

# Termodagen 2022 - Samspel i energisystemet -

Torsdag 20 oktober 2022 - Stockholm



Mer info på: <https://termoinnovation.se/>

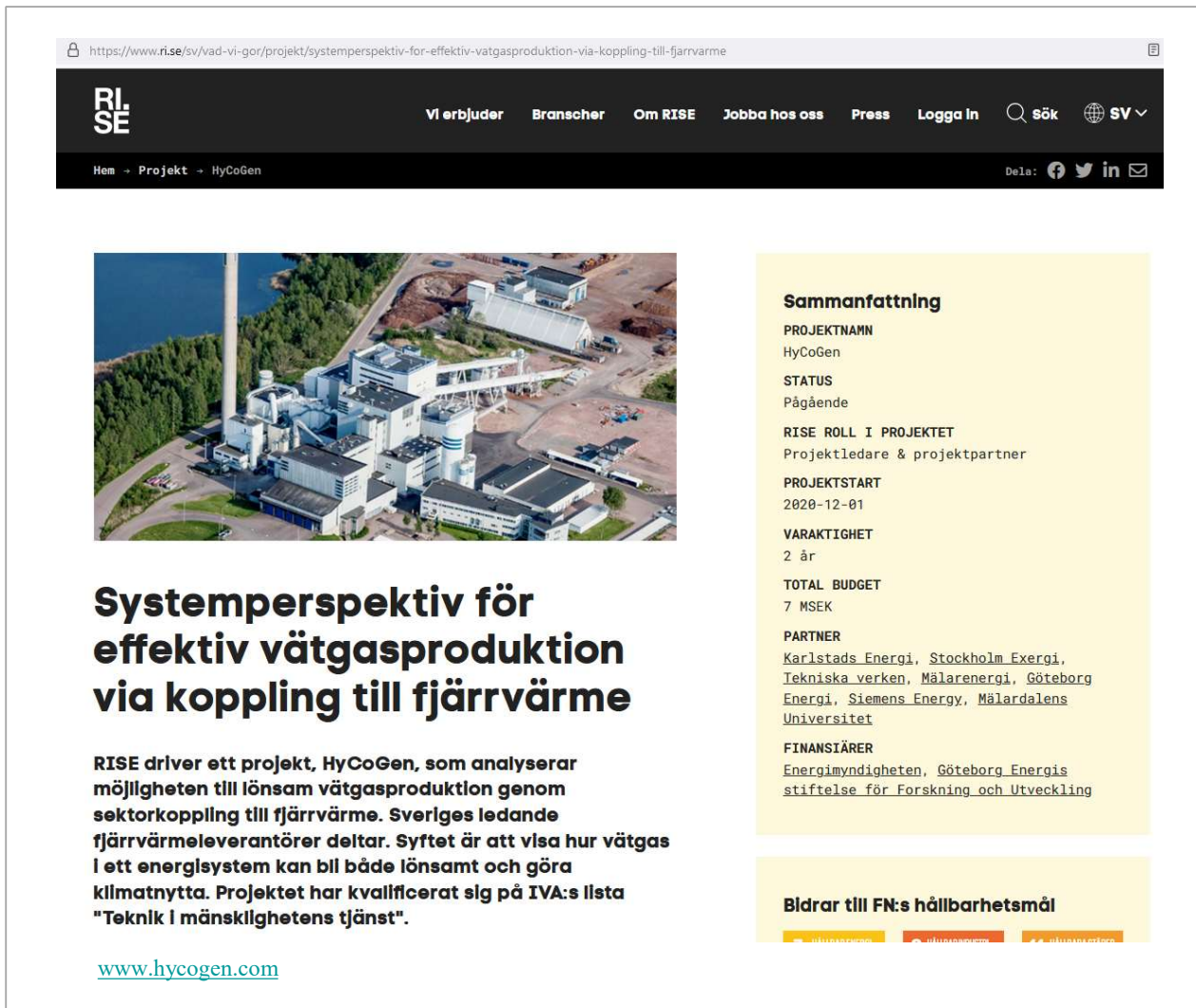
**TERMO**  
FRAMTIDENS VÄRME OCH KYLA

 **Energimyndigheten**

# HyCoGen

RISE driver ett projekt, HyCoGen, som analyserar möjligheten till lönsam vätgasproduktion genom sektorkoppling till fjärrvärme.

Syftet är att visa hur vätgas i ett energisystem kan bli både lönsamt och göra klimatnytta.




https://www.rise/sv/vad-vi-gor/projekt/systemperspektiv-for-effektiv-vatgasproduktion-via-koppling-till-fjarrvarme

RISE

Vi erbjuder Branscher Om RISE Jobba hos oss Press Logga in Sök SV

Hem → Projekt → HyCoGen

Del: f t in



## Systemperspektiv för effektiv vätgasproduktion via koppling till fjärrvärme

RISE driver ett projekt, HyCoGen, som analyserar möjligheten till lönsam vätgasproduktion genom sektorkoppling till fjärrvärme. Sveriges ledande fjärrvärmelieferantörer deltar. Syftet är att visa hur vätgas i ett energisystem kan bli både lönsamt och göra klimatnytta. Projektet har kvalificerat sig på IVA:s lista "Teknik i människlighetens tjänst".

[www.hycogen.com](http://www.hycogen.com)

### Sammanfattning

**PROJEKTNAMN**  
HyCoGen

**STATUS**  
Pågående

**RISE ROLL I PROJEKTET**  
Projektledare & projektpartner

**PROJEKTSTART**  
2020-12-01

**VARAKTIGHET**  
2 år

**TOTAL BUDGET**  
7 MSEK

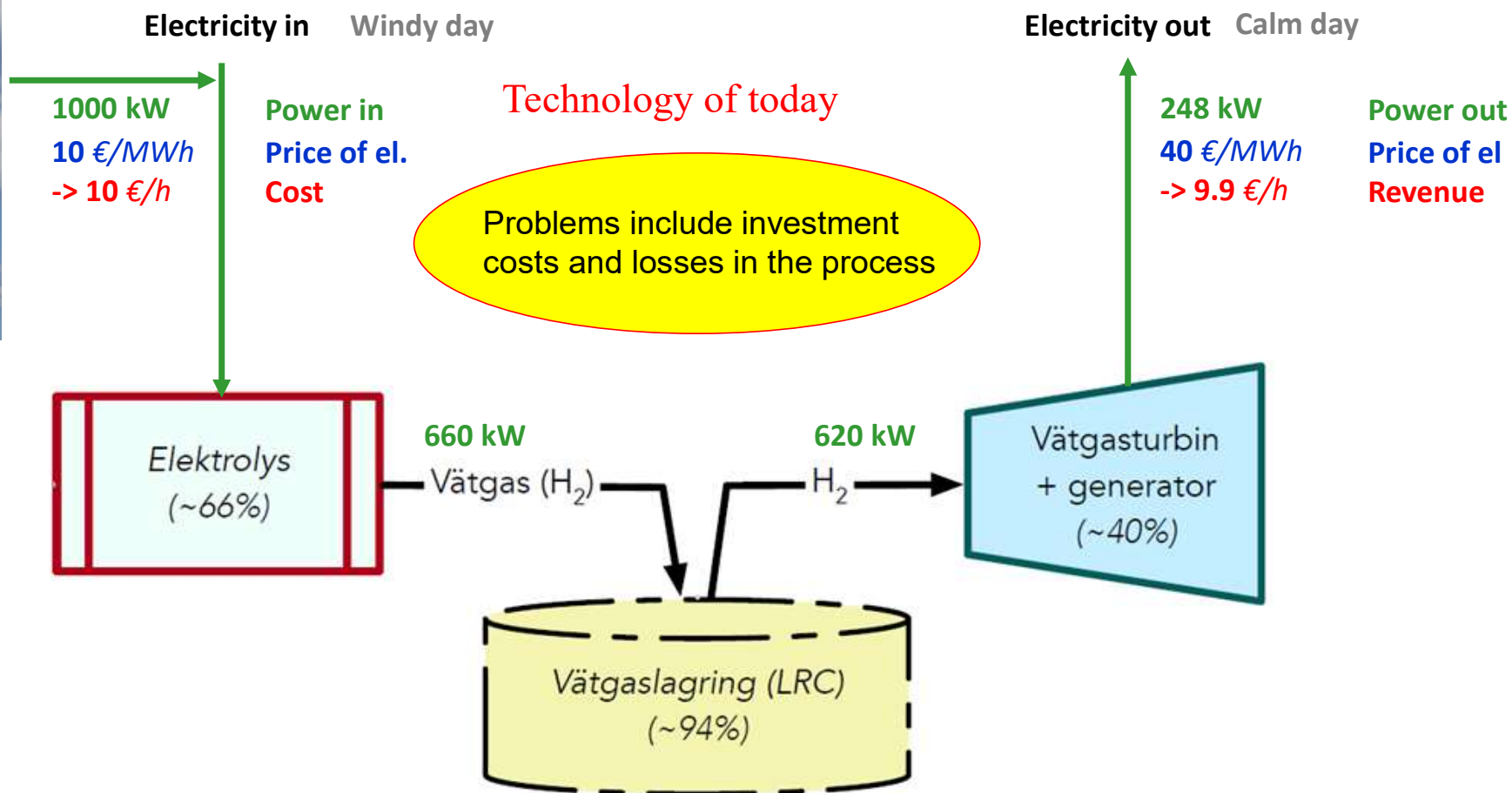
**PARTNER**  
[Karlstads Energi](#), [Stockholm Exergi](#), [Tekniska verken](#), [Mälarenergi](#), [Göteborg Energi](#), [Siemens Energy](#), [Mälardalens Universitet](#)

