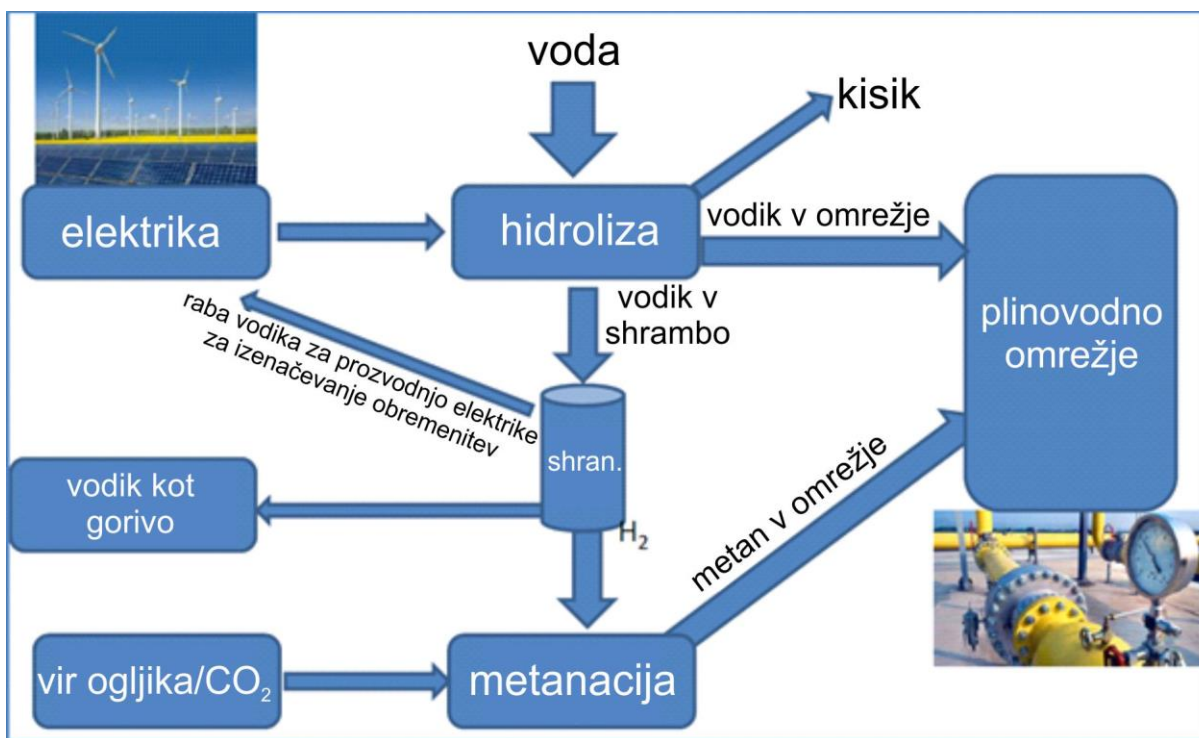
- Energija = sposobnost vplivanja na okolico (M. Planck)
- Nakopičene in prehodne oblike energije, energijske pretvorbe
- Eksergija = merilo kakovosti energije glede na stanje okolice (Z. Rant)



