

Vesinik maagaasivõrku – võimalused ja takistused

Riinu Härmas, PhD

Tartu Ülikool, Keemia Instituut

Biometaani ja Biovesiniku II Foorum, 9. mai 2023

Miks lisada H₂ maagaasivõrku?

- Muna ja kana probleem vesinikuga!
 - Pole tarbijaid, kui pole tootjaid ja vastupidi
- 2–5% peaks saama lisada Eesti maagaasivõrku¹
 - Kui lisada 5%mol, saaks lisada võrku 77 500 MWh e umbes 2300 tonni H₂ aastas.
 - Euroopas on katsetatud ka kuni 20%vol vesinikuga²

1. *Vesiniku ja sünteetilise gaasi kasutamise potentsiaal ja ühenditest tulenev mõju ülekandetorustikele ja lõpptarbivate seadmetele* (2020) uuringu tellija Elering; autorid H. Agabus, J. Šuvalova, H. Koduvere, A. Siirde, E. Latõsov, Tallinna Tehnikaülikool

2. Testing of Blends of Hydrogen and Natural Gas (HyTest) – Short report (2022) Gas Networks Ireland

Energiasisaldus

	Vesinik	Metaan
Alumine kütteväärtus (MJ/kg)	120	48

Energiasisaldus

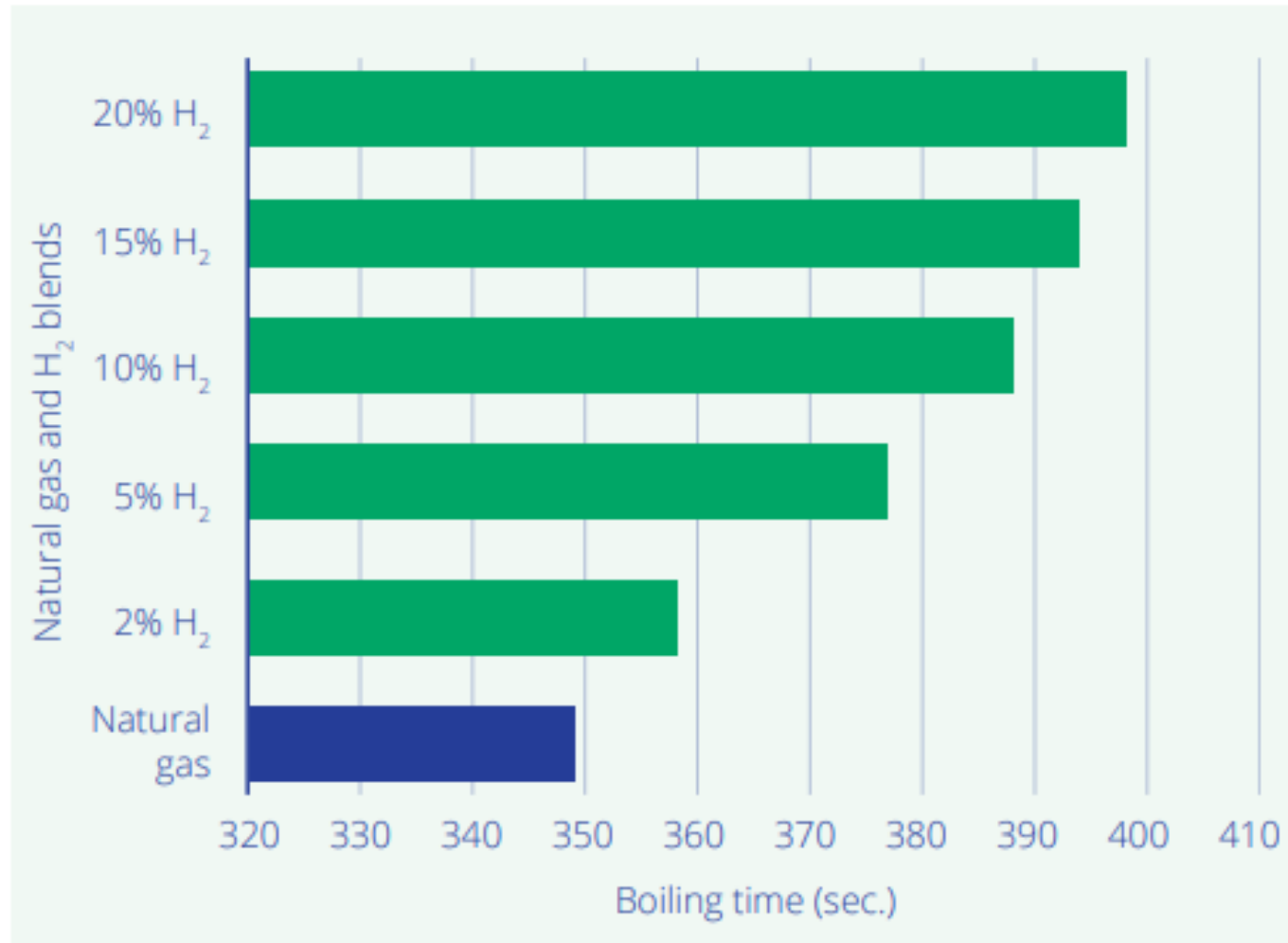
		Vesinik	Metaan
Alumine kütteväärtus	massi kohta (MJ/kg)	120	48
	ruumala kohta, 1 atm (MJ/m³)	11	35