**FINANSIÄRER**  
[Energimyndigheten](#), [Göteborgs Energis stiftelse för forskning och utveckling](#)

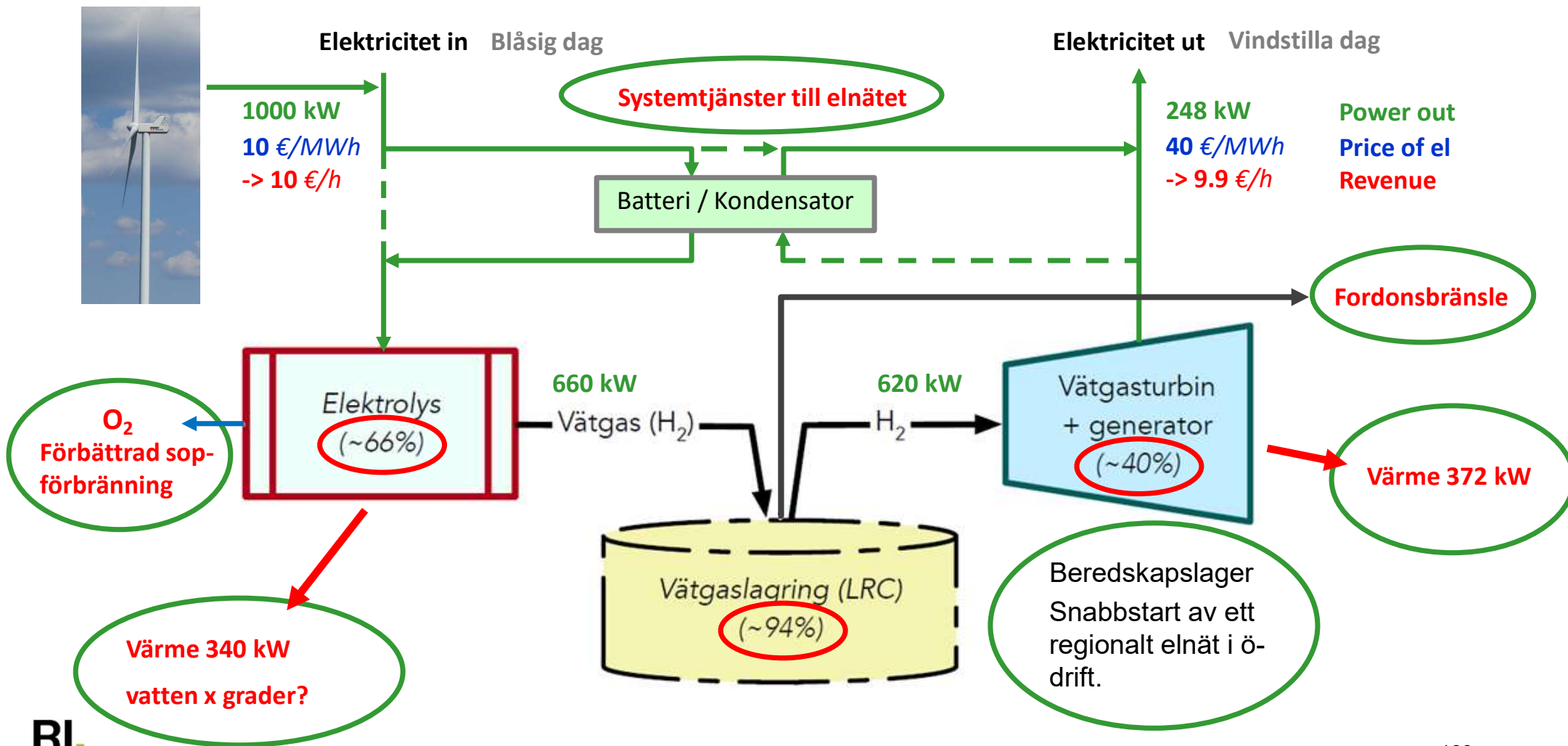
### Bidrar till FN:s hållbarhetsmål

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

# Kort om problemet



# Så kan vätgas i energisystemet bli lönsamt? HyCoGen



# HyCoGen Budget and projektpartners

The project budget is 7 MSEK



The main financing contributions come from Energimyndigheten and Göteborg Energis forskningsstiftelse.



# IVA: HyCoGen utsedd till "Teknik i mänsklighetens tjänst"

https://www.iva.se/projekt/research2business/ivas-100-lista-2022/

IVA  
Kungl. Ingenjörsvetenskaps  
Akademien

EVENT PUBLICERAT PROJEKT IVA-FRÅGOR OM IVA

PROJEKT RESEARCH2BUSINESS IVAS 100-LISTA 2022

## IVAs 100-lista 2022: Teknik i mänsklighetens tjänst

Aktuella forskningsprojekt med potential att skapa nytta, genom kommersialisering, affärs- och metodutveckling eller samhällspåverkan. IVAs 100-lista 2022 lyfter fram en mångfald av forskningsprojekt från svenska lärosäten, på temat teknik i mänsklighetens tjänst. Genom att bygga broar mellan forskningsvärlden och näringslivet ger vi forskning med potential att förändra världen större möjlighet att omsättas till faktisk nytta.

<https://www.iva.se/projekt/research2business/ivas-100-lista-2022/>

https://www.iva.se/projekt/research2business/ivas-100-lista-2022/

Kategori: Infrastruktur

## HyCoGen

- systemperspektiv för effektiv produktion och användning av vätgas via koppling till fjärrvärme.

Elektricitet in Blåsigt dag: 1000 kW, 10 €/MWh → 10 €

Elektricitet ut Vindstilla dag: 248 kW, 40 €/MWh → 9.92 €

Systemtjänster till elnätet

Batteri / Kondensator

Fordonsbränsle

O<sub>2</sub> Förbättrad avfallsförbränning

Värme 340 kW vatten 80(?) grader

Elektrolys (~66%)

Vätgas (H<sub>2</sub>)

Vätgaslagring (LRC) (~94%)

Vätgasturbin + generator (~40%)

Värme 372 kW vattenånga mm

Vätgas ses som en möjliggörare för att lagra volatil elproduktion, samtidigt som vätgas kan ersätta fossila bränslen i vissa processer. Tidigare rapporter har dock kommit fram till att produktion och lagring av vätgas för senare elproduktion inte är lönsamt utifrån dagens förutsättningar. Orsaken är i huvudsak dess kostnader och förluster i energiomvandlingarna. Detta projekt visar på möjligheter att tillvarata förlusterna som skapas i processen och hur dessa kan skapa ekonomiska nytta.

Läs mer om forskningsprojektet

Närlandens universitet, RISE Research Institutes of Sweden

ANDERS WICKSTRÖM, JENNY LINDBORG, ANNIKA CARLSON, ANDERS LUNDBLAD, AXEL NORDIN FÜRDÖS, MATS GOLDBERG, BENGT STRIDH, PIETRO CAMPANA

<https://www.iva.se/projekt/research2business/ivas-100-lista-2022/>

# Ukraina-kriget

EU agerar.

Ökat fokus och mer ekonomiska incitament för att bli oberoende av ryska fossila bränslen.