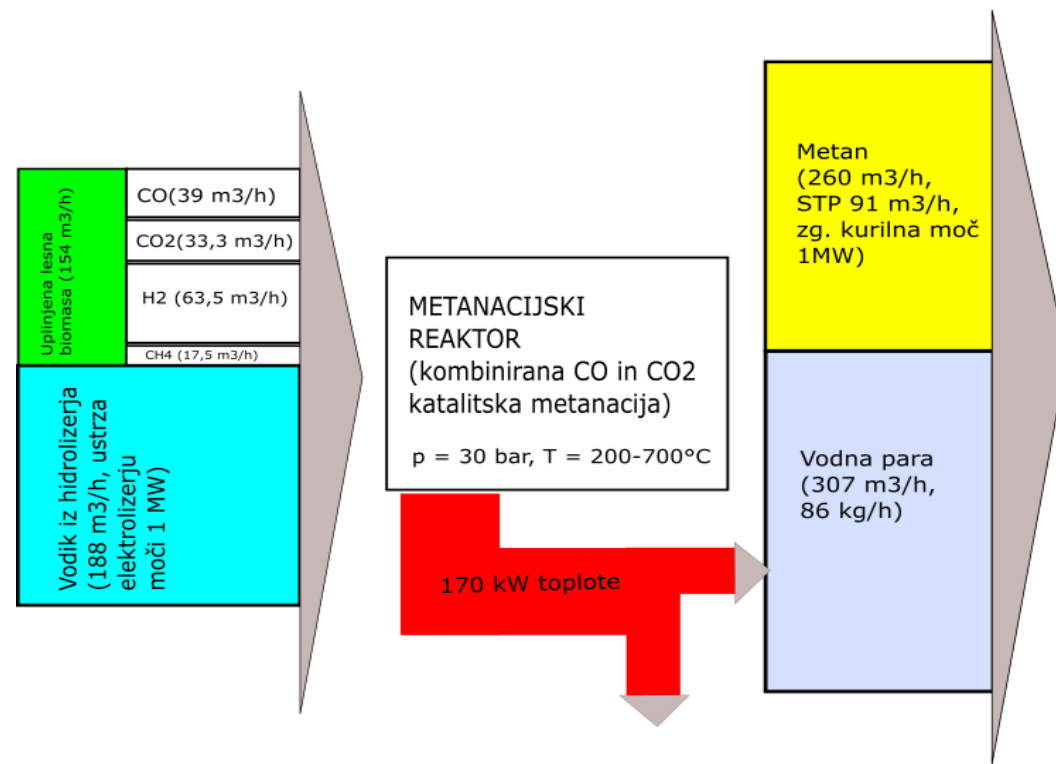


Power-to-gas tehnologija

- Dolgoročna rešitev: brezogljicne tehnologije (vodik) in biometan
- Kratkoročna rešitev: pretvorba biomase v biometan in manjše količine vodika
- Podprocesi: uplinjanje biomase, pridobivanje vodika, (bio)metanacija, čiščenje, injiciranje



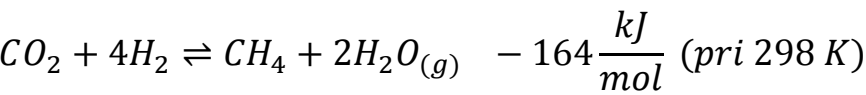
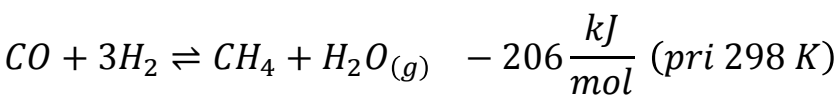
(Prilagojeno po Lambert, 2018)