Energiasisaldus

		Vesinik	Metaan
Alumine kütteväärtus	massi kohta (MJ/kg)	120	48
	ruumala kohta, 1 atm (MJ/m ³)	11	35

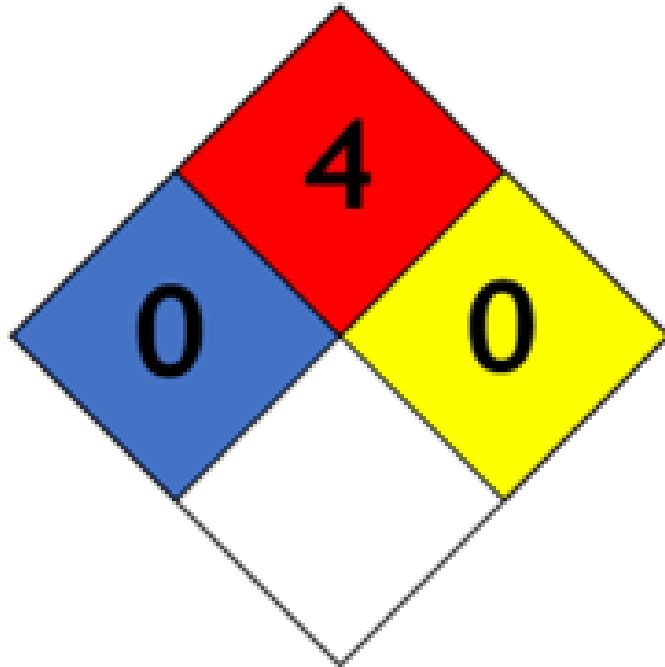
Kui segus on 20%vol vesinikku, on kütteväärtus ligi 15% madalam võrreldes maagaasiga.

Aeg, mis kulub 1 liitri vee keema ajamiseks

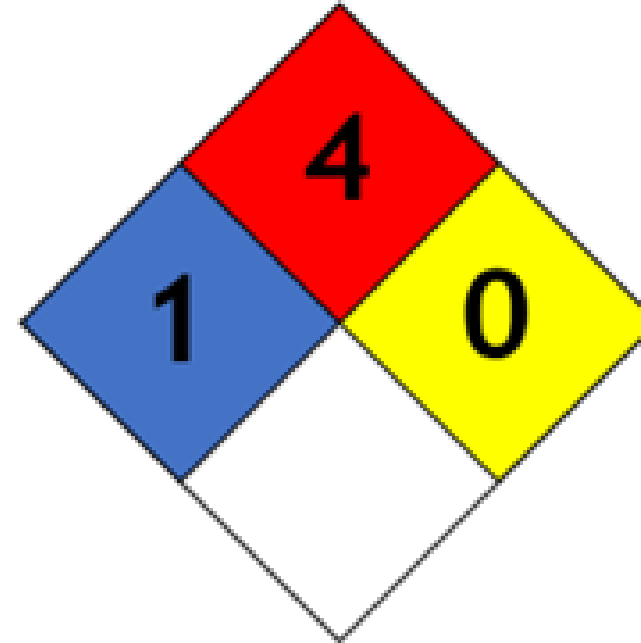


Ohutuse aspektid, NFPA klassifikatsioon

Vesinik



Metaan



Ohutuse aspektid

	Vesinik	Metaan
Difusioonikoefitsient (cm ² /s)	0,63	0,2
Süttimisvahemik õhus	4,1–74%	5,3–15%
Plahvatuse piirid	18,2–59%	5,7–14
Süütamiseks kuluv energia (μJ)	20	290