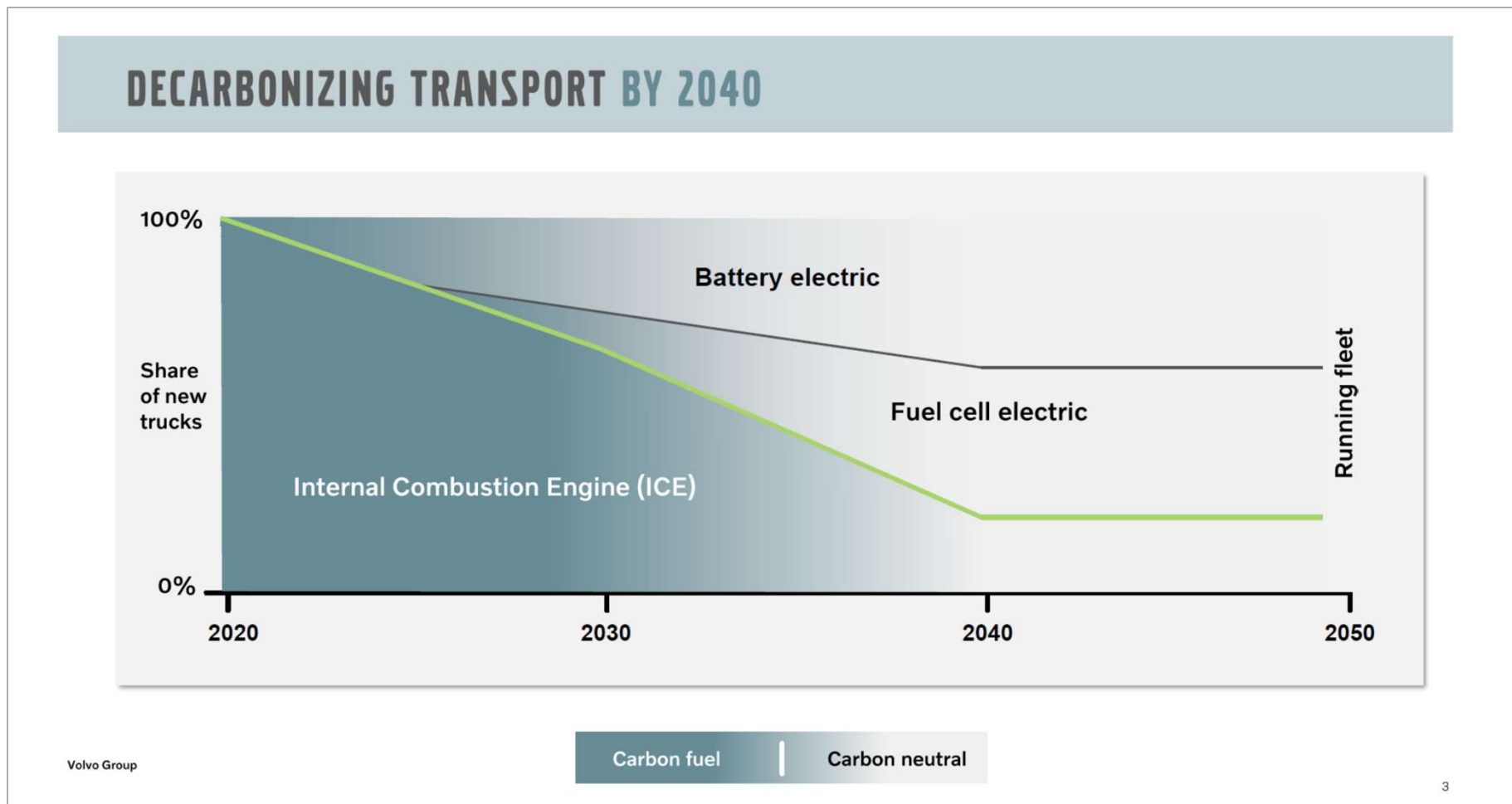


The screenshot shows a news article from Dagens Nyheter. The URL is https://www.dn.se/varlden/. The article is titled "Kriget i Ukraina" and features a photograph of a city under attack with smoke rising from buildings. The main headline reads: "Handlar om att jämna staden med marken". Below the headline, a sub-headline states: "Ryssland rycker fram i Sievierodonetsk • Samtidigt tar Ukraina mark i söder."



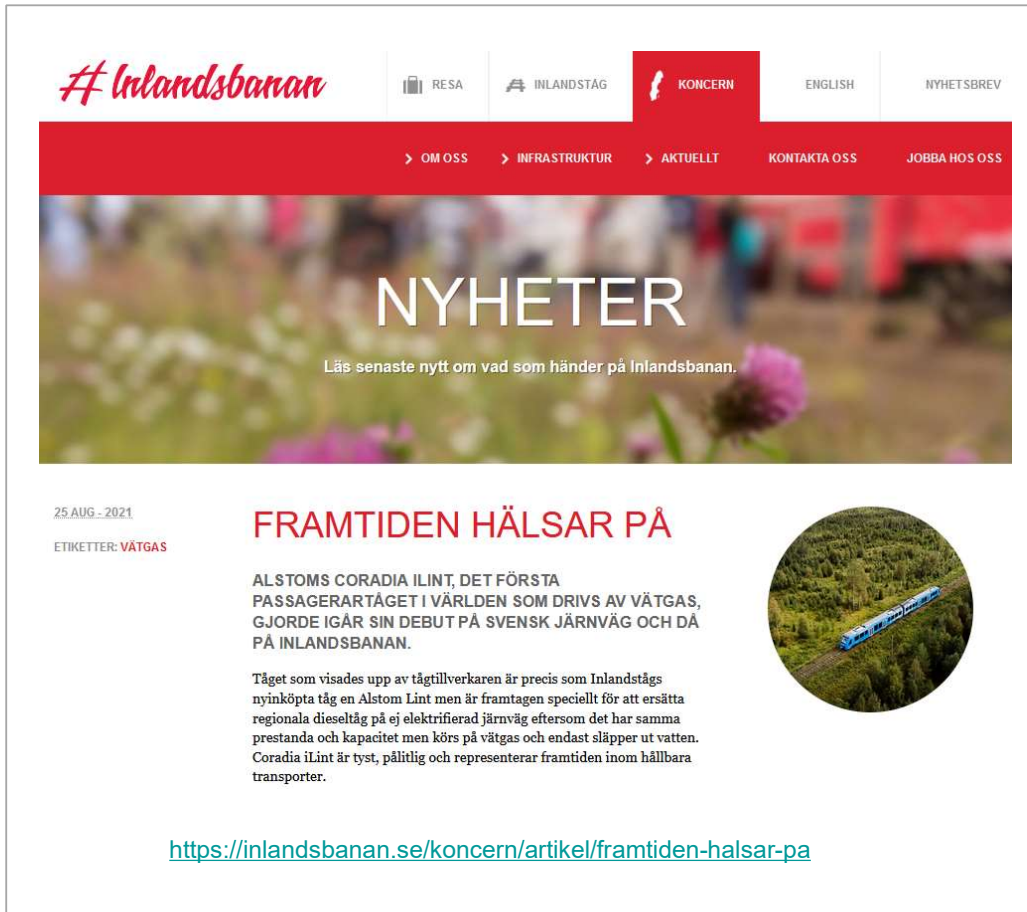
The screenshot shows the European Commission press release page for REPowerEU. The URL is https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\_22\_3131. The page title is "REPowerEU: A plan to rapidly reduce dependence on Russian fossil fuels and fast forward the green transition\*". The text of the press release states: "The European Commission has today presented the REPowerEU Plan, its response to the hardships and global energy market disruption caused by Russia's invasion of Ukraine. There is a double urgency to transform Europe's energy system: ending the EU's dependence on Russian fossil fuels, which are used as an economic and political weapon and cost European taxpayers nearly €100 billion per year, and tackling the climate crisis. By acting as a Union, Europe can phase out its dependency on Russian fossil fuels faster. 85% of Europeans believe that the EU should reduce its dependency on Russian gas and oil as soon as possible to support Ukraine. The measures in the REPowerEU Plan can respond to this ambition, through energy savings, diversification of energy supplies, and accelerated roll-out of renewable energy to replace fossil fuels in homes, industry and power generation. The green transformation will strengthen economic growth, security, and climate action for Europe and our partners. The Recovery and

## AB Volvos syn på framtidens tunga fordon





# Vätgas kan vara framtiden för dieseltåg



#Inlandsbanan

RESA INLANDSTÅG KONCERN ENGLISH NYHETSREBREV

OM OSS INFRASTRUKTUR AKTUELLT KONTAKTA OSS JOBBA HOS OSS

## NYHETER


Läs senaste nytt om vad som händer på Inlandsbanan.

25 AUG. - 2021  
ETIKETTER: VÄTGAS

### FRAMTIDEN HÄLSAR PÅ

ALSTOMS CORADIA ILINT, DET FÖRSTA PASSAGERARTÅGET I VÄRLDEN SOM DRIVS AV VÄTGAS, GJORDE IGÅR SIN DEBUT PÅ SVENSK JÄRNVÄG OCH DÅ PÅ INLANDSBANAN.

Tåget som visades upp av tågtilverkaren är precis som Inlandstågs nyinköpta tåg en Alstom Lint men är framtagen speciellt för att ersätta regionala dieseltåg på ej elektrifierad järnväg eftersom det har samma prestanda och kapacitet men körs på vätgas och endast släpper ut vatten. Coradia iLint är tyst, pålitlig och representerar framtiden inom hållbara transporter.



<https://inlandsbanan.se/koncern/artikel/framtiden-halsar-pa>



Dagens industri START BÖRS MARKNADSNYTT BEVAKNINGAR LEDARE DI TV

MOBILITET

## Vätgasen ska rädda Inlandsbanan

Tidigare nedläggningshotad och med stora upprustningsbehov, men nu har Inlandsbanan en ny räddningsplan - vätgaståg.

Uppdaterad: 11 september 2021, 20:15 Publicerad: 10 september 2021, 11:27

<https://www.di.se/hallbart-naringsliv/vatgasen-ska-radda-inlandsbanan/>


## Till Gotland med vätgasdrivet fartyg

https://gotlandhorizon.se

Stipendiefonden Språk / Language

Välkommen Om gotlandsbolaget Våra fartyg **Gotland Horizon** Press & Media Kontakta oss

**Resan till noll börjar nu.** Med Gotland Horizon tar vi sikte på framtiden och utvecklar ett fartyg med nollutsläpp. Framtidens resa till Gotland genererar bara vatten. Gotland Horizon är Sveriges första projekt för att skapa ett storskaligt vätgasdrivet fartyg för både resenärer och frakt. Projektet utgör en viktig del i arbetet för att nå målet om en klimatneutral Gotlandstrafik – Destination Zero – med bibehållen service och kapacitet. Målsättningen är att beställa fartyget under 2025 för att tas i drift 2030.