Tehnologije metanacije

Katalitska metanacija



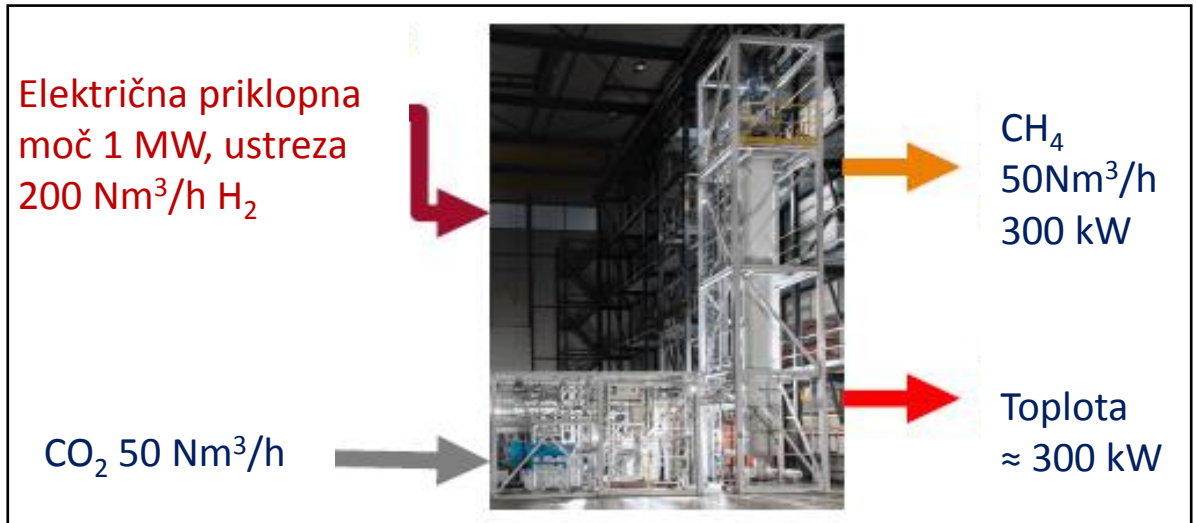
- Pri proizvodnji 1 Nm³/h metana se v primeru CO metanacije sprošča 2,3 kW toplotnega toka, v primeru CO₂ metanacije pa 1,8 kW.
- Za zagotavljanje čim večjega deleža proizvedenega CH₄ je potrebno vzdrževati čim nižje temperature: hlajenje reaktorja, vmesno hlajenje plinov, recirkulacija hlajenih plinov, ali vbrizgavanje hladne pare.

Parameter	Katalitska metanacija	Biološka metanacija
Obratovalna temperatura	300-400 °C	60-65 °C
Čas zagona	≈ 1 hr	≈ minuta
Toleranca za kontaminante (H ₂ S, O ₂ , KOH)	Nizka	Visoka
Produkt	CH ₄ + stranski produkti	CH ₄
Čistoča produkta (CH ₄)	≈ 92%	98-99%
Energijska učinkovitost	≈ 50%	58 %
Kompleksnost sistema	Visoka	Nizka
Skalabilnost	Nizka	Visoka