Ohutuse aspektid

	Vesinik	Metaan
Difusioonikoefitsient (cm ² /s)	0,63	0,2
Süttimisvahemik õhus	4,1–74%	5,3–15%
Plahvatuse piirid	18,2–59%	5,7–14
Süütamiseks kuluv energia (µJ)	20	290

- **Vesinik levib kiiremini õhus**
 - Vesinikule ei lisata lõhnaainet
- **Vesiniku süttimiseenergia on väike**
 - Kui vesinik paisub, siis see soojeneb
 - Vesiniku leek on silmale peaaegu nähtamatu

Vesinikhaprumine

Vesiniku aatom läbib metalle ja koguneb defektide lähedal.

Toimub kui

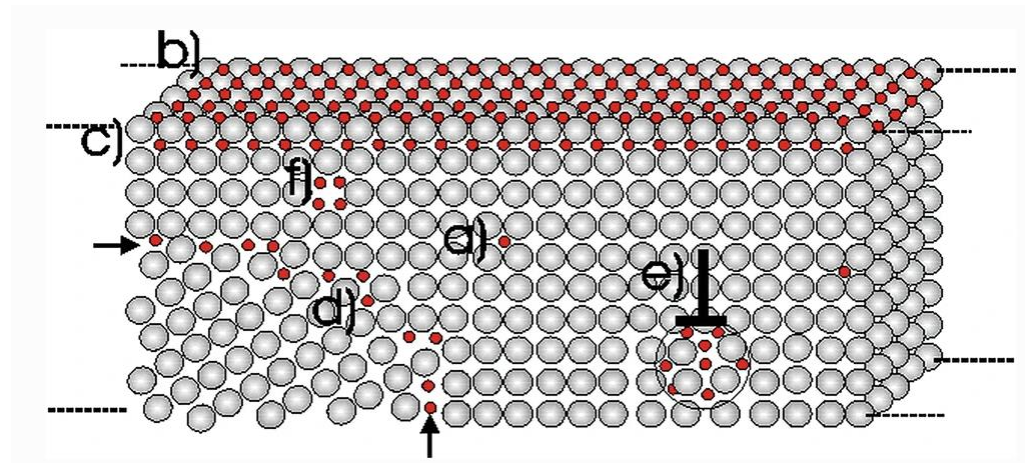
- metall/sulam on vastuvõtlik,
- temperatuur on alla $<150\text{ °C}$,
- H aatomid või ioonid puutuvad materjaliga kokku,
- materjal on mehhaanilise pinge all.

Probleemsed metallid/sulamid:

- Suure C-sisaldusega teras
- Suure tugevusega sulamid
- Titaan

Probleeme pole:

- Vähesese C-sisaldusega teras
- Alumiinium
- Messing
- polümeerid





San Francisco lahe silla ümberehitus 2013. aastal

Poldide ja ankurpoldivarraste rike H_2 -haprumise tõttu.

Hind!

Rohevesinik	Biometaan	Metaan
90–225 €/MWh	65–100 €/MWh	37–340 €/MWh

H₂ 90 €/MWh vastab 3 €/kg

GAASITARBIMISE PUHTALE ENERGIALE ÜLEMINEKU UURING EESTI GAASITARBIMISE PROGNOOS KUNI 2050. AASTANI (2021) Civitta, tellija Elering AS

Eesti vesiniku teekaart (2023) Keskkonnaministeerium ja Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium

<https://www.science-climat-energie.be/2021/07/16/the-present-and-future-green-hydrogen-production-cost/>

<https://tradingeconomics.com/commodity/eu-natural-gas>

<https://www.europeanbiogas.eu/a-way-out-of-the-eu-gas-price-crisis-with-biomethane/>

Hind!

Rohevesinik	Biometaan	Metaan
90–225 €/MWh	65–100 €/MWh	37–340 €/MWh

H₂ 90 €/MWh vastab 3 €/kg

Rohevesiniku lisamine teeks gaasiseгу kallimaks!

- 20%vol vesinikku torustikus suurendaks hinda tööstusele ligi 24% .