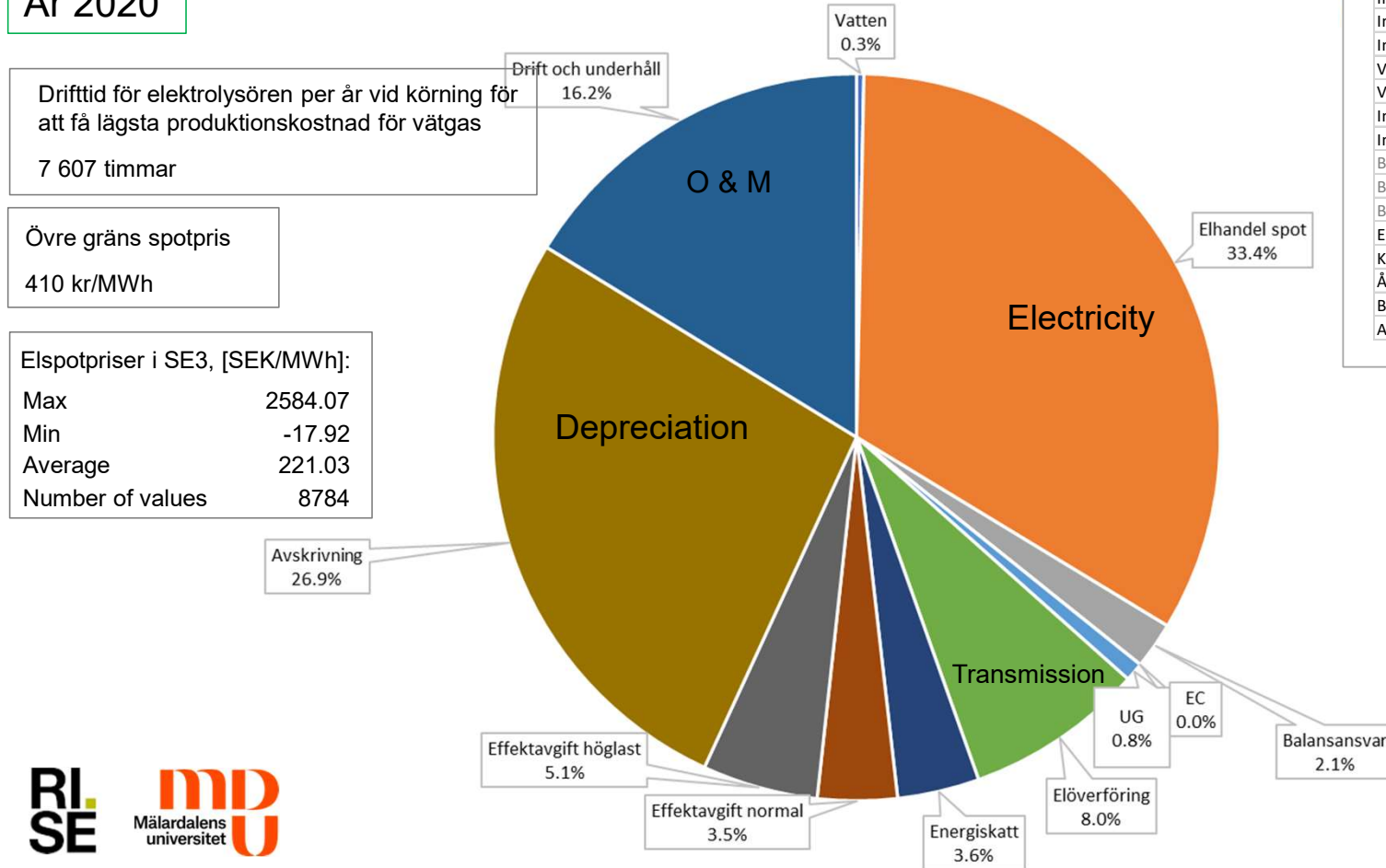
<https://gotlandhorizon.se/>

# Produktionskostnad för vätgas

Produktionskostnad för vätgas, inklusive elektrolys, komprimering och lagring

År 2020

Kostnadsfördelning elektrolys elspot



Drifttid för elektrolysören per år vid körning för att få lägsta produktionskostnad för vätgas  
7 607 timmar

Övre gräns spotpris  
410 kr/MWh

Elspotpriser i SE3, [SEK/MWh]:  
Max 2584.07  
Min -17.92  
Average 221.03  
Number of values 8784

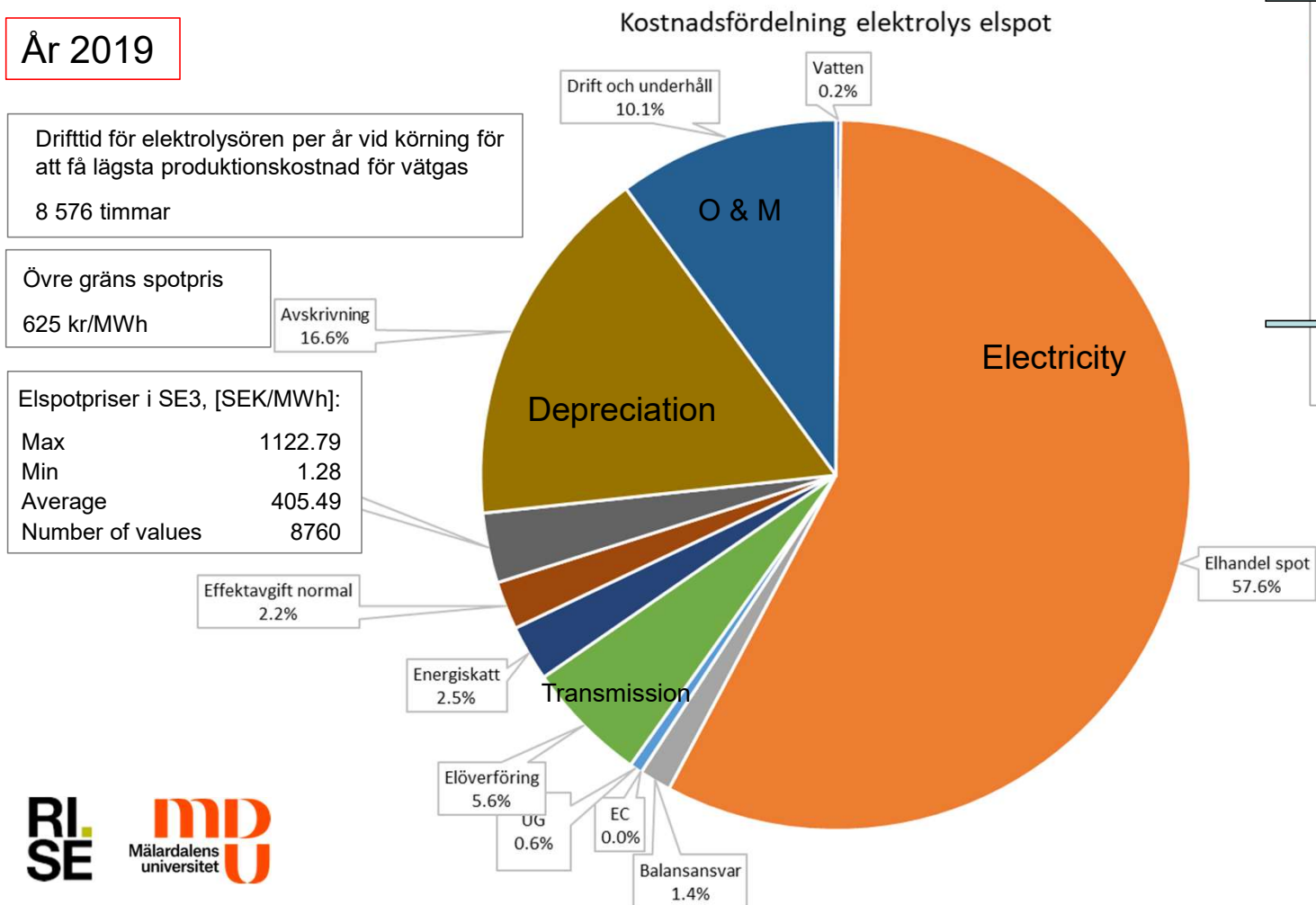
Parameter	Värde	Enhet
Elektrolysör metod		PEM
Elektrolysör effekt	20	MW
Elektrolys övre gräns spotpris	410	kr/MWh
Elektrolys under höglasttid	Ja	
Inkludera kompression	Ja	
Inkludera vätgaslagring	Ja	
Inkludera vätgasvärde	Ja	
Värde vätgas	30	kr/kg
Värde syrgas	0.6	kr/kg
Inkludera värmevärde elektrolys	Ja	
Inkludera syrgasvärde	Nej	
Bränslecell effekt	1	MW
Bränslecell driftmod	100%	
Bränslecell nedre gräns spotpris	410	kr/MWh
Energiskatt		Fjärrvärmebolag
Kvotplikt elcertifikat elektrolys	Nej	
År spotpris el	2020	
Budstorlek FCR-D upp	10	MW
Accepterad budnivå FCR-D upp	140	kr/MWh

Generellt	Specifikt	Kostnader för elektrolys		Fjärrvärmebolag	
		kkr	%	kkr	%
Råvara	Vatten	247	0.3		
Elhandel	Elhandel spot	25 417	33.4		
	Balansansvar	1 577	2.1		
	EC	4	0.0		
	UG	631	0.8		
Elnät	Elöverföring	6 070	8.0		
	Energiskatt	2 774	3.6		
	Effektavgift normal	2 698	3.5		
	Effektavgift höglast	3 915	5.1		
Kapital	Avskrivning	20 478	26.9		
Övrigt	Drift och underhåll	12 379	16.2		
<b>Summa</b>		<b>76 188</b>	<b>100.0</b>		