Biološka metanacija

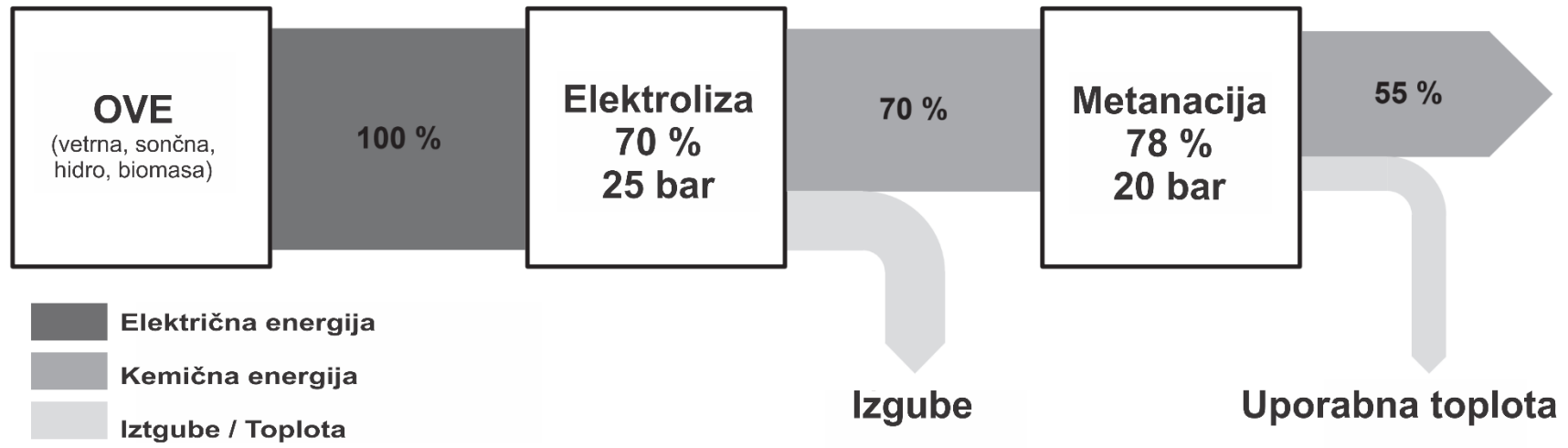
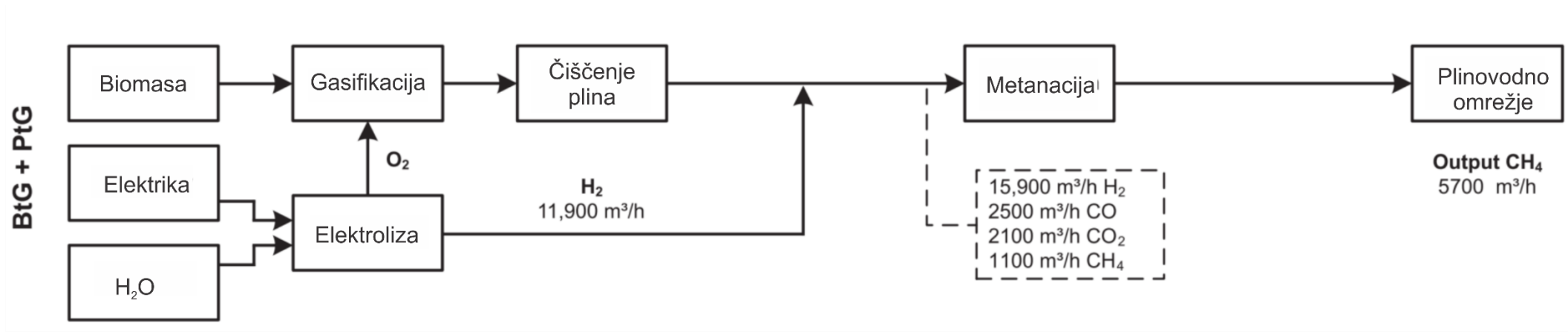
- metanacijo izvajajo metanogene bakterije, kot vir ogljika se uporabljajo razni bioplini ali CO₂ ni pa to nujno potrebno,
- poteka pri temp. 20-70 °C, pri tlakih pod 10 bar,
- normni pretoki vstopnih plinov so lahko do 100-kratnik volumna reaktorja (proces je kompakten),
- proces je hitro ustavljiv in se ga lahko zažene tudi po 560 urah mirovanja.