GAASITARBIMISE PUHTALE ENERGIALE ÜLEMINEKU UURING EESTI GAASITARBIMISE PROGNOOS KUNI 2050. AASTANI (2021) Civitta, tellija Elering AS

Eesti vesiniku teekaart (2023) Keskkonnaministeerium ja Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium

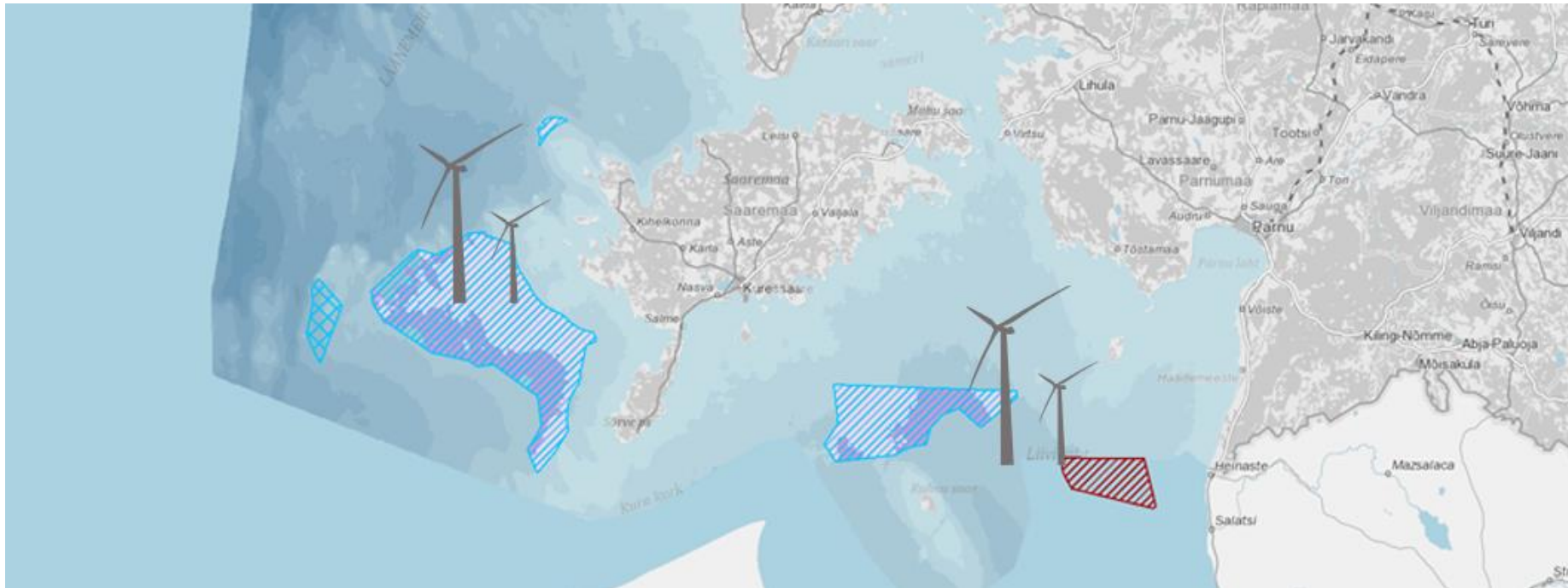
<https://www.science-climat-energie.be/2021/07/16/the-present-and-future-green-hydrogen-production-cost/>