# Produktionskostnad för vätgas

Produktionskostnad för vätgas, inklusive elektrolys, komprimering och lagring

År 2019



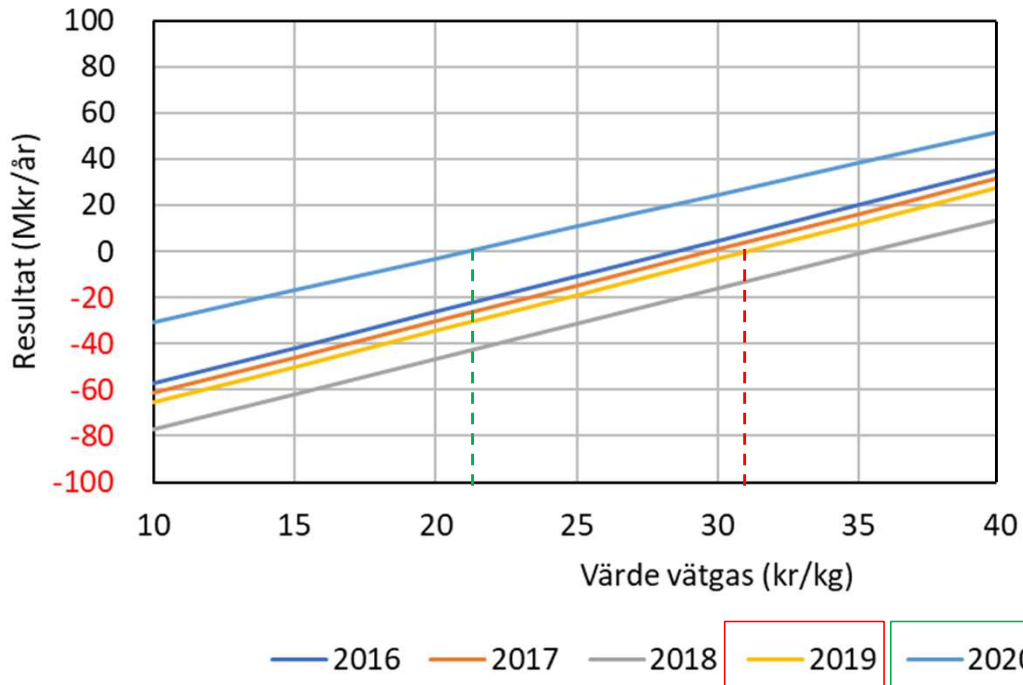
## Några preliminära resultat från projektet

Indata		
Parameter	Värde	Enhet
Elektrolysör metod		PEM
Elektrolysör effekt		20 MW
Elektrolys övre gräns spotpris		625 kr/MWh
Elektrolys under höglasttid		Ja
Inkludera kompression		Ja
Inkludera vätgaslagring		Ja
Inkludera vätgasvärde		Ja
Värde vätgas		30 kr/kg
Värde syrgas		0.6 kr/kg
Inkludera värmevärde elektrolys		Ja
Inkludera syrgasvärde		Nej
Bränslecell effekt		1 MW
Bränslecell driftmod		100%
Bränslecell nedre gräns spotpris		410 kr/MWh
Energiskatt		Fjärrvärmebolag
Kvotplikt elcertifikat elektrolys		Nej
År spotpris el		2019
Budstorlek FCR-D upp		10 MW
Accepterad budnivå FCR-D upp		140 kr/MWh

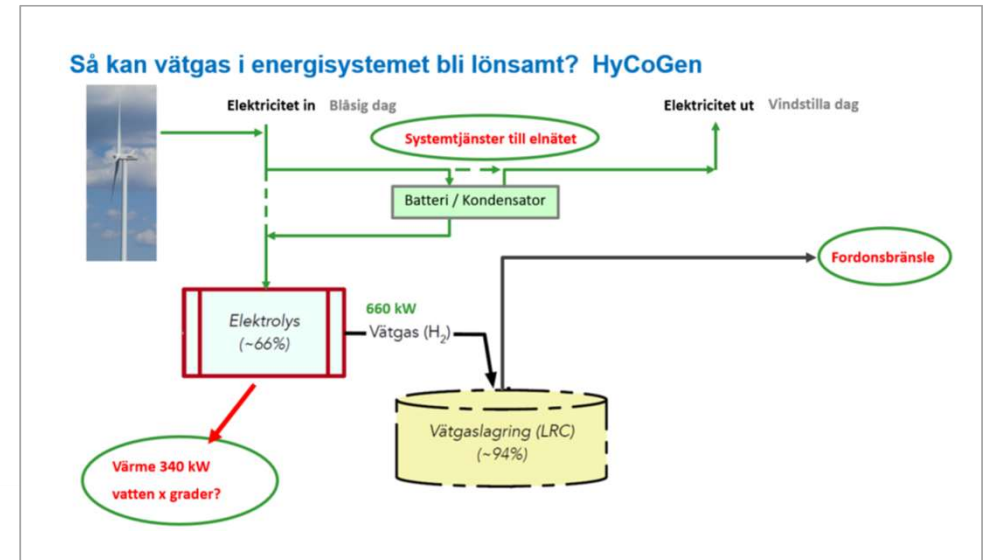
Resultat			
Kostnader för elektrolys		Fjärrvärmebolag	
Generellt	Specifikt	kkr	%
Råvara	Vatten	278	0.2
Elhandel	Elhandel spot	70 817	57.6
	Balansansvar	1 777	1.4
	EC	4	0.0
	UG	711	0.6
Elnät	Elöverföring	6 843	5.6
	Energiskatt	3 127	2.5
	Effektavgift normal	2 698	2.2
	Effektavgift höglast	3 915	3.2
Kapital	Avskrivning	20 478	16.6
Övrigt	Drift och underhåll	12 379	10.1
<b>Summa</b>		<b>123 028</b>	<b>100.0</b>

# Intäkter från värdet på vätgasen inklusive värme och stödtjänster

Ekonomi PEM-elektrolys inklusive värmevärde och stödtjänst



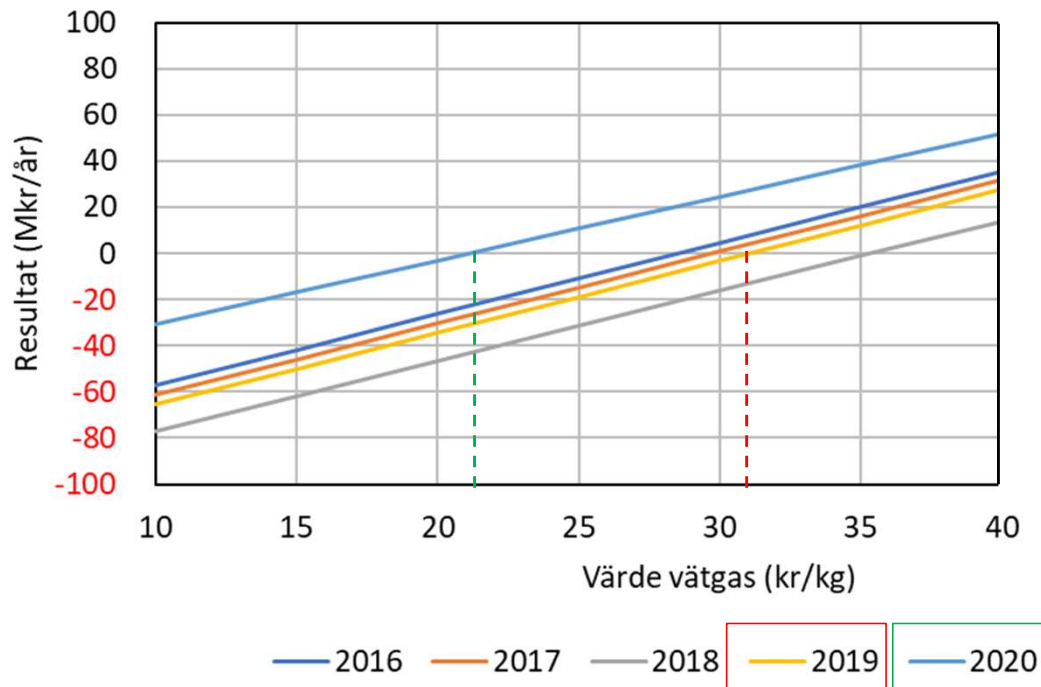
HyCoGen:  
Baserat på elpriser 2016 – 2020 blir kostnaden till 22 – 35 kr/kg



För varje 1 kg vätgas bildas samtidigt 8 kg syrgas.  
Värdet för denna syrgas = 0  
(utredningar med syrgasberikad förbränning pågår)

# Intäkter från värdet på vätgasen inklusive värme och stödtjänster

Ekonomi PEM-elektrolys inklusive värmevärde och stödtjänst



HyCoGen:  
Baserat på elpriser 2016 – 2020 blir kostnaden till 22 – 35 kr/kg

Som jämförelse:  
Vätgas Sverige anger kostnaden till ungefär 40 – 60 kr/kg

# Jämförelse energi och kostnad mellan dieselfordon och vätgasfordon



Dieselfordon		
Energiinnehållet i 1 liter diesel motsvarar	10	kWh
Effektivitet från diesel till framdrift	40	%
1 liter diesel motsvarar (för framdrift)	4	kWh
1 kWh framdrift kräver diesel	0.25	l
1 liter diesel kostar	25	kr/l
1 kWh framdrift med diesel kostar	6	kr