Primer energijskih tokov pri biološki metanaciji priklopne moči 1 MW





Energijska bilanca

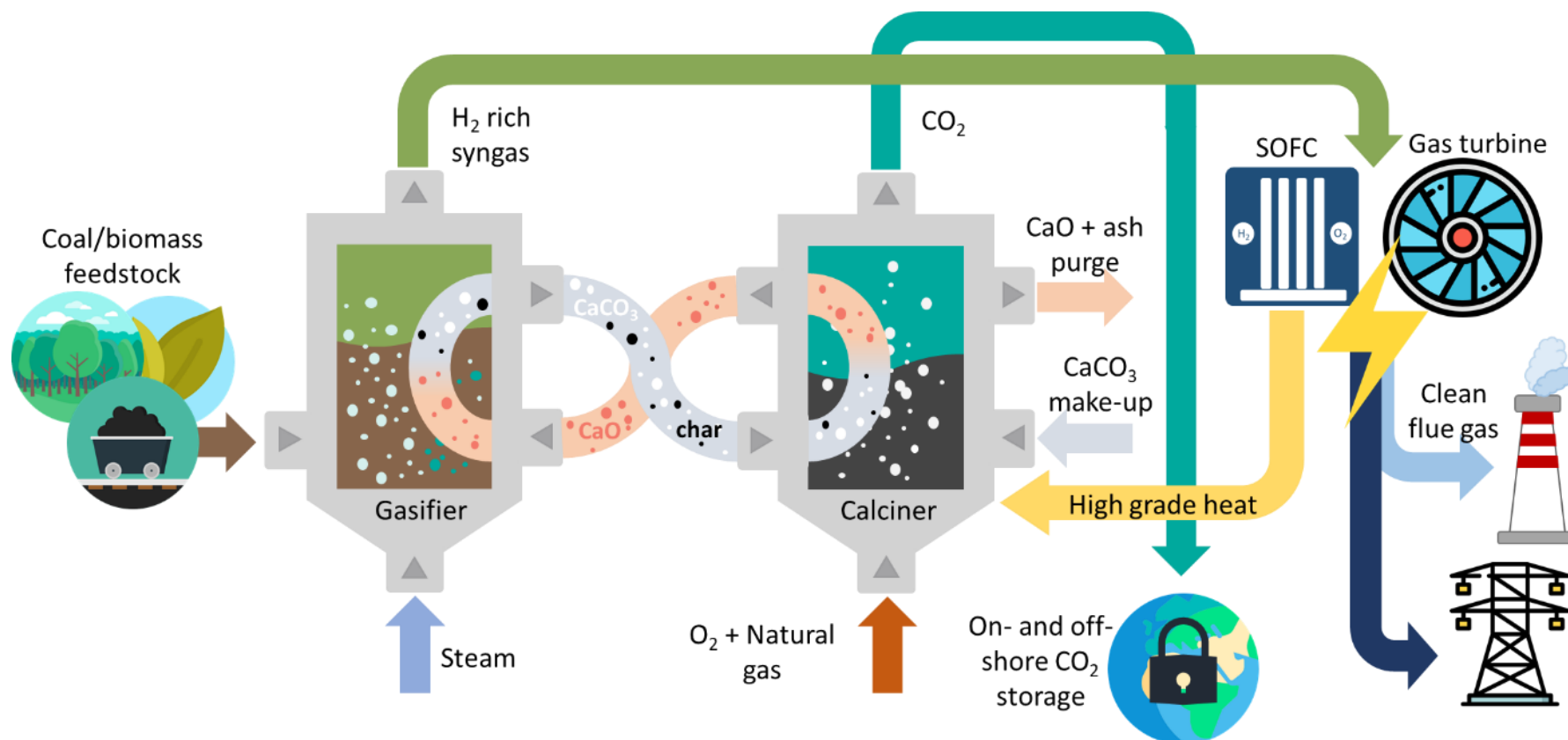


(Prilagojeno po Götz et al., 2016)