<https://tradingeconomics.com/commodity/eu-natural-gas>

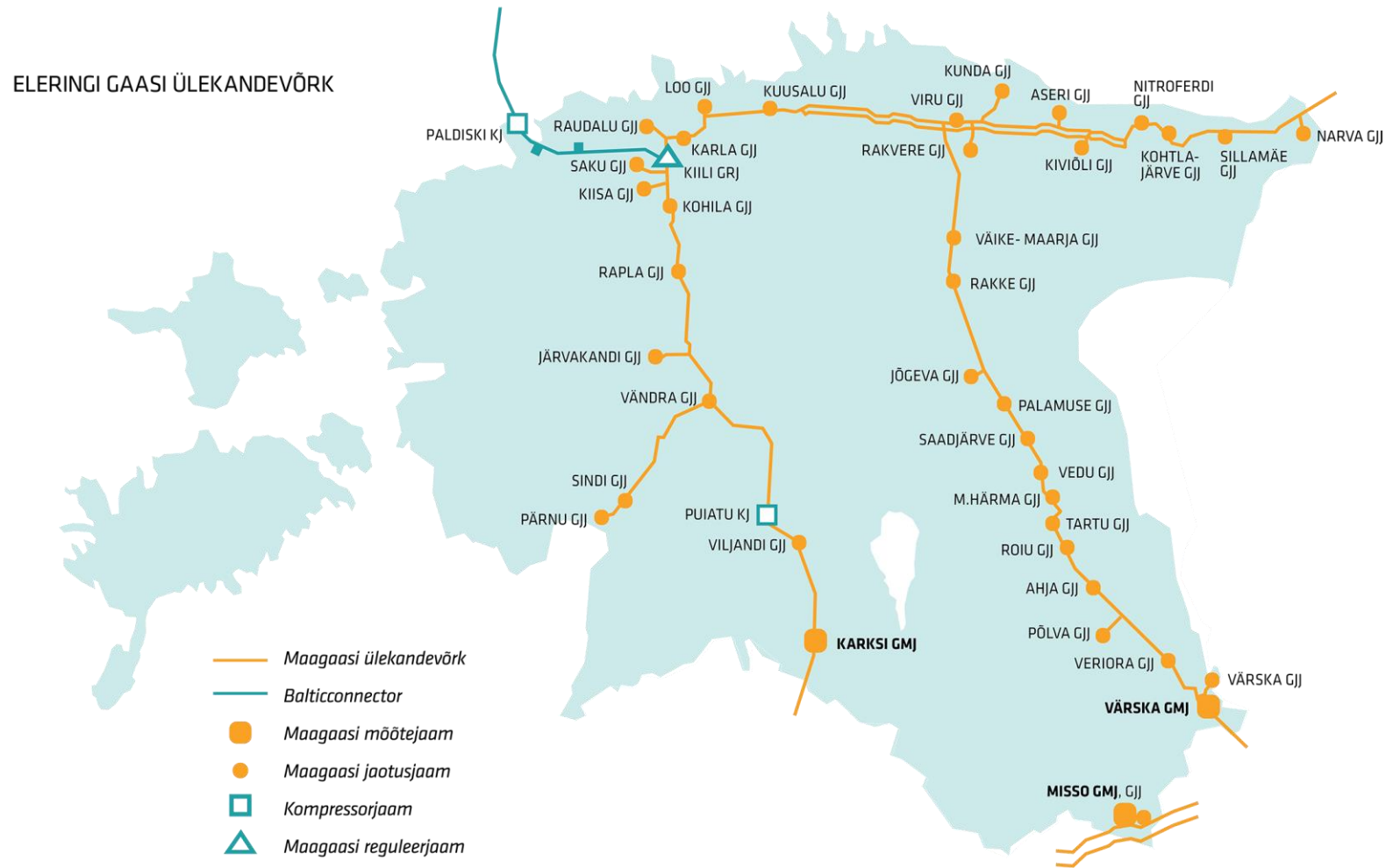
<https://www.europeanbiogas.eu/a-way-out-of-the-eu-gas-price-crisis-with-biomethane/>

Taastuvenergia potentsiaal Eestis

- Kõige suurem potentsiaal merel
- Kolm ~1 GW tuuleparki planeeritud Saaremaa lähedale 2028. aastaks
 - Utilitas,
 - Eesti Energia, Ørsted
 - Saare Wind Energy, Van Oord