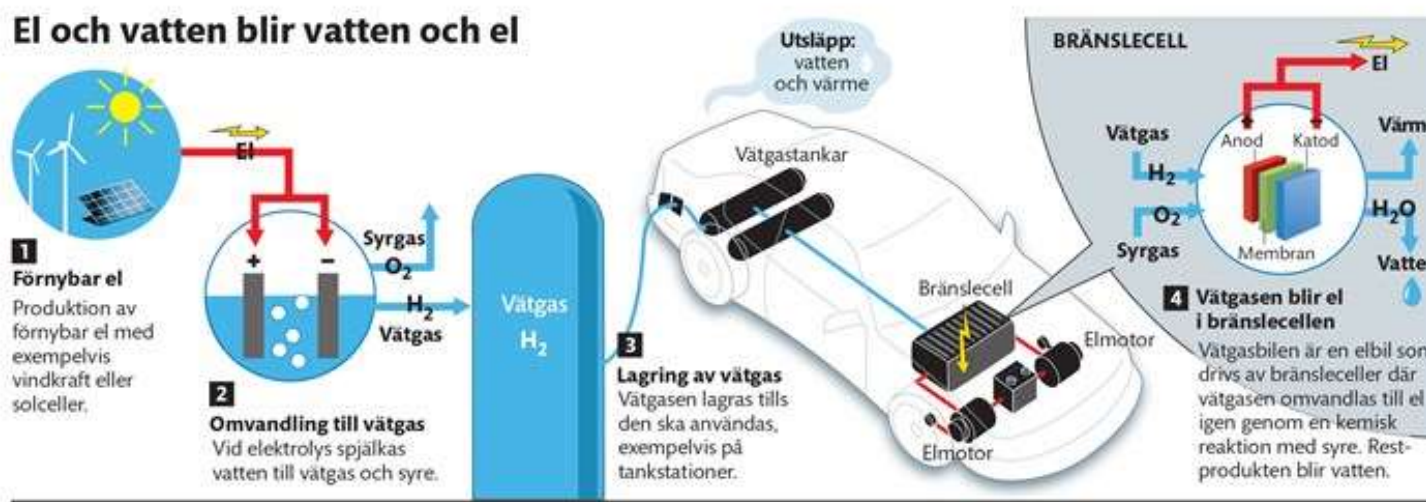
Vätgasfordon		
Energiinnehållet i 1 kg vätgas motsvarar	33	kWh
Elmotorns effektivitet	95	%
Bränslecellens effektivitet	45	%
Effektivitet från vätgas till framdrift	43	%
1 kg vätgas motsvarar (för framdrift)	14	kWh
1 kWh framdrift kräver vätgasmängden	0.07	kg
1 kg vätgas kostar	90	kr/kg
1 kWh framdrift med vätgas kostar	6	kr

Dock kostar en vätgasbil idag betydligt mer än en diesebil.

HyCoGen: Baserat på elpriser 2016 – 2020 blir produktionskostnaden 22 – 35 kr/kg

HyCoGen Systemperspektiv för effektiv produktion och användning av vätgas via koppling till fjärrvärme resenstation på Termodagen 2022-10-20 Anders Wickström

# För den vetgirige, så fungerar ett vätgasfordon



Dieselfordon		
Energiinnehållet i 1 liter diesel motsvarar	10	kWh
Effektivitet från diesel till framdrift	40	%
1 liter diesel motsvarar (för framdrift)	4	kWh
1 kWh framdrift kräver diesel	0.25	l
1 liter diesel kostar	25	kr/l
1 kWh framdrift med diesel kostar	6	kr

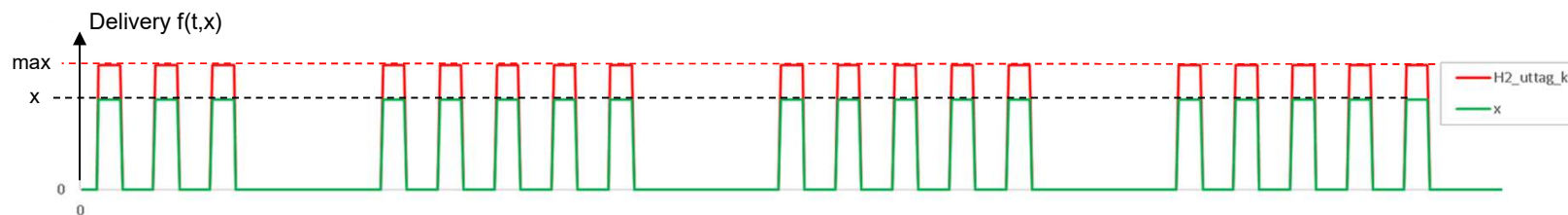
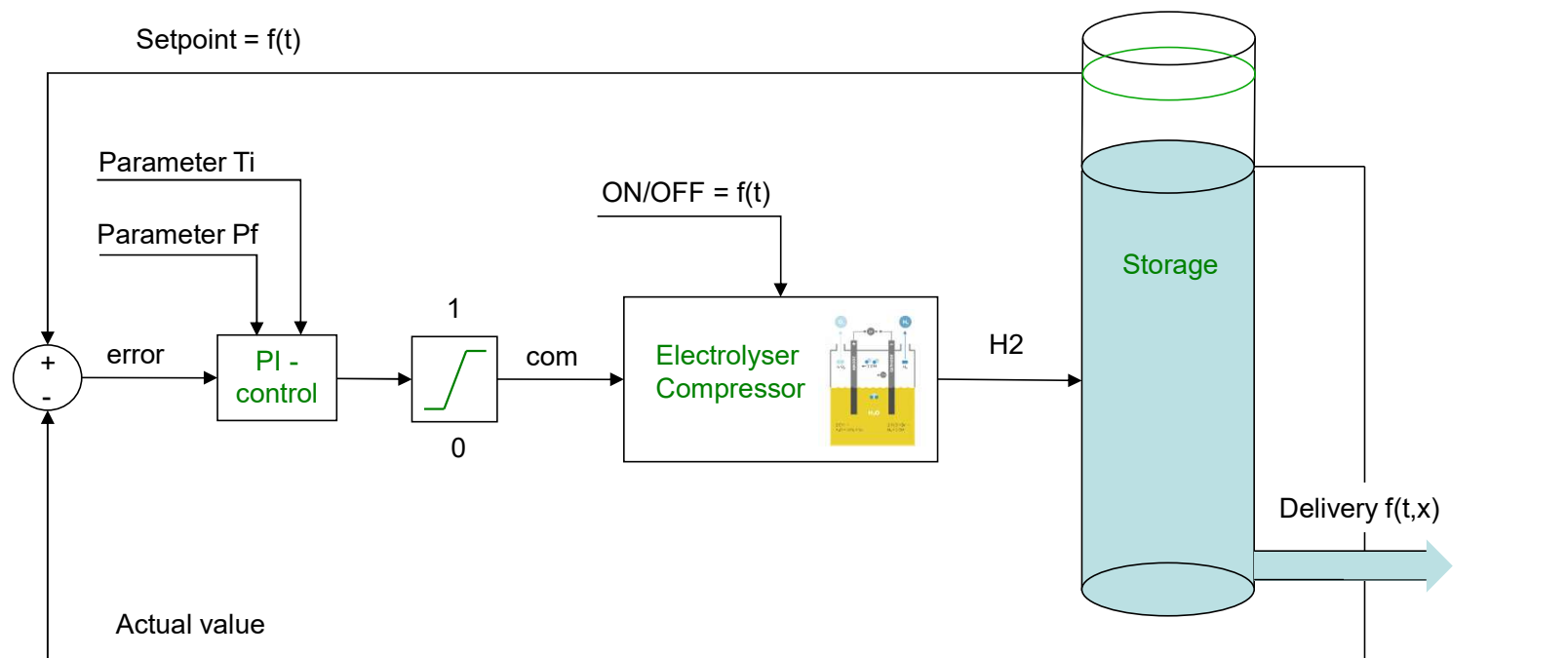
Vätgasfordon		
Energiinnehållet i 1 kg vätgas motsvarar	33	kWh
Elmotorns effektivitet	95	%
Bränslecellens effektivitet	45	%
Effektivitet från vätgas till framdrift	43	%
1 kg vätgas motsvarar (för framdrift)	14	kWh
1 kWh framdrift kräver vätgasmängden	0.07	kg
1 kg vätgas kostar	90	kr/kg
1 kWh framdrift med vätgas kostar	6	kr

Dock kostar en vätgasbil idag betydligt mer än en diesobil.