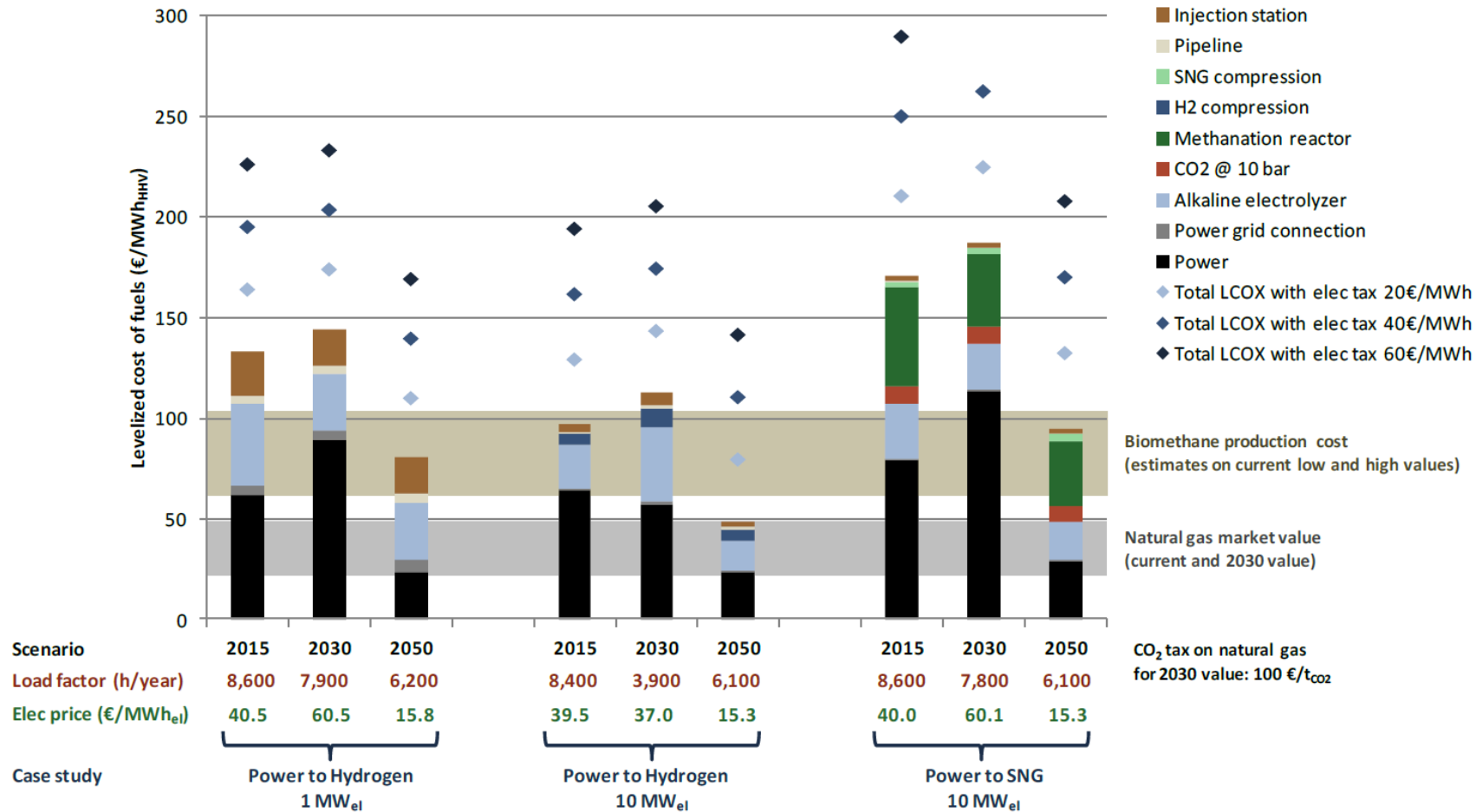
Pridobivanje vodika iz biomase





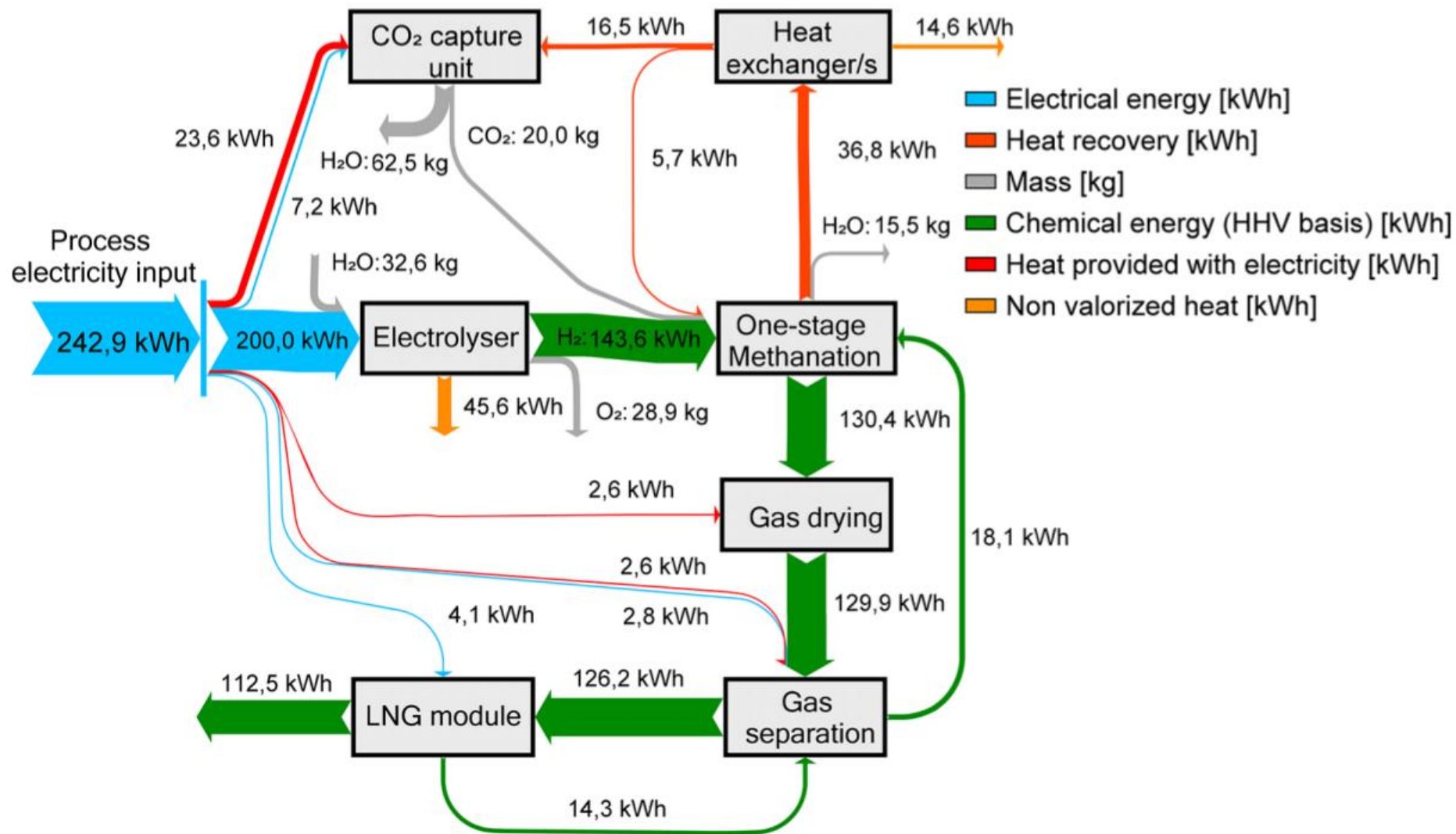
Ekonomija proizvodnje biometana

Levelized cost of gas for grid injection from PtG plants at optimal load factors





Masni in energijski tokovi pri tehnologiji “power-to-gas”





SWOT analiza

PREDNOSTI	SLABOSTI
• velike znanstvene in tehnološke zmožnosti • uporaba različnih obnovljivih virov energije • uporaba lokalno razpoložljivih virov • zagotavljanje omrežnih storitev primarne regulacije • široke možnosti uporabe vodika in metana	• nove tehnologije (lahko preveč zapletene za uporabo na trgu) • visoki investicijski stroški, potreba po optimizaciji stroškov in izboljšanju učinkovitosti • nekonkurenčnost fosilnim gorivom • pomankanje močnih ukrepov za uvajanje na trgu in dolgoročne zavezanosti • potreba po shranjevanju vodika/metana
PRILOŽNOSTI	NEVARNOSTI
• razogljičenje družbe • povezava s sistemi daljinskega ogrevanja/hlajenja • zmanjšanje stroškov z ekonomijo obsega in izboljšanjem dobavne verige • povezava s sistemi zelene mobilnosti • optimiziranje naložb v infrastrukturo z združevanjem električnih in plinskih omrežij	• odvisnost od pogojev na trgu energetskih virov • evropske in državne regulative • konkurenca drugih zelenih goriv • odvisnost od finančnih spodbud • politika kuponov za emisije ogljikovega dioksida • konkurenca za omejene možnosti izrabe biomase



Biometan z nizkotemperaturno pirolizo s parnim preoblikovanjem

3000 kg mokre biomase = 1619 kg suhe biomase => 371 kg biometana

1,9 kWh/kg mokre biomase = 3,5 kWh/kg suhe biomase