Eesti maagaasi ülekandevõrk

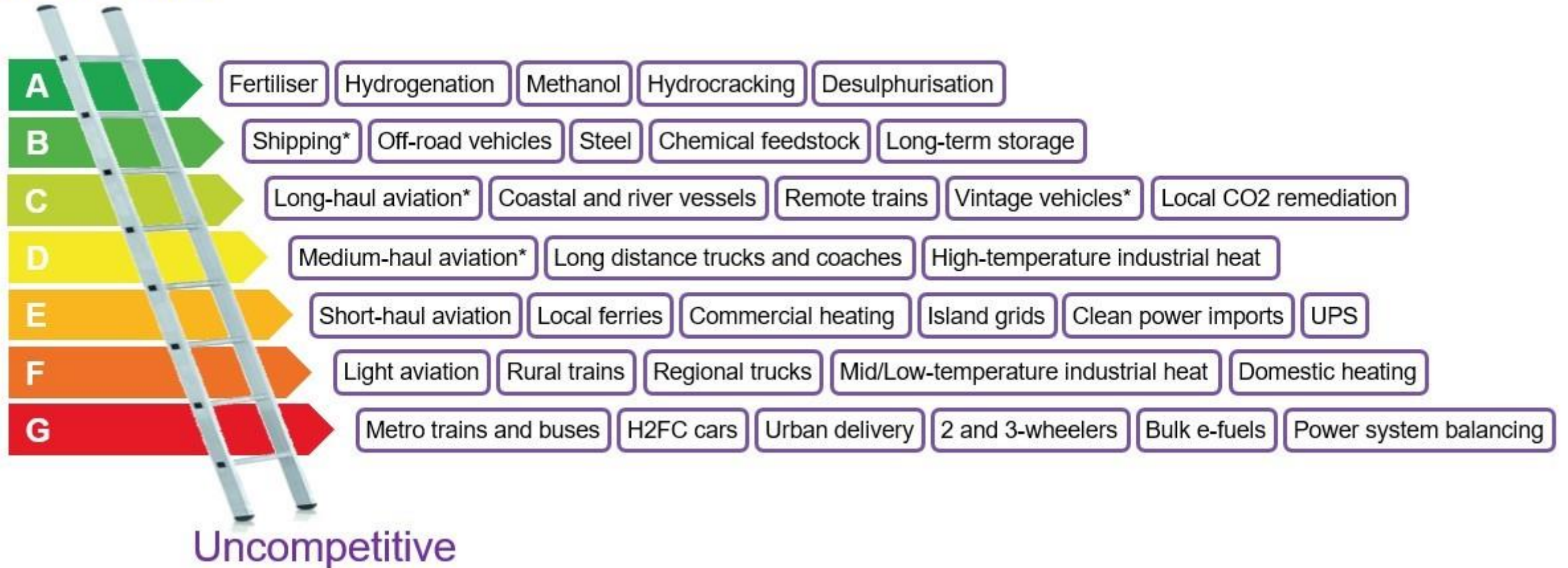


Põhjamaade-Balti vesinikukoridor



Rohevesiniku optimaalne kasutamine

Unavoidable



* Via ammonia or e-fuel rather than H2 gas or liquid

Source: Liebreich Associates (concept credit: Adrian Hiel/Energy Cities)

Kokkuvõte

- Tüüpiliselt väidetakse, et H₂ saab lisada kuni 20% torustikku
 - Eestis kuni 2%
 - kõige tundlikumad CNG transport ja gaasiturbiinid
 - 20% korral on segu kütteväärtus ligi 15% väiksem, kasvuhoonegaaside võit kuni 7%
 - Piirangu seavad vesiniku omadused
 - Difundeerub materjalidest läbi, põhjustab haprumist
- H₂ lisamine põhjustab torugaasi hinna kasvu.

H₂ peaks eelisjärgus kasutama seal, kus kasvuhoonegaaside vähenemine on kõige suurem

- väetised, teras, laevandus jne

Kasutatud kirjandus

- *Global Hydrogen Trade to Meet the 1.5C Climate Goal: Part II — Technology Review of Hydrogen Carriers (2022)* IRENA
- *The Limitations of Hydrogen Blending in the European Gas Grid (2020)* J. Bard, N. Gerhardt, P. Selzam, M. Beil, Dr. M. Wiemer, M. Buddensiek; Fraunhofer Institute
- *Vesiniku ja sünteetilise gaasi kasutamise potentsiaal ja ühenditest tulenev mõju ülekandetorustikele ja lõpptarbivate seadmetele (dets 2020)* H. Agabus, J. Suvalova, H. Koduvere, A. Siirde, E. Latõsov
- Gaasitarbimise puhtale energiale ülemineku uuring Eesti gaasitarbimise prognoos kuni 2050. aastani (2021) Civitta, tellija Elering AS
- Eesti vesiniku teekaart (2023) Keskkonnaministeerium ja Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium
-

Power-to-Fuel võimalused

- Toota CO₂-st veel metaani



- CO₂ + H₂ -> CH₄ Sabatier reaktsioon

- „this process employs catalysts such as nickel and ruthenium, which require high-temperature operation (300–500 °C) and above-atmospheric pressures (up to 25 bar)“

- CO₂ + H₂ -> CH₄ saab ka kui lisada H₂ biogaasi kääriti vedelikku (*in situ*), biogeenne muundamine.

- „biological methanation can take place at mesophilic mesophilic (~37 °C) or thermophilic (~50–65°C) temperatures and at atmospheric pressure“

- Toota CO₂-st metanooli

- Kõrge TRL tase