HyCoGen: Baserat på elpriser 2016 – 2020 blir produktionskostnaden 22 – 35 kr/kg



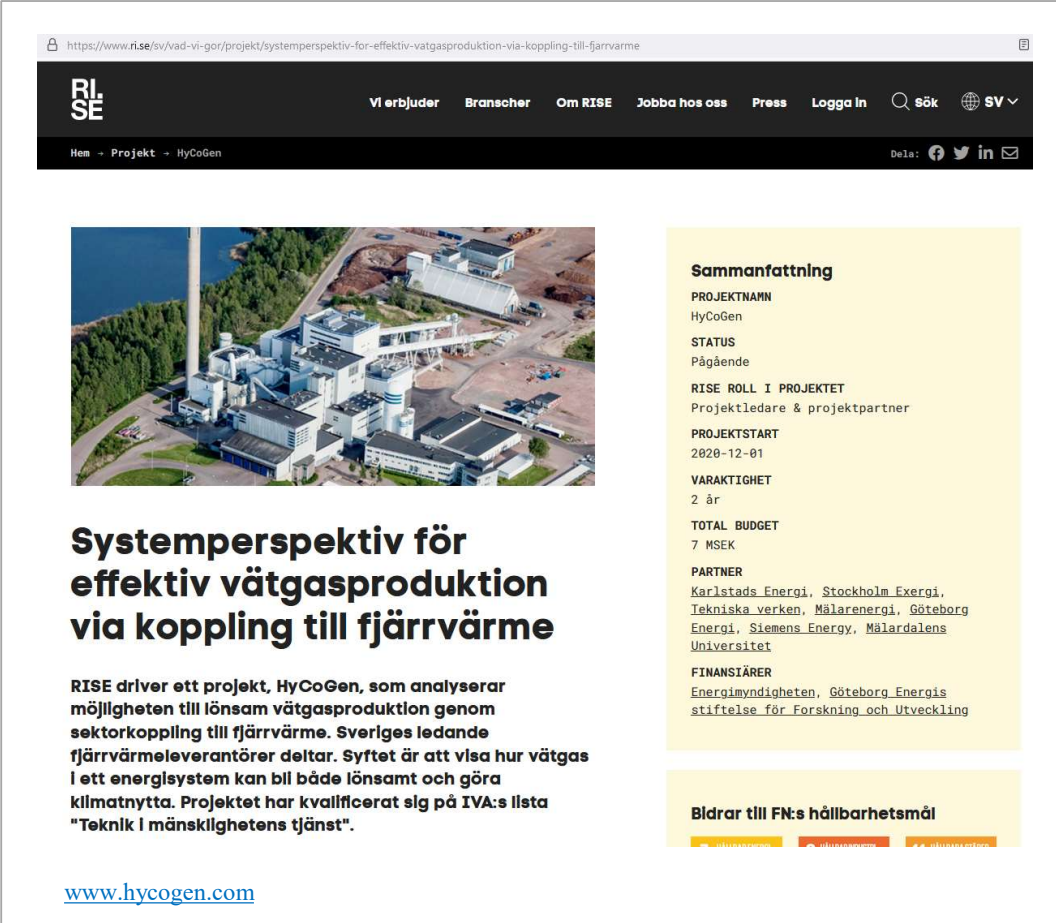
# HyCoSim, Fortran-program för reglering och optimering av lagerstorlek



# HyCoGen, publika resultat

Ett urval av publika resultat på [www.hycogen.com](http://www.hycogen.com)

1. [Studie över elektrolys-teknologier idag och i framtiden](#)
2. [Vätgasens potentiella värde som bränsle för framdrift av fordon samt industriella processer](#)
3. [Utvärdering av bränslecells-teknologier för sektorkoppling till fjärrvärme](#)
4. [Studie över skatter och styrmedel för vätgasproduktion och med koppling till fjärrvärme](#)
5. [Gasturbinens möjligheter rapport från Siemens Energy](#)
6. [Vätgasens potential och värde för att tillhandahålla systemtjänster till elnätet](#)




https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/projekt/systemperspektiv-for-effektiv-vatgasproduktion-via-koppling-till-fjarrvarme

RISE

Vi erbjuder Branscher Om RISE Jobba hos oss Press Logga in Sök SV

Hem - Projekt - HyCoGen

De la: Facebook Twitter LinkedIn Email



## Systemperspektiv för effektiv vätgasproduktion via koppling till fjärrvärme

RISE driver ett projekt, HyCoGen, som analyserar möjligheten till lönsam vätgasproduktion genom sektorkoppling till fjärrvärme. Sveriges ledande fjärrvärmelieferantörer deltar. Syftet är att visa hur vätgas i ett energisystem kan bli både lönsamt och göra klimatnytta. Projektet har kvalificerat sig på IVA:s lista "Teknik i människlighetens tjänst".

[www.hycogen.com](http://www.hycogen.com)

### Sammanfattning

PROJEKTNAMN  
HyCoGen

STATUS  
Pågående

RISE ROLL I PROJEKTET  
Projektledare & projektpartner

PROJEKTSTART  
2020-12-01

VARAKTIGHET  
2 år

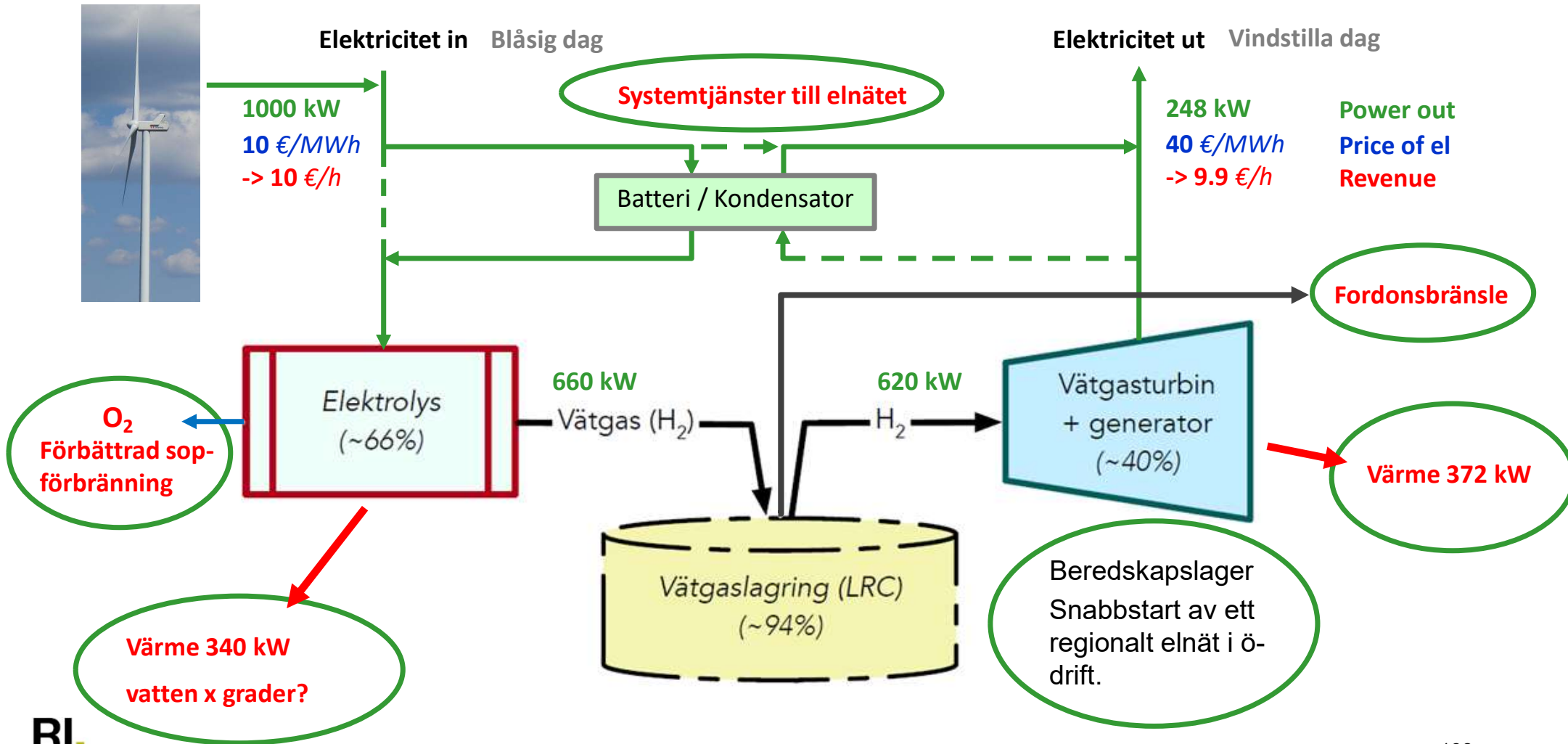
TOTAL BUDGET  
7 MSEK

PARTNER  
Karlstads Energi, Stockholm Energi, Tekniska verken, Mälarenergi, Göteborg Energi, Siemens Energy, Mälardalens Universitet

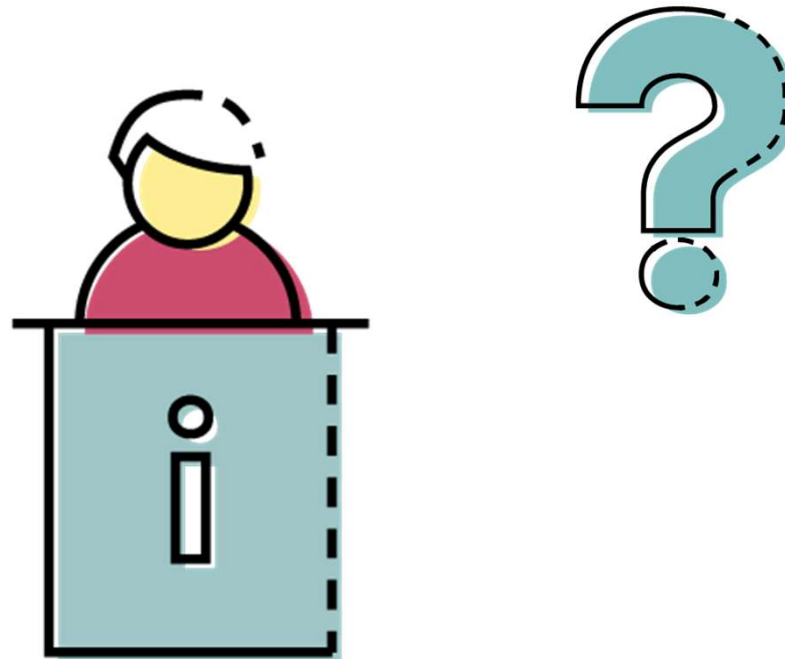
FINANSIÄRER  
Energimyndigheten, Göteborgs Energis stiftelse för Forskning och Utveckling

Bidrar till FN:s hållbarhetsmål

# Så kan vätgas i energisystemet bli lönsamt? Kompletterande kommentarer

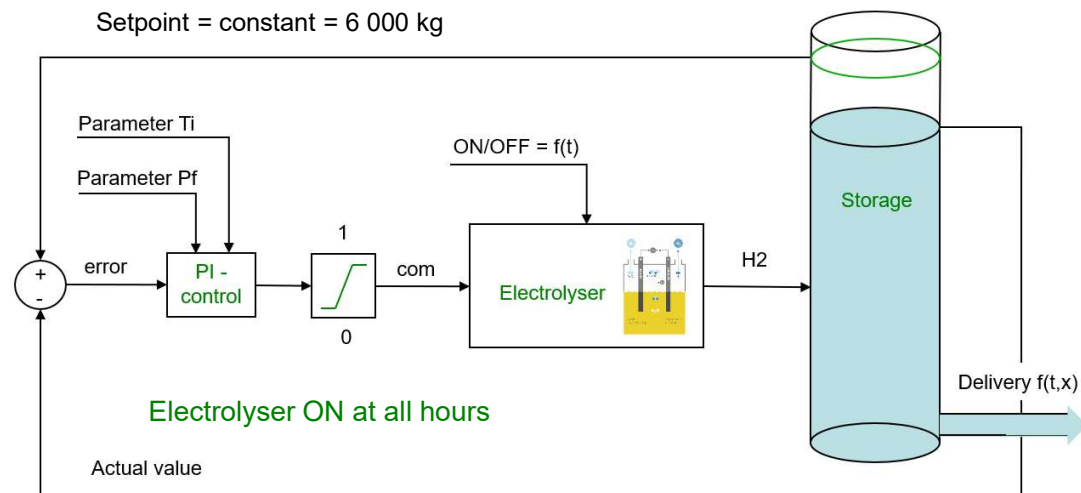
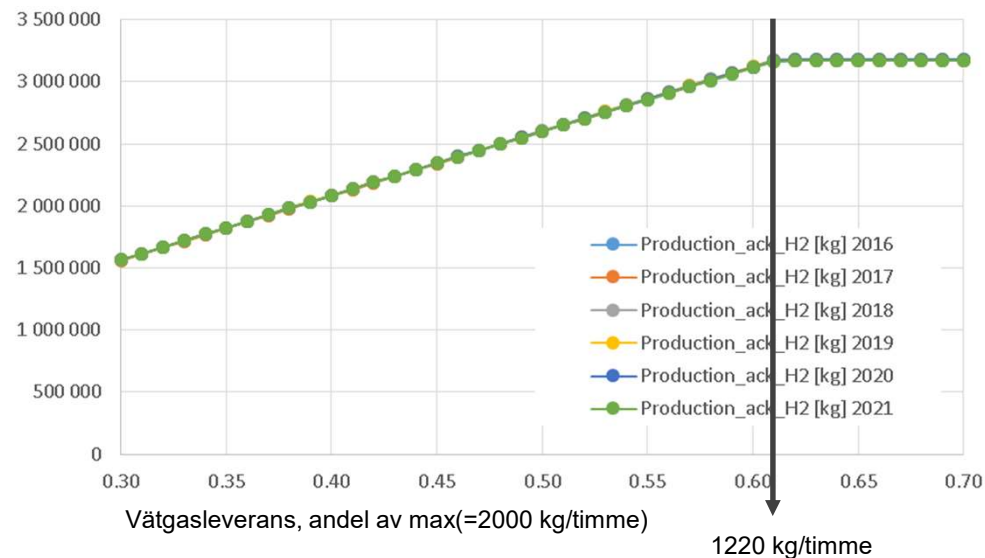


Tack, frågor?



# Backup

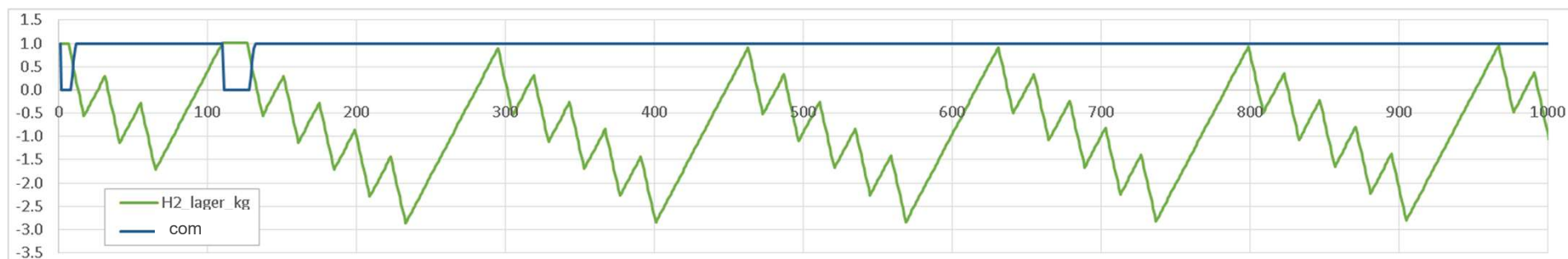
# Control of the electrolyser, example 4



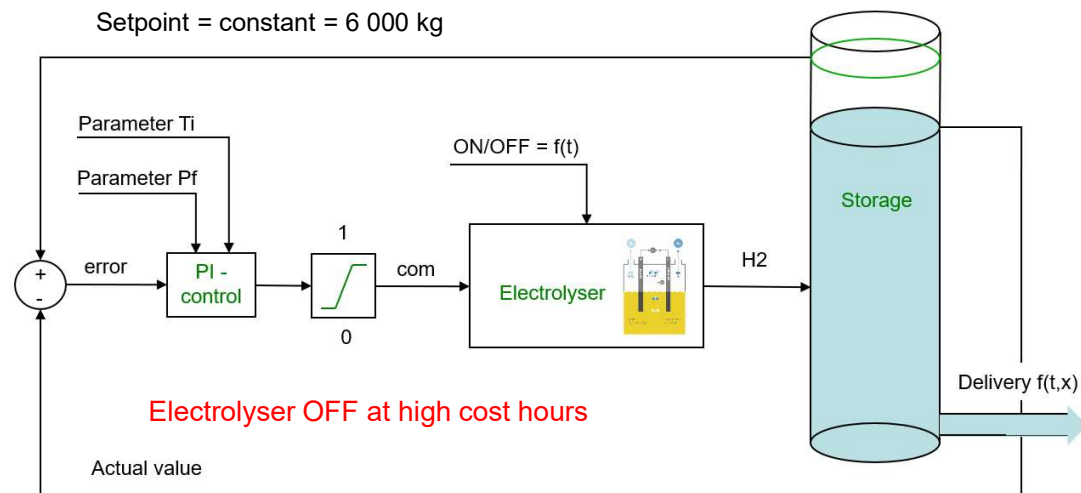
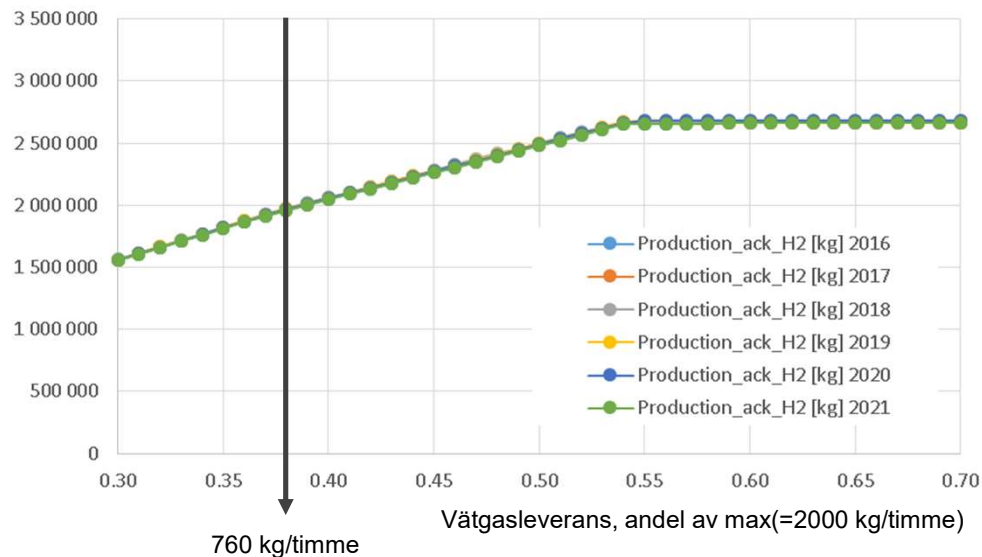
Delivery = 61 092 kg/week

Storage Capacity =  $4 * 6\ 000 = 24\ 000$  kg

Storage Capacity / Delivery =  $24\ 000 / 61\ 092 = 0.39$  week = 2.75 days



# Control of the electrolyser, example 6



Delivery = 37 728 kg/week

Storage Capacity = 4 \* 6 000 = 24 000 kg

